



Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

Diseño e innovación de productos sustentables

Lucio Guzmán Mares¹
*Ma. Soledad Castellanos Villarruel**
*José Oswaldo Macías Guzmán***

Resumen

Mientras que el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) evalúa los efectos ambientales generados a lo largo de la vida de un producto, desde las fuentes de recursos primarios hasta el consumo y disposición final, el *Simapro* es la herramienta que proporciona un análisis detallado de la carga ambiental con resultados cuantitativos.

Por lo anterior, el objetivo de este estudio radica en contrastar los daños e impactos ambientales que se generan al producir dos escritorios: un llamado Escritorio *Study Desk* y el otro Escritorio tradicional, siguiendo fielmente la metodología de ACV que marca la Norma ISO 14040, para luego reflexionar sobre la importancia imperativa de aplicar metodologías de ecodiseño e innovación al momento del desarrollo de productos. Permitiendo identificar las posibles mejoras ambientales con criterios de sostenibilidad y buenas prácticas en su producción, mediante el conocimiento de la etapa y proceso del ciclo de vida más contaminante.

Palabras Clave: ACV; Diseño; Innovación.

Abstract

While Life Cycle Analysis (LCA) evaluates the environmental effects generated throughout the life of a product, from primary resource sources to consumption and final disposal, *Simapro* is the tool that provides a detailed analysis of the environmental load with quantitative results.

Therefore, the objective of this study lies in contrasting the damage and environmental impacts that are generated by producing two desks: one called *Study Desk* and the other traditional *Desk*, faithfully following the LCA methodology established by the ISO 14040 Standard, to then reflect on the imperative importance of applying ecodesign and innovation methodologies at the time of product development. Allowing the identification of possible environmental improvements with sustainability criteria and good practices in its production, through knowledge of the stage and process of the most polluting life cycle.

Keywords: LCA; Design; Innovation.

¹ **Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de la Ciénega.

Introducción

En este documento se lleva a cabo la evaluación del proceso de diseño y fabricación de un producto (escritorio *Study Desk*) esperando que éste sea innovador y ecológico, que pueda cumplir con los estándares ambientales aceptables así como el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) que consiste en evaluar cada uno de los efectos ambientales generados a lo largo de la vida del producto, desde las fuentes de recursos primarios (desde su “cuna”), hasta el consumo y disposición final (hasta su “tumba”). Ello permite identificar los impactos sobre los diferentes compartimentos ambientales más allá de los límites de la planta productiva. La investigación se enfoca al mueble diseñado con metodologías de ecodiseño e innovación, el cual tiene por nombre Escritorio *Study Desk* y el Escritorio tradicional que es comercializado en una tienda departamental reconocida.

Por tanto, este estudio tiene el propósito de aportar información respecto a los daños e impactos ambientales que genera el Escritorio *Study Desk* contra el Escritorio tradicional, por medio de herramientas informáticas especializadas en la evaluación ambiental las cuales proporcionan un análisis detallado de la carga ambiental con resultados confiables, por la importancia imperativa de analizar los procesos industriales que no sólo generan residuos, sino que también consumen recursos naturales, requieren infraestructura de transporte, utilizan insumos químicos, agua y energía, y generan productos que deben ser transportados, consumidos y, en algunos casos, reutilizados antes de su eliminación final.

Planteamiento del Problema

El principal problema sociocultural que detectamos es la acelerada deforestación de bosques en México. Al respecto el Instituto de Geografía de la UNAM documenta que el ritmo de deforestación que padece México es uno de los más intensos del planeta ya que cada año perdemos 500 mil hectáreas de bosques y selvas (González, 2017). Eso coloca en riesgo de extinción a una gran variedad de plantas y animales, así como a muchas comunidades que a lo largo de generaciones han encontrado en este ecosistema un medio de vida, a tal grado que han aprendido a aprovecharlo sin destruirlo. Esto también nos coloca en el quinto lugar de deforestación a nivel mundial ya que la materia prima principal para la fabricación de muebles son los derivados naturales de maderas. En ese sentido se consume más recurso natural de lo que se puede regenerar, no permitiendo que los bosques se recuperen para seguir con el consumismo social.

Objetivo General

Evaluar y comparar los daños e impactos ambientales de un producto multifuncional fabricado con materiales y especificaciones ambientalmente amigables contra un Escritorio tradicional elaborado con materiales de madera, para determinar que producto supone mayor daño al medio ambiente.

Fundamento Teórico

En este apartado se presenta la definición del ecodiseño e innovación así como también una comparativa, en sus fases y etapas, para continuar con la metodología *Promise* que se aplicó, considerando (como apoyo) la rueda de estrategias del ecodiseño para la creación y fabricación del Escritorio *Study Desk*.

Innovación

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en su Manual de Frascati (1994), define a la innovación como: “*la transformación de una idea en un producto o servicio comercializable, un procedimiento de fabricación o distribución operativo, nuevo o mejorado, o un nuevo método de proporcionar un servicio social*”. En este caso, el concepto va claramente ligado a la innovación empresarial. Así que existen multitud de definiciones y explicaciones del término innovación, ligados al ámbito económico, sociológico, etc., pero todas tienen implícito que:

“Innovar significa introducir modificaciones en la manera de hacer las cosas, para mejorar el resultado final. Así, una innovación puede ser desde una acción sobre el precio de un artículo para conquistar un mercado, hasta la mejora de un producto antiguo o el descubrimiento de un nuevo uso para un producto ya existente” (González, 2006).

Ecodiseño

Las primeras inquietudes sobre el ecodiseño se manifestaron en la década del '80 cuando el *Design Council* (Consejo de Diseño) de Reino Unido organizó una exhibición llamada “*The Green Design*” (El diseño verde) que planteaba un conjunto de requerimientos que las tecnologías y procesos productivos debían cumplir a la hora de fabricar un producto. La definición más conocida del Desarrollo Sustentable, originada en la Comisión Brundtland es:

“aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”.

En ese sentido se puede afirmar que el concepto *Design for Environmental* (DfE) o ecodiseño se originó en el año 1992 en los Estados Unidos, como resultado de los esfuerzos de algunas

importantes firmas electrónicas que incorporaron la concienciación medioambiental al desarrollo de sus productos. “Diseño para el medio ambiente” es la denominación clásica que aparece en la bibliografía estadounidense. En Europa se suele optar por “Ecodiseño”, o como término intermedio “diseño respetuoso (o consciente) con el medio ambiente”. El DfE nace de la convergencia de dos fuerzas integradoras, “*la integración empresarial*” y “*el desarrollo sostenible*”, las cuales están transformando la naturaleza de la fabricación en todo el mundo. Fiksel (1997) lo define como:

“una consideración sistematizada de la función del diseño en relación con objetivos medioambientales, de salud y seguridad a lo largo del ciclo de vida completo de productos y procesos”.

En resumen, el ecodiseño es una estrategia global, y desde el inicio, ligada a la innovación y a las nuevas culturas de organización del trabajo, que utiliza la participación interdisciplinaria de todos los departamentos en el proceso de desarrollo de los ecoproductos. Este proceso puede cambiar al asociar el ecodiseño a la innovación y a la ecoeficiencia (reducción de los impactos ambientales y de los gastos del proceso productivo) (Rieradevall et al, 2010).

Principales Metodologías de Ecodiseño e Innovación

En la actualidad existen diferentes metodologías para la realización de diseño de productos; sin embargo, no todas consideran de manera sistemática los aspectos y criterios medioambientales, de salud y seguridad que conllevan a la innovación tecnológica ambientalmente integrada. La tabla 1 presenta algunas de las principales metodologías que se han aplicado en productos y servicios en procura de alcanzar la sostenibilidad en ellos.

Tabla 1 – Comparación de Fases y Etapas de Metodologías de Ecodiseño e Innovación.

BREZET (PROMISE) 1997	CEGESTI 1999	IHOBE 2000	UNE EN ISO 14006 2011	GUZMÁN 2005	IneDIC 2011
Organización del proyecto de ecodiseño.	Organización y estrategia empresarial.	Preparación del proyecto.	Planificación	Planificación.	Planificación del proyecto de ecodiseño.
Selección de producto.	Elegir el producto.				Análisis del proyecto.
Establecimiento de las estrategias.	Análisis del producto.	Aspectos ambientales.			Definición de la estrategia de ecodiseño para el producto.
Generación y selección de ideas.	Creación de nuevas ideas.	Ideas de mejora.			Concepto de producto.
Detalle del concepto.	Detallar el concepto.	Desarrollo de conceptos	Implantación y operación.	Implantación.	Detalle del producto.

		Producto en detalle.			
Comunicación y lanzamiento.	Evaluar los resultados.	Plan de acción.	Verificación.	Evaluación.	Producción y lanzamiento.
		Evaluación.			Evaluación de producto y proyecto.
Seguimiento.			Revisión por la dirección	Gestión de mejora.	Actividades de seguimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Como se especificó en el apartado de Introducción, para la elaboración del Escritorio *Study Desk* se tomó como base la metodología *Promise*, correlacionándola con la metodología de ACV y software Simapro. La tabla 2 muestra las fases y etapas de la metodología aplicada, mejorado con la aplicación de la rueda de estrategias.

Tabla 2.- Metodología del Ecodiseño PROMISE

FASES	ETAPAS
1.- Organización del proyecto de ecodiseño	1.1.- Conseguir la aprobación de la dirección 1.2.- Establecer un equipo de trabajo 1.3.- Trazar planes y preparar un presupuesto
2.- Selección del producto	2.1.- Establecer los criterios de selección 2.2.- Decidir 2.3.- Definir el informe de diseño
3.- Establecimiento de estrategias de ecodiseño	3.1.- Analizar el perfil medioambiental del producto 3.2.- Analizar los puntos a favor internos y externos 3.3.- Generar opiniones de mejora 3.4.- Estudiar su viabilidad 3.5.- Definir la estrategia de ecodiseño
4.- Generación y selección de ideas	4.1.- Generar ideas del producto 4.2.- Organizar un taller de ecodiseño 4.3.- Seleccionar las ideas más prometedoras
5.- Detalle del concepto	5.1.- Operacionalizar las estrategias de ecodiseño 5.2.- Estudiar la viabilidad de los conceptos 5.3.- Seleccionar el más prometedor
6.- Comunicación y lanzamiento del producto	6.1.- Promover internamente el nuevo diseño 6.2.- Desarrollar un plan de promoción 6.3.- Preparar la producción
7.- Establecimiento de actividades de seguimiento	7.1.- Evaluar el producto resultante 7.2.- Evaluar los resultados del proyecto 7.3.- Desarrollar un programa de ecodiseño

Fuente: Elaboración propia.

Dicha Metodología fue creada en el 1994 por la Universidad Tecnológica de Delft, tomada como base para el manual de Ecodiseño de la UNEP en 1997 (*ECODESIGN: a promising approach to sustainable production and consumption*) (Brezet y Van Hemel, 1997).

Estrategias de Ecodiseño

En la etapa cuatro -generación y selección de ideas- de la metodología de ecodiseño aplicada se utilizó la clasificación de estrategias propuesta por Van Hemel (1995). La representación de dichas estrategias en ocho ejes concéntricos se ha dado en llamar “*The LiDS-wheel*”, las cuales son:

1. Selección de materiales de bajo impacto.
2. Reducción del uso de materiales.
3. Optimización de las técnicas de producción.
4. Optimización de los sistemas de distribución.
5. Reducción del impacto ambiental durante el uso.
6. Optimización de la vida del producto.
7. Optimización del fin de vida del sistema.
8. Desarrollo de nuevos conceptos.

Con base en lo anterior, este trabajo presenta un producto innovado tecnológicamente bajo metodologías y estrategias de ecodiseño e innovación. Es por ello que se evalúan los impactos ambientales del Escritorio *Study Desk* y Escritorio tradicional para así llegar a conclusiones como de si fue o no un diseño innovador y ambientalmente mejorado.

Análisis de ciclo de vida (acv)

Aspectos principales del ACV

Cualquier producto consume recursos naturales y energía procedente de la naturaleza, los cuáles se combinan en múltiples formas para generar los productos y/o servicios buscados y, como elementos no buscados, las emisiones, los vertidos y los residuos sólidos. El ciclo de vida de un producto (Keoleian & Menerey, 1993) incluye las siguientes etapas:

1. Extracción de materias primas.
2. Procesado de materiales.
3. Producción de maquinaria y herramientas.
4. Producción y montaje.
5. Uso y servicio.
6. Retiro.
7. Eliminación.

Estas etapas representan un esquema para clasificar las actividades a través del ciclo de vida física de un producto. Todas las etapas no tienen por qué

aplicarse a cada sistema de producto (Gómez, 2004). Con la secuencia de fases en las que se producen transformaciones de materiales y energía, y que incluye la Extracción y Procesamiento de los materiales, la Producción (Fabricación y Ensamblaje del producto), el Almacenaje, la Distribución, el Uso y Mantenimiento y el Retiro de los materiales del producto al final de su vida útil.

Marco Metodológico del ACV

El ACV es un marco metodológico para estimar y evaluar los impactos medioambientales atribuibles a un producto o servicio durante todas las etapas de su ciclo vida. Sabemos que todas las actividades o procesos provocan impactos medioambientales, consumen recursos, emiten sustancias al medio ambiente y generan otras modificaciones ambientales durante su vida útil.

La herramienta del ACV fue desarrollada en los años sesenta y es utilizada para la prevención de la polución desde los setenta. Se puede decir que no existen procedimientos específicos o guías a seguir, pero sí una serie de aproximaciones que pueden ser útiles en función de las necesidades a resolver por medio de esta metodología.

El principio básico de la herramienta es la *identificación y descripción de todas las etapas* del ciclo de vida de los productos, desde la extracción y retratamiento de las materias primas, la producción, la distribución y uso del producto final hasta su posible reutilización, reciclaje o deshecho del producto. La vida de un producto empieza en el *diseño y desarrollo* del producto y finaliza con las actividades de *reutilización y reciclaje*.

En relación al Marco Normativo del Análisis de Ciclo de Vida, las principales normas internacionales de aplicación son:

- a) UNE-EN ISO 14040. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia. Diciembre 2006.
- b) UNE-EN ISO 14044. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y directrices. Diciembre 2006. La ISO 14044 sustituyó a ISO 14041, 14042 y 14043.

Con base en lo anterior, el ACV es un análisis que considera que los productos nacen y mueren, es decir, tienen un solo uso. Popularmente, conocemos este planteamiento como “*cradle to grave*” (de la cuna a la tumba). Es interesante conocer la metodología ACV, pero indudablemente se nos queda corta. Ante esta circunstancia emerge el concepto “*cradle to cradle*” (de la cuna a la cuna), basado en la idea de que todas las materias primas de un producto se pueden separar al final de su ciclo de vida y reutilizarse para producir nuevos materiales de la misma calidad que los originales. Esto se logra a través del “*upcycling*” o de la biodegradación (Estévez, 2013).

Descripción General de la Metodología del ACV

El ACV, tal y como se define en la norma ISO 14040, AENOR. UNE-EN ISO 14040. (2006): “recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del productos a través de su ciclo de vida”. Las categorías generales de impactos medioambientales que precisan consideración incluyen el uso de recursos naturales, la salud humana y las consecuencias ecológicas (categorías de daño). Un ACV completo incluye las siguientes fases:

1. **Definición del objetivo y el alcance:** La aplicación pretendida, las razones para realizar el estudio y el destinatario previsto.
2. **Análisis de Inventario:** Comprende la obtención de datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas relevantes de un sistema del producto.
3. **Evaluación de impacto:** Se evalúa la importancia de los potenciales impactos ambientales utilizando los resultados del análisis de inventario de ciclo de vida.
4. **Interpretación de resultados:** Conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones, de forma consistente con el objetivo y alcance definidos.

El ACV, conocido internacionalmente como LCA (*Life Cycle Assessment*) o ECV (Evaluación del Ciclo de Vida); es una herramienta que se usa para evaluar el impacto ambiental potencial de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la cuantificación del uso de recursos ("entradas" como energía, materias primas, agua) y emisiones medioambientales ("salidas" al aire, agua y suelo) asociados con el sistema que se está evaluando.

Herramientas informáticas para realizar ACV

A continuación se enlistan nombres de algunas de las herramientas informáticas con las que se puede evaluar el impacto ambiental generado por las cosas u objetos que deseemos analizar; posteriormente se describe ampliamente la herramienta del SimaPro la que es utilizada en este caso de estudio:

- Eco-it, Eco-PRO, ECOScan, GaBi, JEM-LCA, KLC-ECO 3.0, LCAiT, NIRE-LCA, PEMS, MIET, TEAM, UMBERTO, entre otras.

-

Descripción General del Simapro

SimaPro es un programa desarrollado por la empresa holandesa *PRé Consultants* (1999), que permite realizar Análisis de Ciclo de Vida, mediante el uso de bases de datos de inventario propias (creadas por el usuario) y bibliográficas (Ecoinvent, BUWAL, IDEMAT, ETH, IVAM...). SimaPro es el *software* líder para el análisis de ciclo de vida de diferentes productos, que puede ser empleado por la industria, investigadores y estudiantes. Este *software* es una herramienta para identificar, analizar y hacer seguimiento a la sostenibilidad de productos y servicios.

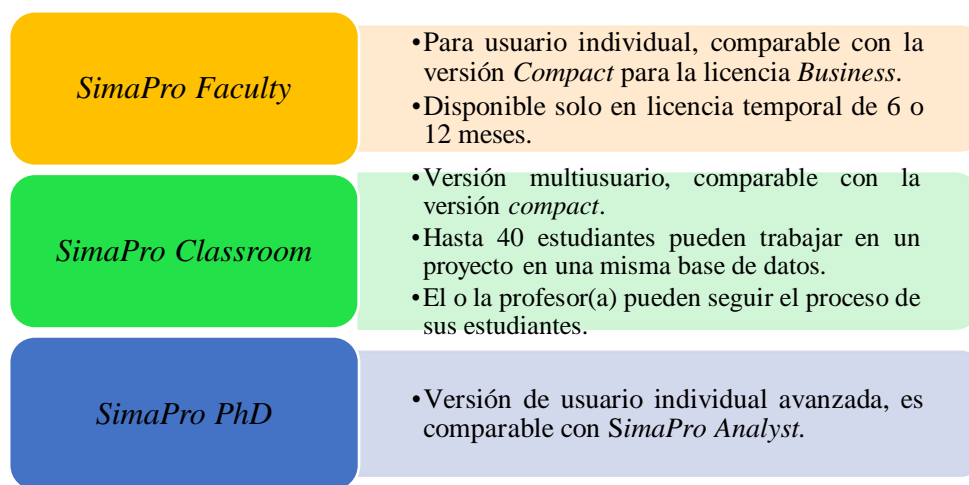
La figura 1 y 2 muestran las aplicaciones y versiones más comunes del SimaPro. Resaltar que en la versión PhD es con la se realizó la evaluación de daños e impactos ambientales de este caso.

Figura 1.- Aplicaciones de SimaPro relacionadas con el análisis del ciclo de vida.



Fuente: Adaptada de: <http://www.pre-sustainability.com/simapro>

Figura 2.- Versiones de SimaPro con licencia tipo Educational.



Fuente: Elaborada a partir de: <http://www.pre-sustainability.com/price-list-educational-licenses>

El programa contiene diferentes métodos para el análisis de ciclo de vida, que sirven para calcular los resultados del análisis o evaluación de impactos. En general, según Ramírez et al., (2014), la estructura básica de los métodos que se pueden emplear en SimaPro es la siguiente: (1)

Caracterización, (2) Evaluación de daños, (3) Normalización, (4) Ponderación y (5) Adición (puntuación única).

Para concluir, SimaPro es una herramienta profesional para el cálculo de los impactos ambientales, sociales y económicos, asociados a un producto o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida, con aplicación al ecodiseño, al desarrollo y obtención de ecoetiquetas, al cálculo de huellas de carbono o huellas hídricas, entre otros. Está especialmente dirigida a: (a) Personal investigador en centros de investigación o universidades, (b) Departamentos de I+D+i, (c) Departamento de medio ambiente de las empresas y (d) Diseñadores y arquitectos. Uno de los beneficios de SimaPro es desarrollar el análisis y la representación gráfica de ciclos de vida complejos, de un modo sistemático y transparente. La simpleza con que los expone, hace ver y entender más la composición de los proyectos, sin perder el profesionalismo. Esta última parte, marca la importancia de SimaPro, un software fácil de emplear con resultados profesionales.

En el apartado 5, Caso de Estudio, se presentan los principales resultados obtenidos de la aplicación de la metodología de ACV complementada con la evaluación y comparación de daños e impactos ambientales mediante la herramienta informática Simapro; del Escritorio *Study Desk* y Escritorio Tradicional.

Caso de estudio: comparación de daños e impactos ambientales del escritorio *study desk* (e sd) y escritorio tradicional (e t). Resultados

Introducción

En primera instancia, se llevó a cabo una lluvia de ideas para la determinación la función del Escritorio *Study Desk* ¿cómo es que logró hacer esa función? y su composición o estructura, es decir, ¿de qué está hecho? Una vez realizada esta lluvia de ideas se procede a redactar el objetivo del análisis del ciclo de vida, especificando el motivo, la vida útil de éste y el flujo de referencia; para luego redactar la Unidad Funcional. Para la estimación de la vida útil se basó en los componentes que tiene el Escritorio *Study Desk*, para así, tener noción de cuanto en promedio pueden durar los mismos estando en óptimas condiciones, después, se realizó el mismo procedimiento con el Escritorio tradicional.

Fase 1: Definición de Objetivos y Alcance

Unidad funcional

Soportar y almacenar artículos ahorrando espacio con su diseño plegable y sus compartimentos durante un periodo de 16 años, brindando un diseño innovador con su estructura metálica.

Vida Útil: E SD = 16 años

E T = 10 años

Flujo de Referencia: E SD = 1.0 escritorios

E T = 1.6 escritorios

Objetivo

Conocer y comparar los impactos medioambientales potenciales del Escritorio *Study Desk* (producto ecodiseñado-innovado) y Escritorio tradicional (producto comercial).

Motivo

Mejorar ambientalmente un producto existente.

Alcance

Los cuatro procesos unitarios de cada producto: recolección de materia prima, producción, uso y disposición final.

Fase 2: Análisis del Inventario.

Para la realización del análisis del inventario, fue necesario tomar el peso de cada uno de los componentes que conforman ambos escritorios, para obtener sus entradas y salidas de los cuatro procesos unitarios por escritorio: (1) Recolección de materias primas, (2) Producción, (3) Uso y (4) Fin de vida.

Tabla 3.- Inventario completo del Escritorio *Study Desk*

STUDY DESK					PESO TOTAL (Kg)	26.59
Materiales						
Can tidad	Componentes	Material	Descripción	Unidad	Peso unitario (Kg)	Peso Total /Componente (Kg)
3	Marcos que sostienen la estructura	PTR Tubular C.16	105x25	cm	2	6
4	Refuerzos dentro de la estructura	PTR Tubular C.16	17	cm	0.5	2
4	Soportes laterales	PTR Tubular C.16	50	cm	0.9	3.6
4	Soportes internos	PTR Tubular C.16	60	cm	0.8	3.2
1	Marco para puerta plegable	PTR Tubular C.16	60x50	cm	2	2
3	Lamina para revestir marcos	Aluminio c.16	104x24	cm	0.6	1.8
2	Lamina para revestir laterales	Aluminio c.16	75x24	cm	0.50	1.00
2	Lamina interna laterales	Aluminio c.16	50x24	cm	0.4	0.8
2	Laminas para repisas laterales	Aluminio c.16	22x24	cm	0.3	0.6
2	Laminas para cubierta superior e inferior	Aluminio c.16	60x50	cm	0.33	0.66
4	Refuerzos para fijar a pared	Acero al carbón c.10	7x10	cm	0.2	0.8
50	Remache POP 3/16"	Aluminio	3/16x3/4	in	0.001	0.05

2	Bisagra Tubular De Barril 1/2	Acero al carbón	1.27x4	cm	0.2	0.4
2	Pistón Elevable De Gas 60N	Acero niquelado	27	cm	0.25	0.5
12	Pijas 1/2 para fijar pistones	Acero inoxidable	1.27	cm	0.003	0.036
1	Porta celular	Acero al carbón	15	cm	0.2	0.2
1	Cable Dúplex Calibre 18 Awg	Cobre	170	cm	0.7	0.7
1	Contacto Doble	Plástico	5	cm	0.25	0.25
4	Taquete De Expansión Tipo Tx	Acero inoxidable	3x1	cm	0.25	1
48	Cordón soldadura micro alambre	Cobre	2	cm	0.0208	0.998
1	Pintura tipo fondo Color negro		1	Lt	1	1
1	Thinner tipo americano		0.5	Lt	0.5	0.5
1	Fibra verde					
1	Trapos	Algodón	0.25	Kg	0.25	0.25

Maquinaria

Can t.	Componentes	Consumo de watts	Tiempo uso	Unidad	Watts/hr	
1	Cortadora Dewalt Disco 14in	2300	4	hr	9200	41.125
1	Esmeriladora Makita 4 1/2	840	1	hr	840	
1	Máquina Para Soldar Micro alambre Infra Mm252	5000	5	hr	25000	
1	Taladro de mano	700	2	hr	1400	
1	Compresor de aire	2985	1	hr	2985	
1	Desvanecedora	700	1	hr	700	
1	Cizalla GSC 2.8 Bosch	500	2	hr	1000	

Herramientas

Can t.	Componentes	Material	Descripción	Unidad	Peso unitario (Kg)	Peso Total /Componente (Kg)
1	Remachadora manual para remache pop	Acero galvanizado			2	2
1	Martillo de bola	Madera/Metal			1	1
1	Flexómetro	Metal			0.3	0.3
1	Plumón	Plástico			0.1	0.1
1	Disco para esmeriladora grano 80				0.4	0.4
1	Pistola para pintar Trupper	Metal niquelado			0.9	0.9
1	Manguera para compresor/pistola	Caucho trenzado			2	2
1	Escuadra 12in	Acero			0.3	0.3
1	Careta soldador	Plástico			0.7	0.7
1	Lentes claros para taller	Plástico			0.3	0.3

Recursos

Can t.	Recursos	Recorrido ida /vuelta (km)	Emisiones de CO2
1	Recorrido camioneta Tornado Pick up 4 cilindros	1	0.232 Kg de CO2

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se presenta el análisis del inventario del Escritorio tradicional considerando los mismos cuatro procesos unitarios pero con sus propios datos obtenidos de este producto.

Tabla 4.- Inventario completo del Escritorio tradicional

Escritorio Tradicional					PESO TOTAL (Kg)	32.40
Materiales						
Cant.	Componentes	Material	Descripción	Unidad	Peso unitario (Kg)	Peso Total /Componente (Kg)
5	Laterales MDP	MDP Melaminado	20x60x2	cm	1.9	9.5
2	Superior e inferior MDP	MDP Melaminado	100x20x2	cm	2.4	4.8
1	Refuerzo intermedio	MDP Melaminado	20X59X2	cm	2	2
2	Centros MDP	MDP Melaminado	56x20x2	cm	2.35	4.7
4	Piezas para repisas MDP	MDP Melaminado	38x20x2	cm	0.63	2.53
1	Refuerzo para fijar a pared MDP	MDP Melaminado	10x100x2	cm	0.95	0.95
1	Cubierta MDP	MDP Melaminado	63x45x2	cm	3.8	3.8
1	Cubrecanto para madera	Plástico Pvc	11.56	mt	1	1
16	Pija Auto perforante 3 1/2 Negra Cruz Tablaroca	Acero al carbón	0.8x1.5	cm	0.0108	0.1728
16	Taquete De Madera Estriado 6x30 (1/4)	Madera de Pino	0.6x3	cm	0.0216	0.3456
8	Tuerca tipo Minifix	Acero Inoxidable	1.5x1.1	cm	0.05	0.4
8	Tornillo tipo Minifix	Acero Inoxidable	.7x4	cm	0.15	1.2
4	Taquete De Expansión Tipo Tx	Acero Galvanizado	1.1x3	cm	0.25	1
1	Pegamento	Polímero	200	ml	0.2	0.2
Maquinaria y herramientas						
Cant.	Componentes	Tiempo uso	Consumo de watts	Unidad	Peso unitario Kg	Peso Total /Componente (Kg)
1	Sierra de banco	2	1000	hr		
1	Disco para sierra 30	2		hr		
1	Flexómetro	2		hr		
1	Plumón	0.5		hr		
1	Desvanecedora	0.3		hr		

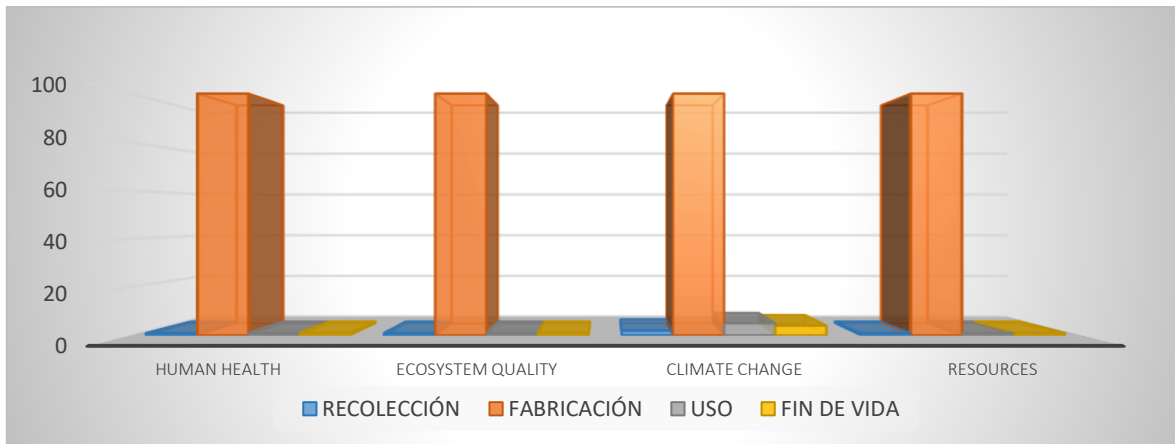
1	Disco para desvanecedora grano 80	0.3		hr		
1	Broca madera 3/8"	2		hr		
1	Taladro de mano	2	700	hr		
Recursos						
Cant.	Recursos	Recorrido ida /vuelta (km)	Emisiones de CO2			
1	Recorrido camioneta Tornado Pick up 4 cilindros	1	0.232 Kg de CO2			

Fuente: Elaboración propia.

Fase 3: Evaluación de impactos

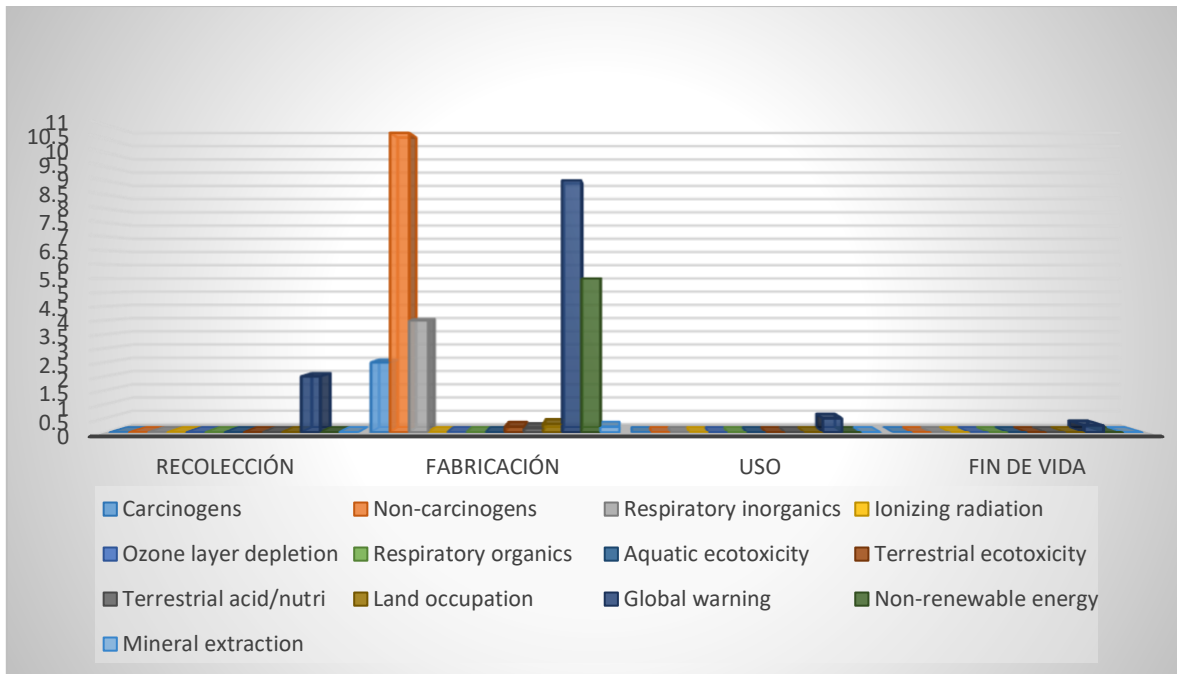
En esta fase se presentan los principales gráficos obtenidos directamente del *software* SimaPro y por motivos de extensión del documento, se muestra los resultados “tipo” del Escritorio *Study Desk* (producto ecodiseñado-innovado) y Escritorio tradicional y posteriormente el análisis comparativo de los dos productos; donde se generan conclusiones que confirma o rechaza la hipótesis de que un producto ambientalmente integrado impacta menos al medio ambiente. Cabe hacer mención que las siguientes gráficas han sido editadas en Microsoft (lo más parecido a las originales que se obtienen del SimaPro) para el cumplimiento de requisitos de formato establecidos para este congreso.

Gráfico 1.- Evaluación de Daños del Escritorio Study Desk



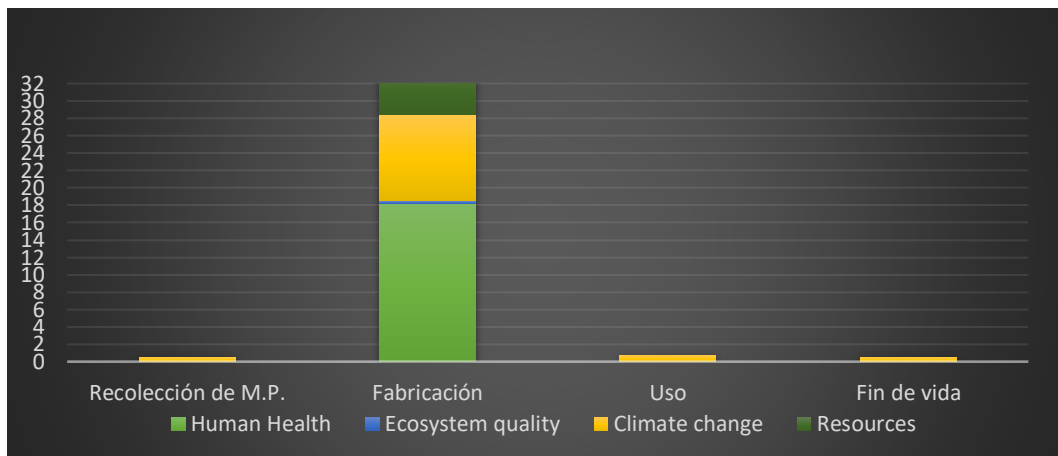
En el gráfico 1 se puede observar que el proceso de **Fabricación** impacta con el 100% en las cuatro categorías de daño: salud humana, calidad del ecosistema, cambio climático y recursos. El cambio climático también es afectado de manera mínima por la recolección de materias primas (2%), el uso (5%) y fin de vida (4%), ya que las principales salidas de estos procesos unitarios son las emisiones al aire de CO2.

Gráfico 2.- Ponderación por categoría de Impactos del Escritorio Study Desk



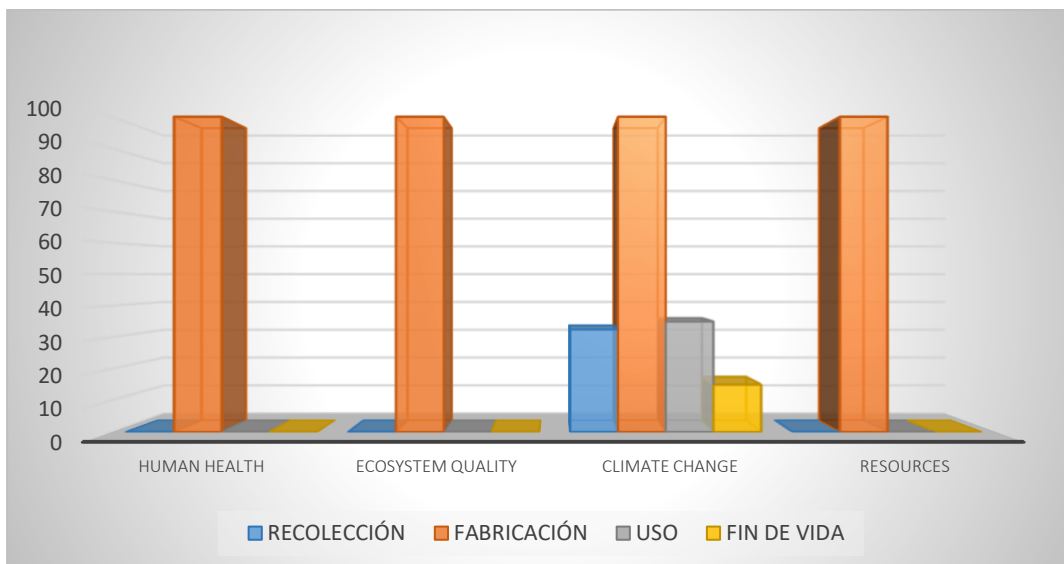
De acuerdo con la gráfica 2 el proceso unitario de **Fabricación** provoca una alta afectación en todas las categorías de impactos mientras que los otros procesos unitarios afectan de manera casi nula en las categorías de impactos estudiadas; únicamente se puede observar que en el calentamiento global un 6% por el uso del escritorio, un 4% por el fin de vida y un 2% por la recolección de M.P.

Gráfico 3.- Puntuación única por categoría de Daños del Escritorio Study Desk



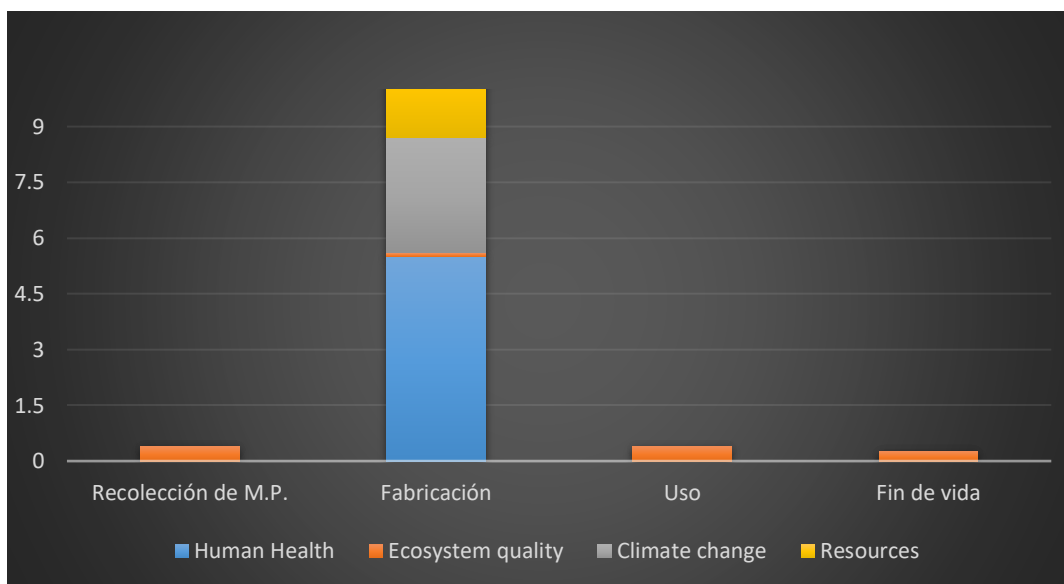
El gráfico 3 muestra que el proceso unitario de **Fabricación** suma un total de 34.231 mPt (100%). El cual se compone de las cuatro categorías de daño: Salud humana con 18 mPt (53%), Cambio climático con 9.7 mPt (28%), Recursos con 6.2 mPt (18%) y Ecosistemas con 0.3 (1%). Mientras que los otros tres procesos unitarios (recolección, uso y fin de vida) se consideran no significantes.

Gráfico 4.- Evaluación de Daños del Escritorio tradicional



En el gráfico 4 se puede observar que el proceso de **Fabricación** impacta con el 100% en las cuatro categorías de daño: salud humana, calidad del ecosistema, cambio climático y recursos. El cambio climático también es afectado de manera mínima por la recolección de materias primas (32.5%), el uso (35%) y fin de vida (15%). Mientras que en las otras categorías se consideran no representativas las afectaciones de los restantes procesos unitarios.

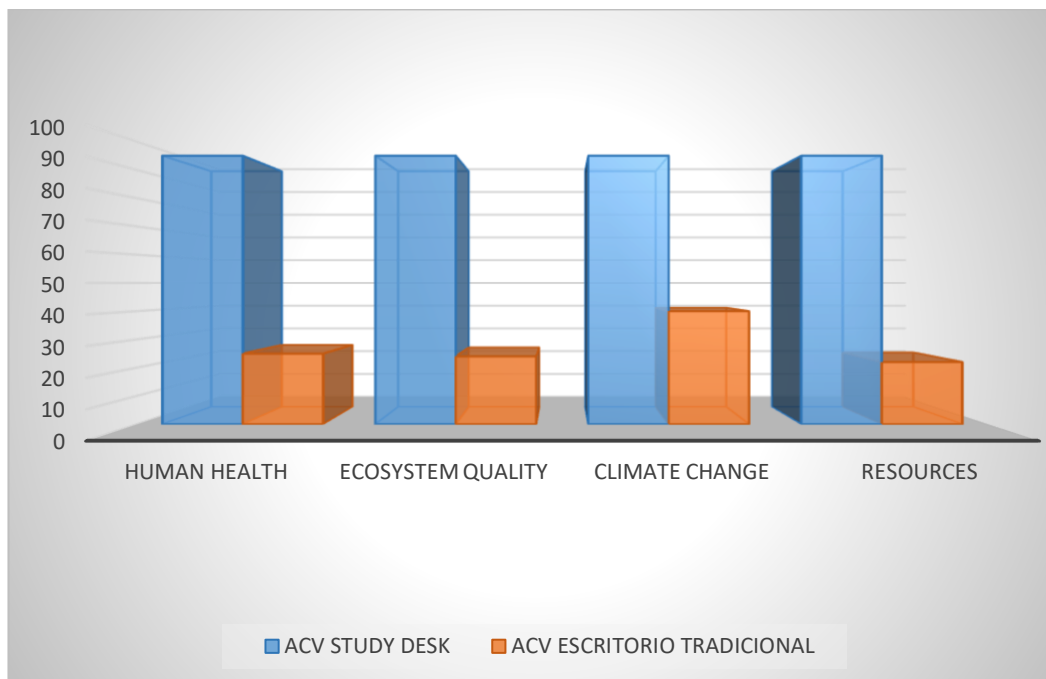
Gráfico 5.- Puntuación única por categoría de Daños del Escritorio Tradicional



El gráfico 5 muestra que el proceso unitario de **Fabricación** suma un total de 11.49 mPt (100%). El cual se compone de las cuatro categorías de daño: Salud humana con 5.5 mPt (48%),

Cambio climático con 3.1 mPt (27%), Recursos con 2.9 mPt (25%) y Ecosistemas con 0.1 (0.01%). Mientras que los otros tres procesos unitarios (recolección, uso y fin de vida) se consideran no significantes, pero se observa claramente que afectan a la calidad de los ecosistemas.

Gráfico 6.- Evaluación de Daños del Escritorio Study Desk vs Escritorio Tradicional



Las siguientes tablas muestran los principales resultados obtenidos de la comparación de impactos de los escritorios, determinando si hubo o no mejora ambiental del producto ambientalmente innovado.

Tabla 5.- Comparación de impactos por Categorías de Daños (ver gráfico 6)

CATEGORÍA	ESCRITORIO STUDY DESK	ESCRITORIO TRADICIONAL	MEJORA AMBIENTAL
SALUD HUMANA	100%	30.5%	-69.5%
CALIDAD DEL ECOSISTEMA	100%	30.4%	-69.6%
CAMBIO CLIMÁTICO	100%	43.6%	-56.4%
RECURSOS	100%	25.8%	-74.2%
TOTAL			-67.4%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7.- Caracterización de Impactos del Escritorio Study Desk vs Escritorio Tradicional

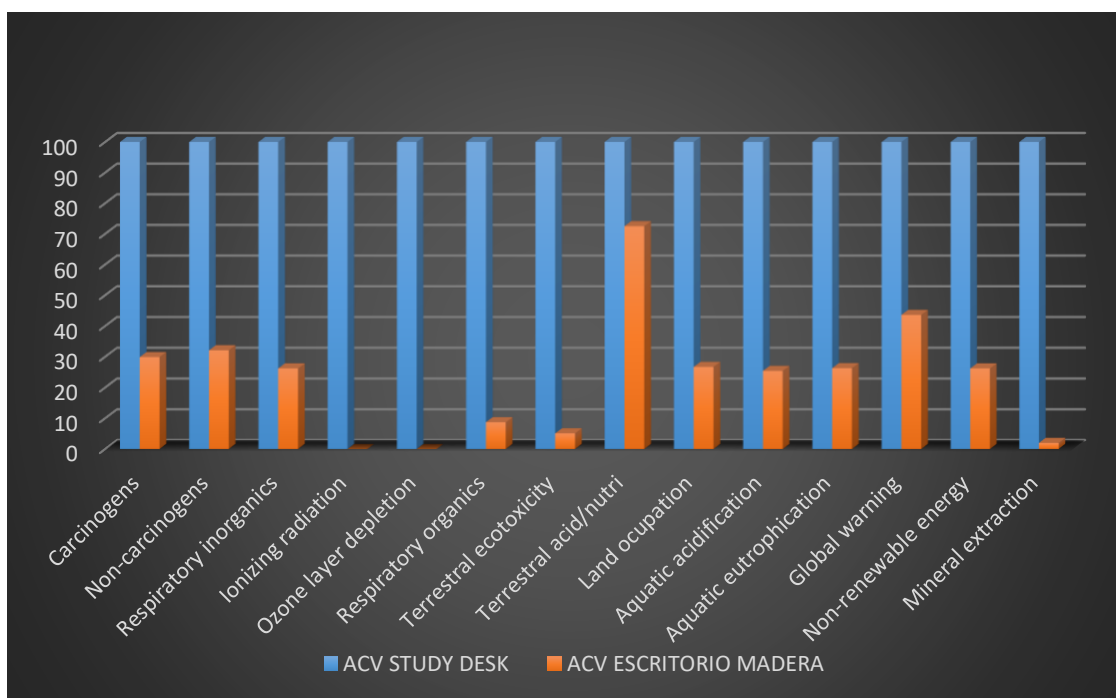


Tabla 6.- Comparación de impactos por Categorías de Impactos en Caracterización (ver gráfico 7)

IMPACTOS	STUDY DESK	ESCRITORIO TRADICIONAL	MEJORA AMBIENTAL
Carcinógeno	100%	29.9%	-69.1%
No carcinógeno	100%	32.1%	-67.9%
Inorgánicos respirables	100%	26.2%	-73.8
Radiación ionizante	100%	0.0%	-100%
Agotamiento de la capa de ozono	100%	0.0%	-100%
Orgánicos respirables	100%	8.7%	-91.3%
Ecotoxicidad terrestre	100%	5.1%	-94.9%
Ácido terrestre	100%	72.5%	-27.5%
Ocupación de la tierra	100%	26.7%	-73.3%
Acidificación acuática	100%	25.4%	-74.6%
Eutrofización acuática	100%	26.3%	-73.7%
Calentamiento global	100%	43.6%	-56.4%
Energías no renovables	100%	26.2%	-73.8%
Extracción de minerales	100%	2.0%	-98%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 8.- Puntuación única categorías de Daños del Escritorio Study Desk Vs Escritorio Tradicional

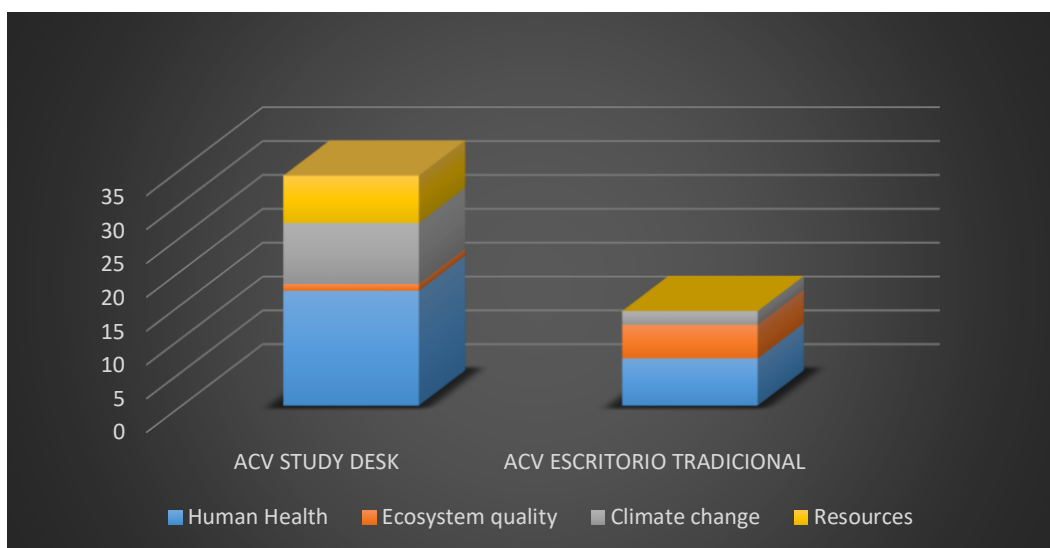


Tabla 7.- Comparación de impactos por Categorías de Daños en Puntuación Única (ver gráfico 8)

CATEGORÍA	ESCRITORIO STUDY DESK (mPt)	ESCRITORIO TRADICIONAL (mPt)	MEJORA AMBIENTAL
SALUD HUMANA	17	7	-58.8%
CALIDAD DEL ECOSISTEMA	1	5	80%
CAMBIO CLIMÁTICO	9	2	-77.7%
RECURSOS	7	0	-100%
TOTAL	34	14	-58.8%

Fuente: Elaboración propia.

En el apartado 6, Conclusiones: Fase 4: Interpretación, se presentan las principales conclusiones obtenidas del ACV del Escritorio Study Desk y Escritorio Tradicional. **Conclusiones:**

Fase 4: Interpretación

Uno de los objetivos del presente trabajo es, entre otros, disminuir el impacto del ciclo de vida de un producto ecodiseñado, manteniendo y mejorando el resto de sus características (calidad, costo, propiedades físicas, etc.). En este caso de aplicación, el nuevo producto cumple especificaciones de diseño y fabricación tan exigentes, o más, que el producto referente (tradicional); **sin embargo, el escritorio *Study Desk* supone el mayor impacto negativo al medio ambiente comparado con el tradicional.**

En lo que a la evaluación y comparación de impactos, con el *software* Simapro, se refiere; se puede observar y concluir que en la evaluación general por categoría de daño, resulta claramente con

mayor impacto negativo al medio ambiente el Escritorio *Study Desk* (producto ecodiseñado-innovado) vs Escritorio tradicional, **afectando con un 58.8% a la salud humana, 100% a los recursos, 77.7% al cambio climático y por último demostrando que en la calidad de los ecosistemas se mejora en un 80%. Dando en total (en promedio) de mayor afectación de 58.8%, por lo que se puede concluir que no hubo una mejora ambiental en el diseño e innovación del Escritorio *Study Desk*.**

Finalmente se rechaza la hipótesis de que el producto ecodiseñado (Escritorio *Study Desk*) impacta menos al medio ambiente que el Escritorio tradicional. Concluyendo que el análisis de ciclo de vida es factor clave para la innovación tecnológica y el desarrollo de productos y servicios sustentables.

Referencias

- AENOR. UNE-EN ISO 14040. (2006). *Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia*. Madrid. ISO.
- Brezet, H. y Van Hemel, C. (1997). *Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption*. UNEP IE, París.
- CEGESTI. (1999). *Manual para implantar el ecodiseño en Centroamérica/Cegesti*. Marcel Crul & Jan Carel Diehl. San José, Costa Rica. [Consultado el 10 de Junio de 2022]. Obtenido de: <http://docplayer.es/9397773-Manual-para-la-implementacion-de-ecodiseno.html>
- Estévez, R. (2013). *El Análisis del Ciclo de Vida*. [Consultado el 13 de Junio de 2022]. Obtenido en: <https://www.ecointeligencia.com/2013/02/analisis-ciclo-vida-acv/>
- Fiksel, J. (1997). *Ingeniería de Diseño Medioambiental DfE, Desarrollo Integral de Productos y Procesos Ecoeficientes*. McGraw-Hill. Madrid, España.
- González, H. A. (2006). *La Innovación: un Factor Clave para la Competitividad de las Empresas*. Madrid: Dirección General de Investigación. Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. [Consultado el 12 de Junio de 2022]. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj41Y2Tx9_4AhXCKEQIHTSHBS0QFnoECAQQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.madrid.org%2Fbvirtual%2FBVCM001260.pdf&usg=AOvVaw3yQFNrs6c1UDAJG1aoRHPQ
- González, R. J. J. (2017). *Deforestación en México*. México: Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. [Consultado el 12 de Junio de 2022]. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjehaGNxN_4AhVaIEQIHdOSC2cQFnoECAMQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww5.diputados.gob.mx%2Findex.php%2Fesl%2Fcontent%2Fdownload%2F88108%2F441646%2Ffile%2FCESO-P-IL-72-14-DeforestacionEnMexico-310717.pdf&usg=AOvVaw2jaE29FnCLCNiSUZWgtPwL
- Gómez, N. T. (2004). *Propuesta metodológica para la mejora de la ecoeficiencia de los productos industriales a lo largo de su ciclo de vida. Aplicación a las PyME de la comunidad valenciana*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- Guzmán, M. L. (2005). *Propuesta Metodológica para la Integración del Factor Ambiental en el Diseño de Productos y de Procesos, a través del Sistema de Gestión, en la Industria del Mueble. Caso de estudio: Sector del Mueble del Estado de Jalisco (México)*. Tesis Doctoral de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- IHOBE. (2000). *Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos*. Gobierno Vasco, España. [Consultado el 10 de Junio de 2022]. Obtenido de: <https://www.ihobe.eus/ecodiseno>

- InEDIC Ecodesign Manual. (2011). *Developed within the EU Project InEDIC – Innovation and Ecodesign in the Ceramic Industry*. Rocha, C. et al. European Commission. [Consultado el 13 de Junio de 2022]. Obtenido en: <http://docplayer.es/9398001-Manual-de-ecodisenoinedic-pagina-1.html>
- Keoleian, G. A. y Menerey, D. (1993). *Life Cycle Design Guidance Manual*. US EPA Cincinnati.
- OCDE. (1994): *Manual de Frascati, Organization for Economic Co-operation and Development*. P.
- PRé Consultants, B.V. (1999). *User Manual, Simapro*. Pré consultants B.V. Amersfoort, Netherlands.
- Ramírez, O. A., Ruíz, J. C. y Vélez, V. (2014). *Análisis de Ciclo de Vida con el software SimaPro*. [Consultado el 12 de Junio de 2022]. Obtenido en: <https://aciclovidasimapro.wordpress.com/category/simapro/>
- Rieradevall, J., Vinyets, J. y Doménech, X. (2010). *Ecodiseño: Los Productos y el Desarrollo Sostenible*. Barcelona, Rubes Ed.
- UNE EN 14006:2011. (2011). *Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices para la Incorporación del Ecodiseño*. ISO.
- Van Hemel. (1995). Estrategias de Ecodiseño. [Consultado el 13 de Junio de 2022]. Obtenido en: <https://hdiunlp.files.wordpress.com/2014/09/estrategias-para-el-ecodisec3b1o.pdf>