

El Diseño Industrial en La Economía Circular

ESTRATEGIAS DE DISEÑO EN MODELOS
DE NEGOCIOS CIRCULARES

Trabajo de Grado
Nicolás Capricho Marocci

Escuela Universitaria Centro de Diseño
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad de la República
Año 2020



Escuela Universitaria Centro de Diseño - Eucd

Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo - Fadu

Universidad de la República - Udelar

Montevideo - Uruguay

2020

Trabajo de grado en Diseño Industrial:

“El Diseño industrial en la Economía Circular.

Estrategias de diseño en modelos de negocios circulares”.

Autor:

Bach. Nicolás Capricho Marocci

Tutora:

PhD. Rosita De Lisi

El Diseño Industrial en la Economía Circular

Estrategias de diseño en
modelos de negocios circulares

Autor Bach. Nicolás Capricho Marocci
Tutor PhD Rosita De Lisi



ÍNDICE

00. INTRODUCCIÓN	07	02. SEGUNDA PARTE: Análisis de casos de estudio	39
Motivación	08	A. Casos según Estrategias de Diseño	40
Resumen	09	Estrategias para relentizar ciclos	42
Objetivos	10	A. Productos de larga duración	42
Metodología	11	•A1. Diseño para el apego y la confianza	42
01. PRIMERA PARTE: Marco teórico. Hacia un concepto de Economía Circular	13	•A2. Diseño para la confiabilidad y durabilidad	45
Evolución	14	B. Extensión de vida del producto	46
•Economía Lineal	15	•B1. Diseño para el reuso	47
•Concepto	18	•B2. Diseño para la estandarización y la compatibilidad	49
•Características	19	•B3. Diseño para el mantenimiento y la reparación	50
Creación de Valor	20	•B4. Diseño para la actualización y la adaptabilidad	52
•Diagrama Mariposa	21	C. Diseño para el desmontaje	53
•Ec. Lineal vs Ec. Circular	22	Estrategias para cerrar ciclos	54
•Bases de Creación de valor	23	D. Diseño para el círculo tecnológico	54
Modelos de negocio	24	•D1. Diseño para la remanufactura	54
•Suministros circulares	27	•D2. Diseño para el reciclaje	55
•Recuperación de recursos	28	E. Diseño para el círculo biológico	57
•Extensión de vida del producto	29	•E1. Diseño para el compostaje o biodegradabilidad	57
•Plataformas compartidas	30	B. Casos según Modelos de negocio	59
•Producto como servicio	31	Diagrama de análisis	61
Diseño Circular	32	Análisis comparativo. Estrategias de diseño	72
•Esferas de diseño	33	y Modelos de negocio	
•Integralidad del producto	33	03. CONCLUSIONES	76
•Intención de diseño	34	GLOSARIO	80
•Design for X	36	LISTA DE FIGURAS	81
•Estrategias de diseño	37	BIBLIOGRAFÍA	82
		ANEXOS	84



00.

INTRODUCCIÓN

Motivación	08
Resumen	09
Objetivos	10
Metodología	11



00. INTRODUCCIÓN

MOTIVACIÓN

Con el objetivo de obtener el título de Licenciado en Diseño industrial, este trabajo de grado surge de mi interés en explorar los diferentes ámbitos donde el diseño posee un rol crucial como agente de cambio.

Este trabajo de grado tiene como estímulo profundizar en las cuestiones referidas a la Economía Circular, con el fin de obtener conocimientos teóricos y prácticos, que servirán de base para el desarrollo futuro de proyectos circulares, teniendo como eje principal el vínculo entre diseño y la Economía Circular.

Desde el inicio de mi experiencia universitaria en diseño y anteriormente a ésta en otras áreas del conocimiento, mis intereses profesionales y personales han estado vinculados a temas relacionados al medioambiente y el efecto del accionar humano sobre éste, entendiendo que mi actividad en una profesión futura estará en el entendimiento y en la búsqueda de soluciones a estas acciones que de forma negativa están produciendo un drástico efecto en nuestro planeta.

Es por esto, que a través de experiencias laborales e intereses propios encontré un acercamiento a la temática de la Economía Circular, comprendiendo que su aplicación podría resultar una alternativa válida para contraponer los daños ambientales y sociales que el actual sistema productivo ha provocado, y en el cual la manera en que los productos son diseñados tienen un efecto determinante para la situación actual.



00. INTRODUCCIÓN

RESUMEN

La Economía Circular se ha convertido recientemente en un nuevo modelo de producción y consumo sostenible, mediante su propuesta de gestión de recursos, nuevos modelos de negocio y la creación de valor a través de ciclos cerrados, en contraposición, al actual sistema de producción lineal que a propiciado el agotamiento de los recursos naturales, la degradación y pérdida de los ecosistemas durante décadas.

Este nuevo modelo ha sido acogido por numerosas naciones y organizaciones de pequeña y gran escala, las cuales se encuentran desarrollando conceptos circulares en sus actividades y elaborando planes de acción para su implementación futura. Estas acciones proyectan el crecimiento de su aplicación práctica, por lo que su desarrollo continuará en los próximos años.

Si bien las acciones anteriormente mencionadas continúan en aumento, existen diversos campos de estudio que aún se encuentran poco desarrollados.

Como plantean numerosos autores, el Diseño Industrial posee un rol fundamental para contribuir a la transición hacia este sistema.

Es por esto que resulta alentador el creciente avance de estudios académicos y privados que han sido documentados en los últimos años, sin embargo en el campo específico relacionado al vínculo entre Diseño y Economía Circular todavía

resta mucho por explorar.

Este trabajo de grado pretende contribuir al desarrollo teórico-académico de los conceptos vinculados al diseño y su rol en la Economía Circular, analizando sus responsabilidades, capacidades y acciones.

Esta contribución emprende un camino inicial, el cual se centra en una investigación exploratoria, a través de bibliografía existente, donde se estudian los distintos elementos históricos que han contribuido al desarrollo de la Economía Circular, sus conceptos claves, mecanismos de creación de valor, modelos de negocios y pautas de diseño circular.

El análisis de los distintos elementos servirá como insumo para las subsiguientes etapas de análisis.

Se continúa identificando diversos casos de éxito, los cuales ejemplifican distintas estrategias de diseño y otros que se encuentran comprendidos dentro de modelos circulares, para luego proceder a su estudio.

Se crea un diagrama de análisis que permite visualizar las distintas estrategias de diseño y su interrelación con los modelos de negocio circulares, para su evaluación.

El resultado del análisis permite visualizar los vínculos entre diseño y modelos circulares, posicionando al Diseñador Industrial como un agente crucial en la cadena de cambio.



00. INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

Objetivo General

Comprender, desde la mirada del diseño, las transformaciones que los principios de la Economía Circular están generando en la concepción de productos y/o servicios, con la finalidad de extraer información y herramientas útiles para el desarrollo de proyectos “circulares”, sean académicos o profesionales.

Objetivos específicos

- Identificar las distintas dimensiones en las que el diseño interviene en la Economía Circular.
- Explorar distintas metodologías y herramientas para el desarrollo de productos que sigan los principios de la Economía Circular.
- Analizar, a través del análisis de casos, las distintas interrelaciones entre el diseño de productos/servicios y modelos de negocios circulares.
- Ampliar competencias que harán de este trabajo de grado una guía práctica para futuros trabajos, con aplicación de sus conceptos como herramientas para el diseñador.



00. INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

El presente trabajo de grado se centra en realizar una investigación exploratoria, para la cual se propone una revisión bibliográfica y análisis de casos de éxito para identificar métodos, herramientas y patrones de diseño en los diferentes casos seleccionados.

Se pretende aportar información novedosa y sistematizar conocimientos relativos al vínculo entre el Diseño de productos/servicios y sus implicancias en la Economía Circular.

La metodología aplicada se divide en dos etapas:

01.PRIMERA ETAPA: Marco teórico

Se realiza una revisión de la literatura existente con el fin de crear una visión general de los conceptos claves en relación a la evolución histórica hacia la Economía Circular, la comprensión de los distintos mecanismos de creación de valor, los nuevos modelos de negocio que posibilitan la viabilidad económica del sistema y los criterios, metodologías y herramientas que componen al Diseño Circular.

En total, se estudian más de 30 artículos, que aportan en su totalidad o en temas relacionados, apoyado con publicaciones de distintos expertos en el tema, complementado con cursos online de Universidades prestigiosas en la temática.

02.SEGUNDA ETAPA: Análisis de Casos de estudio

Con el relevamiento de la primer etapa se pretende identificar diversos casos de estudio, tanto productos como servicios, que incorporen y/o ejemplifiquen los conceptos y estrategias de diseño vistos anteriormente.

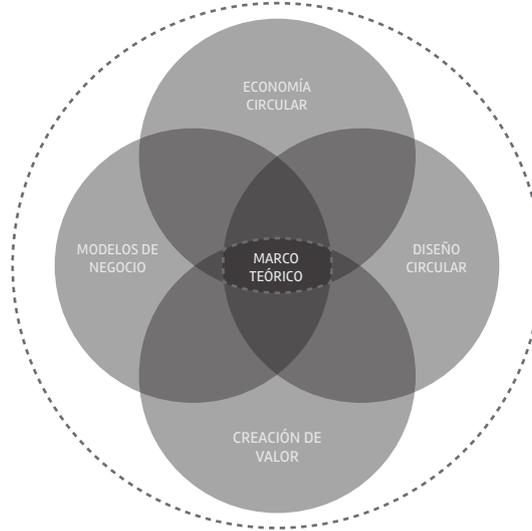
En esta etapa se desarrolla una herramienta de análisis que tiene como cometido evidenciar las distintas interrelaciones, vínculos y patrones determinantes en la relación estrategias de diseño y modelos de negocio.

Se seleccionarán cinco casos representativos por modelo de negocio, un total de quince casos, de acuerdo a las estrategias de diseño incorporadas en las etapas tempranas de su desarrollo para incorporarse a un sistema circular.

La selección y posterior análisis permitirá evaluar y comparar los patrones predominantes en las estrategias de diseño en relación a los modelos de negocio circulares.

● 00. INTRODUCCIÓN

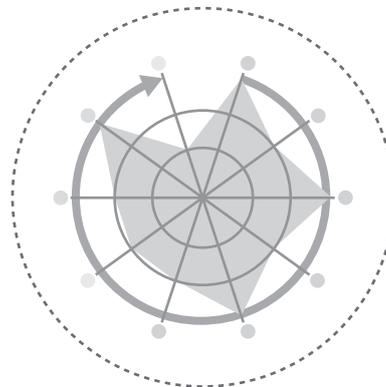
● 01. PRIMERA PARTE.
Marco teórico



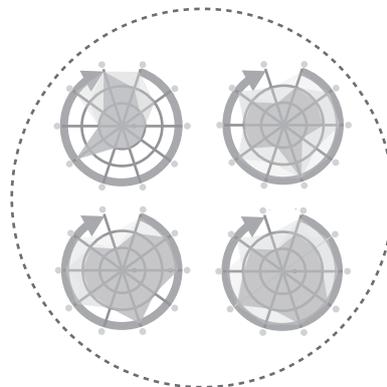
● 02. SEGUNDA PARTE.
Análisis de Casos de estudio



Casos según Estrategias de diseño



Casos según Modelos de negocio. Diagrama



Análisis comparativo.
Estrategias de diseño y Modelos de negocio

● 03. CONCLUSIONES.



01.

PRIMERA PARTE: Marco Teórico.

Hacia un concepto de Economía Circular

Evolución	14
Creación de Valor	20
Modelos de negocio	24
Diseño Circular	32



01. MARCO TEÓRICO.
Hacia un concepto de Economía Circular.

EVOLUCIÓN

Economía Lineal	15
Evolución de los conceptos	17
Concepto Economía Circular	18
Características	19

INTRODUCCIÓN

La Economía Circular (EC) es presentada como una alternativa de crecimiento sostenible al actual sistema económico lineal (EL) que ha regido las actividades económicas y productivas desde hace más de dos siglos, impulsado principalmente por el desarrollo de las Revoluciones Industriales del siglo XVIII y XIX.

Por esta razón, es pertinente contextualizar brevemente los sucesos históricos tanto sociales, económicos y productivos que han marcado la EL e impulsado el desarrollo del concepto de EC.

ECONOMÍA LINEAL

Hasta finales del siglo XIX, los productos fueron desarrollados por artesanos, los cuales realizaban la ideación y producción de los objetos, es decir, eran responsables de todo el proceso productivo, por lo que la profesión de diseño como tal no existía. (Andrews, 2015).

Con la Revolución Industrial, Primera (1760– 1830) y Segunda (1870 – 1914), originada en Inglaterra, se introdujo de forma sistemática la máquina en el proceso de producción, comenzando la mecanización del trabajo, lo que implicaba el reemplazo del trabajo manual por el trabajo de la máquina, relegando el trabajo artesanal y de pequeña escala por el sistema de producción industrial.

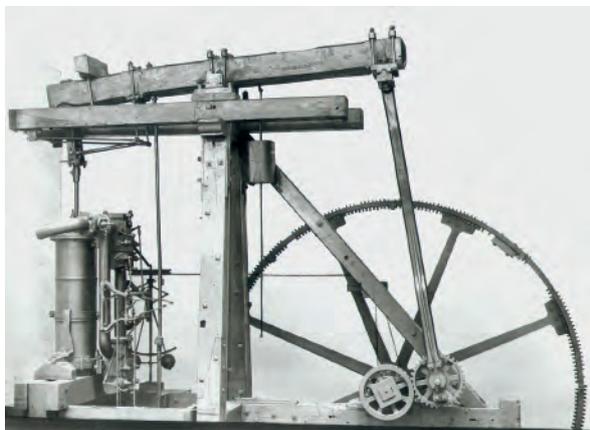


Fig.1: La primera máquina a vapor "Sol y Planeta" de James Watt creada en 1788, Birmingham. Actualmente en el Museo de Ciencias de Londres, Inglaterra.

Este nuevo esquema de producción establece la separación de las tareas de concepción del objeto, de las de construcción o fabricación, especificando roles técnicos para cada una de las actividades. (Gay, 2004).

La producción industrial requería, en contraposición con la artesanal, que los objetos se predefiniieran sistemáticamente antes de comenzar con su fabricación, ya que una vez iniciado el proceso de manufactura resulta dificultoso introducir modificaciones.

Por lo tanto, antes de iniciar la producción, se definen todas las características y detalles para descartar la posibilidad de cambios que puedan implicar un aumento de costos durante el desarrollo.

La preconcepción, etapa previa a la concreción de un producto, es lo que se llama Diseño. (Gay, 2004).

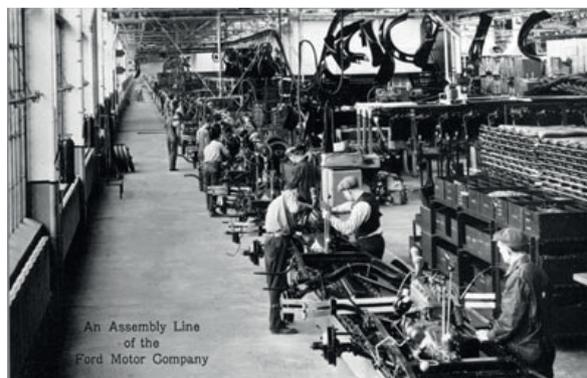
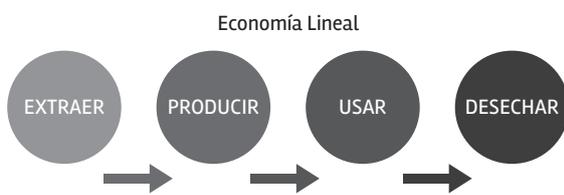


Fig.2: Línea de Ensamblaje Ford Motor Company en 1913. Redujo los tiempos de ensamblaje de la carrocería del Modelo T, de 12.5 horas a 1.5 horas, reduciendo los costos y precio del vehículo.

Este nuevo esquema de producción surgido en la Revolución industrial dio origen a la Economía Lineal como modelo de consumo.

Este modelo se caracteriza por extraer las materias primas, procesarlas para fabricar productos y una vez consumada su vida útil, desecharlos.

La cantidad, variedad y velocidad de la producción de bienes de consumo se vió incrementada, en parte, por la mecanización de los procesos productivos, el desarrollo de nuevos sistemas de energía, la concepción de nuevos materiales y la división del trabajo. La fabricación de bienes procuraba alcanzar la máxima productividad posible, relegando conceptos de escasez de recursos en el futuro o el impacto medioambiental de sus acciones.



Los procesos de producción se aceleraron aún más, y tras la Gran Depresión (1929), se introdujo la obsolescencia planificada como estrategia para estimular el mercado y como regla general en períodos de abundancia. Los bienes de consumo eran diseñados para convertirse rápidamente en obsoletos y ser reemplazados, lo que ayudaba a las empresas a maximizar sus ganancias vendiendo un nuevo producto.

En estas épocas los diseñadores e ingenieros eran contratados para desarrollar productos que cumplan estos criterios (Stevens, 2005).



Fig.3: Cartel propaganda que publicitaba la duración de 1000 horas de funcionamiento de las bombillas. Reducción (sistemática) de las horas de funcionamiento de 2000 a 1000 horas, desmejorando la calidad de sus filamentos. Grupo Phoebus integrado por Philips, Osram, Lámparas Z y General Electrics. (1924).

La estrategia difiere radicalmente en épocas de escasez, como lo fue durante y posteriormente a la Segunda Guerra Mundial (1939–1945), cuando las prácticas de reutilizar, reparar y reciclar eran soluciones recurrentes, debido en parte, a las políticas y restricciones del gobierno, mediante el racionamiento de recursos para el llamado esfuerzo de guerra.

Luego de la Segunda Guerra Mundial, durante la década de 1950, la “obsolescencia programada” se adoptó como estrategia constante por parte de la industria.

En 1954, el diseñador industrial Brooks Stevens, popularizaba en una conferencia, el término obsolescencia programada como la intención por parte de la industria de “...instalar en el comprador el deseo de poseer algo un poco más nuevo, un poco mejor, un poco antes de lo necesario...”¹



Fig.4: En la década de 1940 las necesidades surgidas durante la Segunda Guerra Mundial forzaron la reutilización de materiales como el nylon, papel, ropa, el caucho y algunos metales, para ser utilizados en la industria armamentística.

¹ Traducción libre del autor: "...instilling in the buyer the desire to own something a little newer, a little better, a little sooner than is necessary..." Brooks Stevens. 1954

La obsolescencia programada contribuyó significativamente a dañar el medio ambiente, destruyendo hábitats, generando residuos y acelerando la escasez de materiales.

Como consecuencia del impacto evidente que se estaba generando, académicos y profesionales comenzaron a explorar otras alternativas, desarrollando marcos para influir en el impacto que los productos tienen en el medio ambiente y la sociedad.

Desde la democratización del diseño en el siglo XIX y sus efectos para la prosperidad económica en el siglo XX, los diseñadores comenzaron a reconocer su función y responsabilidades como el vínculo entre ellos, la industria y los consumidores. (Moreno, 2016).

La economía circular propone soluciones potenciales a algunos de los retos surgidos por el desarrollo de la EL y la obsolescencia programada.

Los diseñadores facilitaron las causas de estas problemáticas en el pasado pero ahora tienen el potencial de facilitar e incluso liderar el desarrollo de una Economía Circular. (Andrews, 2015).

Al reconocer la responsabilidad de los diseñadores, a lo largo de los años, las filosofías ambientales han evolucionado desde el diseño verde, al diseño para la sostenibilidad y, más recientemente, el diseño para la circularidad o el diseño circular.

Surgen los primeros enfoques de integración de principios sustentables en el proceso de diseño a partir de la idea de utilizar herramientas de evaluación del ciclo de vida para analizar los impactos ambientales en cada etapa del ciclo de vida del producto (Moreno, 2016).

1970	1980	1990	2000s
Diseño verde	Eco diseño	Diseño sustentable	Diseño para la sustentabilidad

Evolución histórica de filosofías ambientales aplicadas al diseño. Adaptado de Moreno, y colegas. 2016.

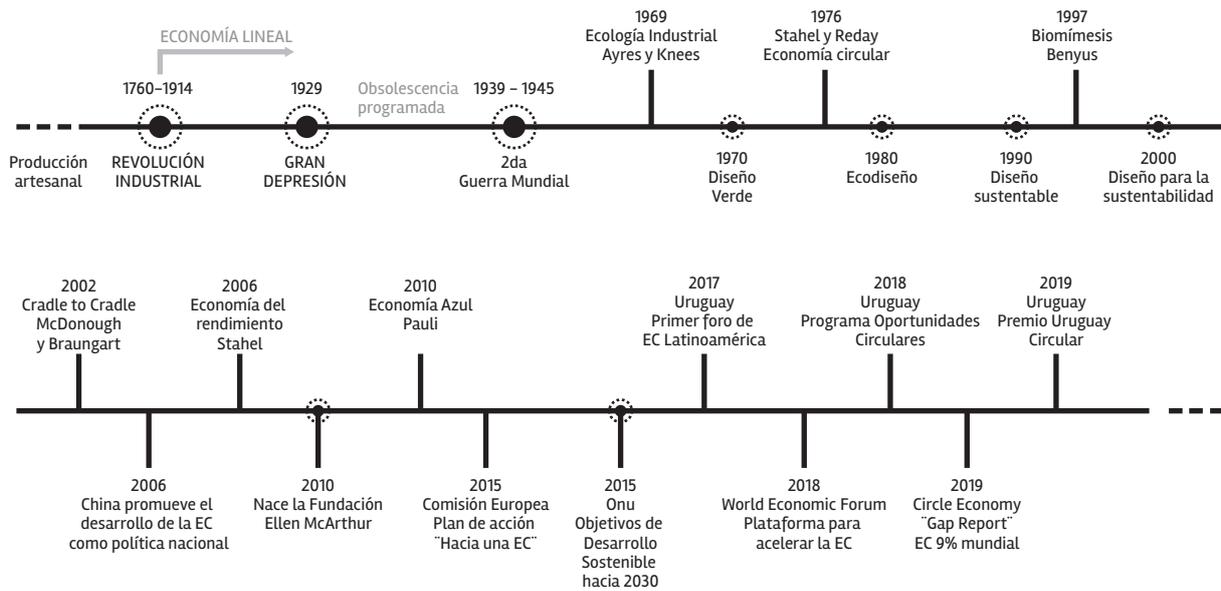
El diseño verde se refiere al diseño y desarrollo de productos con un enfoque en temas puntuales, como la selección de materiales reciclables desde su concepción. Si bien tuvo una gran popularidad a fines de los años 70, actualmente el término está en desuso ya que se substituyó posteriormente por conceptos más abarcativos en términos sustentables y proyectuales.

Durante la década de 1980, se popularizó el término Diseño Ecológico o Eco-diseño, el cual describe el desarrollo estándar del producto con consideraciones ambientales en cada etapa del proceso. Este concepto ha sido criticado por McDonough y Braungart en el libro De la Cuna a la Cuna (2010) ya que según sus apreciaciones tiene el mismo enfoque lineal del sistema productivo tradicional, pero intentando "ser menos malo".

Posteriormente, el Diseño Sostenible introdujo como preocupación los problemas sociales derivados de la interacción producto-usuario, incluida la usabilidad, el uso socialmente responsable, el abastecimiento y el diseño para abordar las necesidades humanas como el impacto del desarrollo del producto en la fábrica, operadores, y personas que viven dentro del ambiente. Sin embargo, este enfoque aún sigue un proceso lineal (Bhamra, 2007).

Como proponen Moreno y sus colegas en el paper "A conceptual framework for circular design, 2016", el Diseño para la Sostenibilidad incluye el rediseño radical de los productos y servicios que contribuyen a un futuro sostenible, mediante la integración de estrategias proyectuales comprendidas dentro del término diseño para la excelencia (DFX)² y el "pensamiento sistémico", conceptos propios de la EC.

² El término DFX se desarrolla en el apartado: 01. Diseño Circular.



Evolución de los conceptos y hechos históricos que impulsaron el desarrollo de la Economía Circular. Elaboración Propia

CONCEPTO ECONOMÍA CIRCULAR

Previamente a abordar el concepto de Economía Circular, resulta necesario considerar que si bien su nomenclatura y abordaje es actual, los principios y fundamentos en los que se basa, han sido desarrollados y definidos de diferentes maneras en el tiempo, teniendo como objetivo principal la promoción de la sostenibilidad y el medio ambiente en su relación con la industria y la sociedad.

Las grandes escuelas de pensamiento relacionadas con la Economía Circular surgieron en los años 70, pero no cobran prominencia hasta la década de los 90 (Ellen McArthur, 2014).

Los conceptos hacia una EC emergen de diversas ideologías, como la propuesta en la **Ecología Industrial** (Industrial Ecology, 1969) de Ayres y Kneese la cual tiene como enfoque crear procesos cerrados en el que los residuos sirven de entrada para otros procesos, eliminando el concepto de desechos. Adopta un punto de vista sistémico, con un carácter interdisciplinario, enfocándose en el impacto de los procesos productivos desde el principio y pudiendo aplicarse tanto en productos como servicios.

Otras teorías desarrolladas más recientemente son, **La economía del rendimiento** (The Performance Economy, 2006) de Walter Stahel, la cual propone reducir la entrada de material a los procesos, y generando nuevos modelos de negocio, como la venta de servicios en lugar de productos y el consumo compartido, los cuales son propuestas actuales de la EC. Sus principios fundamentales son la extensión de la vida del producto, los bienes de larga duración, las actividades de reacondicionamiento y la prevención de residuos.

De este concepto planteado por Stahel, deriva la expresión «**Cradle to Cradle**» (De la cuna a la cuna, 2002), la cual ha sido analizada por McDonough y Braungart y en el que las salidas (residuos) de un sistema se convierten en insumos (recursos) para otros sistemas, determinando dos tipos de nutrientes, biológicos y tecnológicos.

El enfoque principal no debe estar en el desarrollo de productos ecoeficientes donde el objetivo es reducir los desechos, sino en diseñar sistemas con salidas que puedan incluirse en nutrientes por otros procesos.

Los componentes de los productos pueden dise-

ñarse para su continua recuperación y reutilización, como nutrientes biológicos y técnicos en estos metabolismos (Ellen McArthur, 2014).

La Biomimesis de Benyus (1997) propone que los recursos pueden convertirse en un nutriente para la próxima generación de organismos vivos, imitando los diseños y procesos de la naturaleza para resolver problemas humanos.

El enfoque de **Economía azul** (2010) descrito por Gunter Pauli, donde la viabilidad y eficiencia de los sistemas, imitan a la naturaleza, apostando a la economía local y al aprovechamiento de los residuos.

El interés en el desarrollo de un concepto para la EC, se ha profundizado recientemente y su definición aparece descrita de distintas maneras en numerosas publicaciones académicas, principalmente a partir del año 2012, momento en el cual China y distintas naciones de Europa han promovido iniciativas para el cambio de sus actividades económicas y productivas hacia una EC.

Este trabajo de grado no tiene como objetivo analizar las distintas definiciones, por lo que se propone la expuesta por la Fundación Ellen McArthur (2013), como la más alineada con los objetivos del presente trabajo:



"Una Economía Circular es un sistema industrial que es restaurativo o regenerativo por intención y diseño. Sustituye el concepto de "fin de vida" por la restauración, desplazándose hacia el uso de energías renovables, eliminando el uso de productos químicos tóxicos, que perjudican la reutilización, y tiene como objetivo la eliminación de residuos a través del diseño superior de materiales, productos, sistemas y, dentro de esto, modelos de negocio " (EMF, 2013, PP. 7).³

³ Traducción libre del autor: "A circular economy is an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design. It replaces the 'end-of-life' concept with restoration, shifts towards the use of renewable energy, eliminates the use of toxic chemicals, which impair reuse, and aims for the elimination of waste through the superior design of materials, products, systems, and, within this, business models". (EMF, 2013, pp.7).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Pretende que los productos, componentes y materiales mantengan su utilidad y máximo valor en todo momento.
- Diseñar sin residuos: los residuos no existen cuando los componentes biológicos y técnicos de un producto se diseñan con el fin de adaptarse dentro de un ciclo de materiales biológicos o técnicos, apoyados por el diseño para el desmontaje y la readaptación.
- Aumentar la resiliencia por medio de la diversidad: La modularidad, la versatilidad y la adaptabilidad son características muy apreciadas a las que debe darse prioridad en un mundo incierto y en rápida evolución.
- Trabajar hacia un uso de energía de fuentes renovables: Los sistemas deberían tratar de funcionar fundamentalmente a partir de energía renovable, lo que sería posible por los valores reducidos de energía que precisa una economía circular restaurativa.
- Pensar en «sistemas»: Los elementos se consideran en relación con sus contextos medioambientales y sociales.
- Pensar en cascadas: Para los materiales biológicos, la esencia de la creación de valor consiste en la oportunidad de extraer valor adicional de productos y materiales mediante su paso en cascada por otras aplicaciones.



01. MARCO TEÓRICO.

Hacia un concepto de Economía Circular.

CREACIÓN DE VALOR

Diagrama mariposa	21
Creación de valor en la EL vs Ec	22
Bases de creación de valor	23

DIAGRAMA MARIPOSA

El trabajo realizado por Ellen MacArthur Foundation y McKinsey Center for Business and Environment (2015) sobre la base de la idea de McDonough y Braungart (2002) de un sistema de "la cuna a la cuna", muestra en un diagrama los mecanismos de creación de valor que un sistema circular puede proporcionar en los distintos niveles de circularidad, contribuyendo a que los productos, componentes y recursos mantengan su utilidad y valor en todo momento.

En el centro del diagrama denominado "mariposa" (Fig 11) se observan los procesos de la cadena de producción tradicional en un sistema lineal de producción. En ambos lados del mismo se distinguen dos flujos o circuitos de materiales:

bebidas, textiles de fibra natural sin colorantes dañinos, productos hechos de madera, pegamentos biodegradables y similares. Estos productos se basan en materiales biológicos renovables, que no están contaminados con nada que pueda impedir el regreso seguro a la biosfera al desecharlos. (Guldman, 2016).

Nutrientes técnicos (derecha)

Están definidos para circular en circuitos cerrados sin entrar a la biósfera ya que los productos pueden contener materiales no renovables como metales y plásticos derivados del petróleo.

Dichos productos requieren un tratamiento de residuos antes de que puedan devolverse de manera segura a la biosfera, y en la mayoría de los casos no es posible hacerlo sin impactos ambientales negativos.

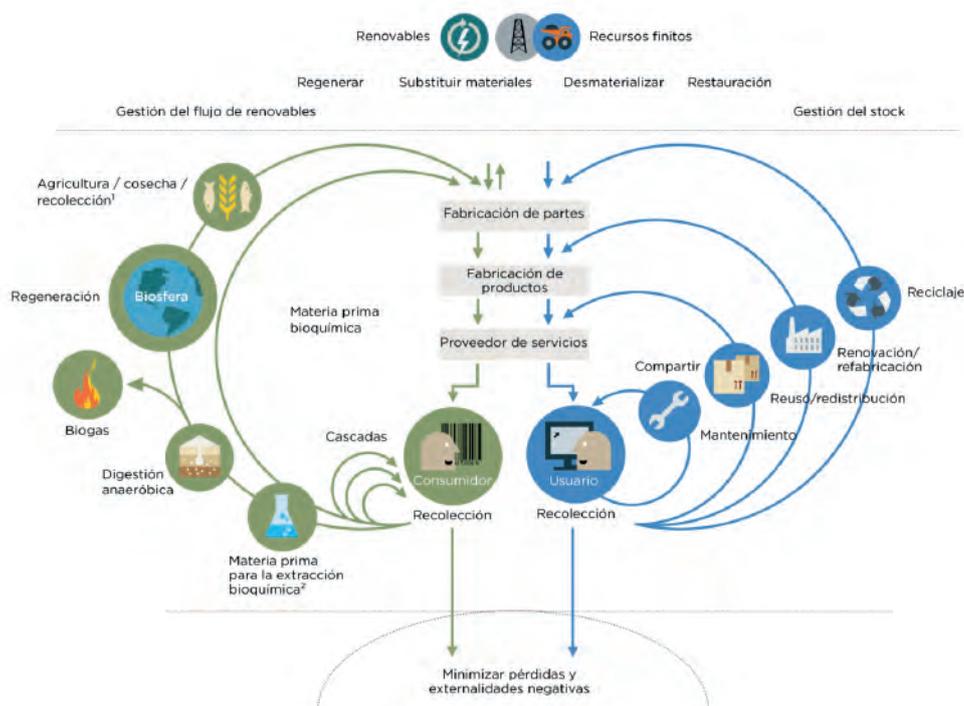


Fig.5. Diagrama de Mariposa. The circular economy (Ellen MacArthur Foundation 2012, p.24).

Nutrientes biológicos (izquierda)

Son diseñados para reingresar a la biósfera y construir capital natural, por ejemplo a través del compostaje y la extracción de biogás.

Esto incluye productos tales como alimentos y

Además, el valor residual de los productos y de los materiales se pierde cuando los productos se eliminan mediante incineración o vertido. Para evitar esta pérdida de valor y materiales, los productos técnicos, los componentes y los materiales deben mantenerse en bucles cerrados durante el mayor tiempo posible. (Guldman, 2016).

El término cascada no se menciona en los recursos para los productos técnicos. Sin embargo, también es un principio importante para estos productos.

La cascada técnica es cuando los productos se mantienen con su primer propietario durante el mayor tiempo posible. Ésto puede realizarse por ejemplo al proporcionar componentes de alta calidad que se mantienen fácilmente, pero finalmente se mueve hacia el círculo de reutilización, una vez su mantenimiento o reparación no es viable.

Después de haber circulado estos dos círculos interiores por un período de tiempo con diferentes dueños, el producto se desgasta y se entrega en un centro de reciclaje. En el mejor de los casos, puede remanufacturarse para convertirse en uno nuevo, si en cambio esto no es posible, puede ser reciclado.

Se presentan, también subcircuitos internos y externos. Los circuitos más internos son los que generan más valor. Por ejemplo, un componente puede ser reciclado para ser reincorporado a un producto, sin embargo hay actividades que resultan más eficientes desde una mirada ambiental y económica, como puede ser proporcionar un mantenimiento adecuado a ese componente para que prolongue su vida útil o de otra forma diseñar productos que duren más tiempo.

CREACIÓN DE VALOR EN UNA ECONOMÍA LINEAL VS ECONOMÍA CIRCULAR

La creación de valor difiere en los modelos de negocio lineales y circulares, particularmente en lo referido al mantenimiento del valor del producto en las distintas fases de su ciclo de vida.

Mediante el trabajo de la institución holandesa Circle Economy (2016) denominado Pirámide de Valor, podemos visualizar las particularidades de cada caso.

En la EL el valor del producto se agrega durante el proceso de producción, para que tenga su

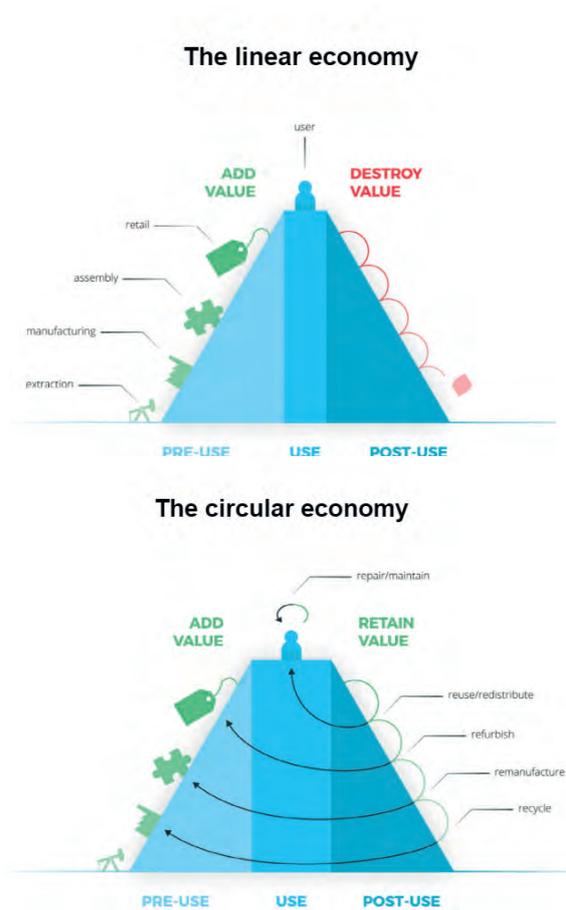


Fig. 6. Pirámide de Valor. Comparación de la creación de valor en un E.L vs E.C. Adaptación de Achterberg, Hinfelaar y Bocken, 2016.

máximo valor en la fase de uso. Luego de que el usuario lo utiliza, el producto se desecha, termina en vertederos o se incinera, destruyendo el valor que fue creado en el proceso de fabricación, sin retenerlo.

En cambio en la EC, se busca mantener el valor del producto y materiales en la fase de uso a más largo plazo, manteniendo y reparando el producto, y extendiendo su vida útil a través de la reutilización, remanufactura y reciclaje.

Cuatro bases de Creación de valor

La Fundación Ellen MacArthur (2013c) y Nguyen (2014) señalan cuatro alternativas en que las empresas pueden crear valor en la Economía Circular, todas las cuales se basan en una mejora de la productividad material, en comparación con el diseño y uso lineal de los productos y materiales.

Principio 1: Poder del círculo interno

-Power of the inner circle-

Se refiere a mantener el producto y su utilidad por el mayor tiempo posible, minimizando el uso de materiales y preferentemente con el usuario o dueño original. Cuanto más corto es el círculo, menor es el cambio en que se debe someter un producto para poder ser reutilizado, transformado o refabricado, ahorrando en los costos de material, mano de obra, energía y capital incorporados al producto.

Reparar y mantener un producto preserva la mayor parte de su valor y ser más rentable, garantizando que el mismo puedan mantenerse funcionando por más tiempo. Si esto no fuera posible los componentes pueden remanufacturarse o reutilizarse. El diseño del producto con el apoyo del modelo de negocio desempeñan un papel vital al aprovechar esta oportunidad.

Principio 2: Poder de circular por más tiempo

-Power of circling longer-

Referido a mantener los productos en tantos ciclos consecutivos como sea posible y prolongar el tiempo de cada ciclo. Este principio está relacionado con el tercero denominado “cascada”. Por ejemplo, reutilizar un producto varias veces o ampliar su vida útil.

En el caso de los bienes que se usan por un período largo de tiempo (como por ejemplo un vehículo), una estrategia es asegurarse una larga vida con el primer usuario, procurando una alta calidad del producto y sus componentes, reparaciones y actualizaciones sencillas, asegurándose que el vehículo permanezca en condiciones originales por más tiempo.

Un segundo paso, es el de incrementar la vida útil con los usuarios posteriores, con las mismas estrategias anteriores. Una estrategia posterior es la de utilizar el producto como pieza de repuestos para otros automóviles, remanufacturar los componentes o reciclarlos generando nuevos productos.

Principio 3: Poder de usar cascadas

-Power of cascaded use-

La idea es diversificar la reutilización de productos y materiales, dentro y entre las industrias. Los textiles son un buen ejemplo de uso en cascada porque la ropa se puede reutilizar primero en la industria de la ropa como ropa de segunda mano, luego se puede utilizar en la industria del mueble como tapicería y el sobrante como material de aislamiento para la construcción.

En cada caso, los productos y materiales reutilizados sustituyen la entrada de material virgen y, por lo tanto, reducen el costo de las materias primas para las empresas involucradas. (Ellen McArthur, 2014).

Principio 4 : Poder de círculos puros

-Power of pure circles-

La aplicación de materiales más limpios o puros, es clave para mantener la calidad de los materiales durante muchos ciclos consecutivos, los flujos de materias no contaminadas incrementan la eficiencia en la recogida y redistribución, manteniendo la calidad.

Estas cuatro cadenas de valor permiten explotar la productividad de un producto y la aplicación de uno de estos no inhibe la aplicación de los otros. Los principios circulares que sean más relevantes para incorporar en los nuevos modelos de negocios de una empresa dependen de varios factores, tales como:

- Condiciones particulares de comercio y mercado.
- Enfoque, intereses y valores de la empresa.
- Competencias y capacidades existentes.

Estos principios deben estar necesariamente apoyados por estrategias de diseño predefinidas en un modelo de negocios que contribuya a generar valor en todas las fases de uso del producto. Este concepto de generación de valor comprende el pienso de todo un sistema, y no de sus partes individuales aisladas.



01. MARCO TEÓRICO.

Hacia un concepto de Economía Circular.

MODELOS DE NEGOCIO

Modelos de negocio	25
Arquetipos	26
Suministros circulares	27
Recuperación de recursos	28
Extensión de vida	29
Plataformas compartidas	30
Productos como servicio	31

Un modelo de negocio describe las bases sobre las que una empresa crea, proporciona y capta valor. (Osterwalder y Pigneur, 2010, 6).

Innovar en nuevos modelos de negocios consiste en crear un nuevo valor para la sociedad y sus diferentes actores, compañías y consumidores, a través del cambio de uno o varios componentes del modelo de negocios. (Osterwalder & Pigneur 2010).

El desarrollo de productos circulares requiere una revolución en el modo en que se conciben los negocios.

La principal diferencia en la forma que se hacen los negocios actualmente y la propuesta por la EC, radica, en que, los productos y/o componentes no poseen una fecha límite de consumo, por lo que el modelo de vender productos, esperando que el mismo caiga en desuso, se consuma o falle, no resulta una forma eficaz de concebir proyectos.



“Un negocio construido alrededor de productos de larga vida y recursos recuperados no puede operar sin productos que apoyen esa estrategia, preferiblemente por intención y diseño.

Para los diseñadores de productos, los cambios en el modelo de negocio podrían dar lugar a los briefs del diseño de productos ese contraste con los productos desechables de la economía lineal.

Aunque esto podría parecer una perspectiva desalentadora al principio, también aumenta la importancia del papel del diseñador de productos”. Bakker y colegas. (2017).⁴

⁴ Traducción libre del autor: “A business built around long-life products and recovered resources cannot operate without products that support that strategy, preferably by intention and design. For product designers, changes in business model could result in product design briefs that contrast starkly to those for the linear economy throw-away products. Although this might seem a daunting prospect at first, it also increases the importance of the product designer’s role”. Bakker y colegas (2017).

En este nuevo paradigma circular los productos a lo largo de su vida, pueden ser, modificados, actualizados, reparados, vendidos, alquilados, divididos, mantenidos, y reutilizados de diversas maneras, bajo la premisa de mantener los recursos en circulación el mayor tiempo posible. Es por esto, que cada cambio presenta una nueva oportunidad para contribuir a cerrar el ciclo económico, creando y manteniendo valor en el tiempo.

Existen distintos principios para aplicar cuando se considera el desarrollo de modelos de negocios circulares.

Lo principal es pensar en sistemas circulares alrededor de los productos, más allá de pensar únicamente en el producto en sí.

La revisión literaria muestra un número relevante de estudios acerca de modelos desarrollados en torno a estrategias de diseño de círculo cerrado y su adaptación a nuevos modelos de negocio. Estos estudios intentan capturar las oportunidades de negocios que surgen de la combinación de elementos como estrategias de diseño, métodos y herramientas, rediseño de productos/servicios y el rol del consumidor en el mercado.



Fig.7: Cinco arquetipos de modelos de negocios para "productos que duran", destinados a servir como punto de partida para que las empresas y los diseñadores piensen en productos de mayor duración en una economía circular. "Products That Last. Product Design for Circular Business Models" (2014).

Los estudios de modelos de negocios más relevantes resultan los realizados por Bakker y colegas en el libro "Products That Last. Product Design for Circular Business Models" y el realizado por Accenture en "The circular business model taxonomies".

En este trabajo se tomará como referencia el modelo desarrollado por Accenture (Accenture 2014, p.13-14) como guía para la categorización de proyectos circulares en lo referido a los modelos de negocios y su vínculo con las estrategias de diseño en el desarrollo de productos circulares.

CINCO ARQUETIPOS DE NEGOCIOS CIRCULARES: ACCENTURE (2014)

- Extensión de vida del producto "Product life extension"
- Plataformas compartidas "Sharing platforms"
- Producto como un servicio "Product as a service" (Accenture 2014, p.13-14).

Como propone el estudio de Accenture, la manera en que el diseño actualmente produce objetos de uso deja mucho valor relegado en los mismos, por lo que se producen muchas ineficiencias en las cadenas de valor de los modelos de negocio, por esto es que se propone repensar la industria manufacturera lineal.

Estos modelos de negocio tienen sus propias características distintivas que las empresas pueden aprovechar, individualmente o en combinación, para generar mejoras en la productividad

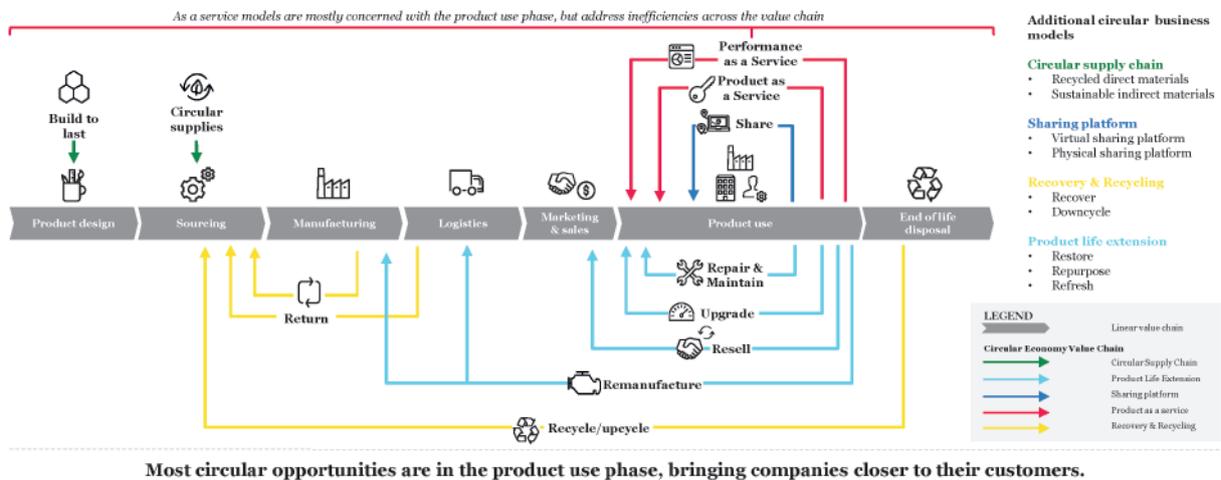


Fig.8: Los submodelos específicos del modelo de negocio modifican diferentes pasos de la cadena de valor para hacerlo circular. Accenture. 2018. p25.

Los modelos de negocios propuestos por Accenture, se basan en un análisis realizado recientemente a más de 120 empresas que trabajan con la EC en las industrias de tecnología, textiles, bienes de consumo y automóviles.

Sobre la base de estos casos, la compañía identificó cinco tipos distintos de modelos de negocios circulares titulados:

- Suministros circulares "Circular supply chain"
- Recuperación de recursos "Recovery and recycling"

de los recursos de manera innovadora que también reduzca los costos, genere ingresos, mejore el valor y contribuya a la diferenciación.

Estos modelos de negocio pueden cruzarse con las cinco bases de creación de valor propuestas por EMF, desarrolladas en el capítulo **Creación de Valor**, según se muestra en la siguiente tabla:

		Principios de creación de valor			
		Principio 1 Círculo interno	Principio 2 Círcular mas tiempo	Principio 3 Uso de cascadas	Principio 4 Círculos Puros
Modelos de negocio	Suministros circulares		●		●
	Recuperación de recursos		●	●	●
	Extensión de vida	●	●		
	Plataformas compartidas	●	●		
	Producto como servicio	●	●		

Fig.9: Interrelaciones entre los cinco modelos de negocio y los cuatro principios de creación de valor. Adaptado de Guldmann, 2016.

MODELOS DE NEGOCIO

Suministros circulares -Circular supplies-

Se refiere al uso de materiales reciclables y/o compostables y al uso de energías renovables, sustituyendo de esta forma el uso de recursos escasos.

Es un modelo adecuado para empresas que tienen una huella ambiental importante o utilizan recursos limitados para la generación de sus productos, de esta forma pueden eliminar ineficiencias y reducir sus desechos.

Los proveedores que dejan de ofrecer productos escasos y tóxicos, desarrollan una fuente a largo plazo más predecible y rentable para la energía y los materiales que vende a los fabricantes. Esto genera una mayor demanda, ya que los materiales se encuentran menos expuestos a aumentos de precios por la fluctuación en el acceso a los recursos, produciendo una ventaja competitiva para el proveedor, debido a que los clientes buscan reducir riesgos, precios estables y un suministro a largo plazo.

La producción se basa en materiales y productos renovables no tóxicos que son biodegradables y fáciles de reciclar.

Los materiales no deben ser tóxicos para alcanzar los objetivos de la Economía Circular. Si se utilizan

recursos tóxicos para diseñar un producto más-confiable y duradero, no es completamente circular. (Lacy, 2015, 35-39.)

Un producto que se incorpore a un sistema circular debe ser diseñado considerando el uso posterior de materiales, componentes y la energía incorporada en el producto.

Para esto es importante que se considere la selección de materiales no tóxicos, la incorporación de componentes estandarizados, y diseñados para facilitar su clasificación al final de su vida útil, mediante un desensamblaje eficaz de sus elementos.

Los desechos, emisiones y las toxinas son el resultado de un mal diseño, es por esto que la intervención de los diseñadores es crucial para que los productos se incorporen a un flujo cerrado de recursos.

Este modelo se relaciona con el principio 2 de creación de valor referido a que los materiales circulen por más tiempo antes de ser desechados, y con el principio 4 de círculos puros, en el cual se propone utilizar materiales puros y no contaminantes que no produzcan efectos en el medioambiente.

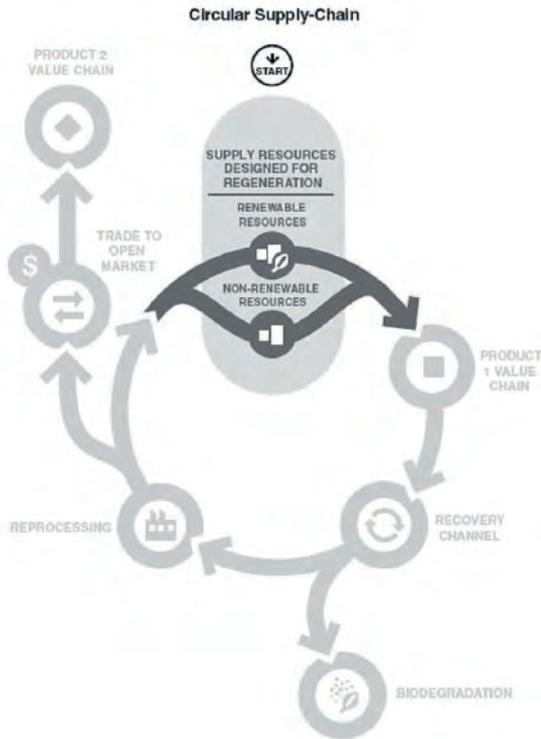


Fig.10: Diagrama del Modelo de negocio: Suministros Circulares (Lacy y colegas. 2015, 1010).

Recuperación de recursos
-Resource recovery-

Consiste en recuperar el valor en el final del ciclo de vida de un producto y de esta forma comenzar otro ciclo a través de la recuperación o el reciclaje.

La simbiosis industrial y el reciclaje en circuito cerrado, como por ejemplo, los productos certificados de Cradle-to-Cradle son referencia de este modelo de negocio (Accenture, 2014).

Este modelo de negocios permite a las empresas eliminar las pérdidas de material y recuperar el valor económico del producto. Es relevante para empresas con material de desecho de productos que pueden recuperarse y reprocesarse de manera rentable y eficaz.

Las empresas que utilizan este modelo de negocio no ven a los desperdicios como un problema externo que debe ser tratado por la legislación, sino como una oportunidad y un recurso. Estas oportunidades pueden ser aplicadas al mismo

producto, a desechos derivados de sus flujos para crear subproductos o aprovechados por otras industrias.

El objetivo no es únicamente reciclar componentes o materiales, sino retener o en el mejor de los casos aumentar el valor de los mismos (upcycling).

Para facilitar este proceso, los productos deben diseñarse de modo que puedan desmontarse fácilmente, utilizando elementos que conectan componentes en lugar de utilizar pegamento, facilitar la clasificación a través de la identificación de las piezas, utilizar solo materiales puros o reduciendo el número de piezas.

Este modelo se relaciona con los principios de creación de valor de círculos puros, el de uso de cascadas y el de circular por más tiempo.



Fig.11: Diagrama del Modelo de negocio: Recuperación de recursos (Lacy y colegas. 2015, 1338).

Extensión de ciclo de vida de un producto
-Product life extension-

Se refiere a la prolongación del ciclo de vida de un producto, mediante la reparación, actualización o remanufactura de los mismos. Usando este modelo, una empresa puede ayudar a garantizar

que los productos permanezcan económicamente útiles por el mayor tiempo posible y que las actualizaciones de productos se hagan de una manera más específica (por ejemplo, un componente desactualizado es reemplazado en lugar del producto completo).

Este modelo es apropiado para empresas que fabrican productos que requieren gran mantenimiento, por el desgaste de sus componentes y empresas que sirven a mercados donde los productos tienen un uso intensivo o cuyas nuevas versiones generan sólo beneficios parciales de rendimiento para clientes sobre la versión anterior.

El modelo de extensión de la vida del producto alarga la vida útil, lo que crea oportunidades para diseñar y comercializar servicios de valor agregado, a través de maximizar la durabilidad, calidad y funcionalidad del producto.

Extender la vida del producto también tiene como objetivo crear relaciones cercanas con los clientes, los cuales aprecian que el proveedor esté sinceramente interesado en agregar valor a su relación y en mejorar la funcionalidad y calidad del producto. Esta relación estrecha permite a la empresa comercializar actualizaciones y complementos y ayudar a fortalecer la lealtad y satisfacción del cliente. (Lacy y colegas. 2015.)



Fig.12: Diagrama del Modelo de negocio: Extensión de vida del producto. Reventa (Lacy y colegas. 2015, 1605)

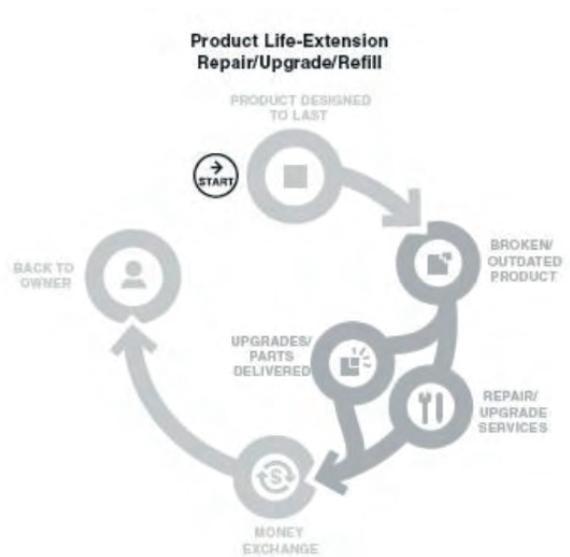


Fig.13: Diagrama del Modelo de negocio: Extensión de vida del producto. Reparación / Actualización (Lacy y colegas. 2015, 1605).

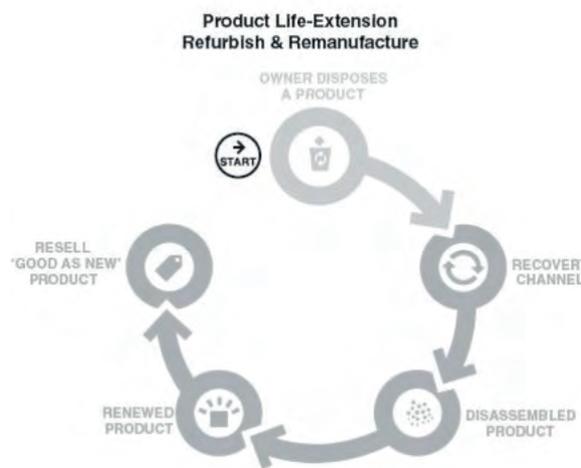


Fig.14: Diagrama del Modelo de negocio: Extensión de vida del producto. Reacondicionar/ Remanufacturar (Lacy y colegas. 2015, 1607).

El potencial de creación de valor de los modelos de negocios de extensión de vida del producto se basa en el poder del círculo interno y de los círculos más largos .

Plataformas compartidas -Sharing platforms-

Fomenta la colaboración entre usuarios de productos, ya sean individuos u organizaciones. La plataforma ofrecida facilita el intercambio de exceso de capacidad o subutilización, aumentando así la productividad de la empresa, mediante un uso más eficiente y sostenible de los recursos y una conexión más profunda entre las personas.

El concepto de compartir e intercambiar productos se ha utilizado durante décadas, sin embargo la novedad del concepto actual proviene de los avances tecnológicos que están abriendo nuevas oportunidades para compartir a través de Internet a un escala mucho mayor que antes. Esto permite una colaboración entre los usuarios a través de servicios en línea o dentro de una comunidad local.

Los usuarios tienen una mayor disponibilidad y flexibilidad de productos, a diferentes precios y en diferentes localidades.

El valor para las empresas no está en poseer recursos sino en administrar el mercado, reuniendo a usuarios con propietarios de productos que puede ser o no la propia empresa que facilita la plataforma, como por ejemplo la empresa Airbnb.

Actualmente este modelo de negocios es más común en los mercados de empresa a consumidor (B2C) que en los mercados de empresa a empresa (B2B). Sin embargo, existen grandes oportunidades en el intercambio entre empresas industriales, lo que podría facilitar unir compras de materiales con bajo impacto ambiental, así como también la distribución y abastecimiento de materiales.

También es útil para empresas de fabricación, cuyos productos y activos tienen una tasa de utilización o propiedad baja (Accenture. 2014).

La creación de valor en este modelo de negocio se basa en un uso más intensivo de los activos y

productos, que está vinculado a los principios del círculo interno y de la circulación más larga.

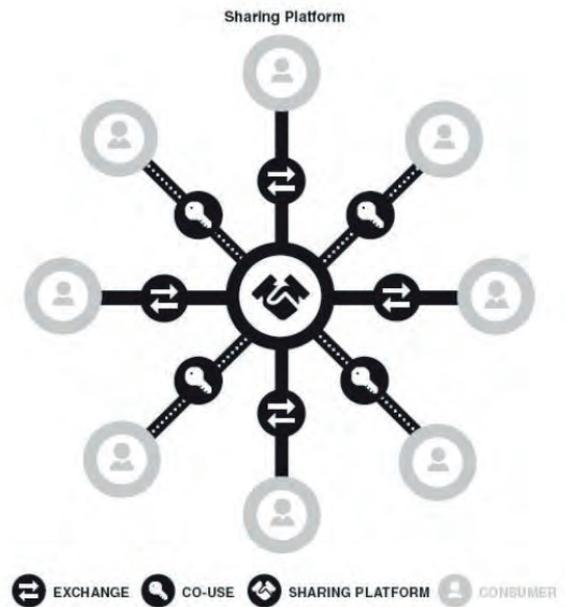


Fig. 15: Diagrama del Modelo de negocio: Plataformas compartidas. (Lacy y colegas. 2015, 1949).

El producto como servicio -Product as a service-

Proporciona productos a través de acuerdos de arrendamiento o pago por uso, por lo que sus ingresos cambian de una suma única a una tarifa continua cobrada durante la vigencia de un contrato o cuando se utilice el servicio.

En este modelo de negocio, la empresa debe garantizar la durabilidad y la capacidad de actualización de sus productos.

Este modelo es interesante para las compañías cuyos productos son caros para los clientes y donde las compañías de fabricación tienen una ventaja en relación con sus clientes en el mantenimiento y la actualización de los productos. (Accenture, 2014).

Es beneficioso para los clientes ya que compran un servicio, una función o un rendimiento deseado en lugar de un producto específico, sin la carga de la propiedad.

La relación entre el cliente y la empresa se hace más estrecha, ya que se produce un intercambio más directo, comprendiendo mejor sus necesidades y como consecuencia puede innovar más rápido, integral y personalizadamente.

permitirá concluir las distintas relaciones entre diseño, creación de valor y modelos de negocios.

El modelo de negocio está relacionado con el poder del círculo interno y el poder de dar vueltas durante más tiempo.

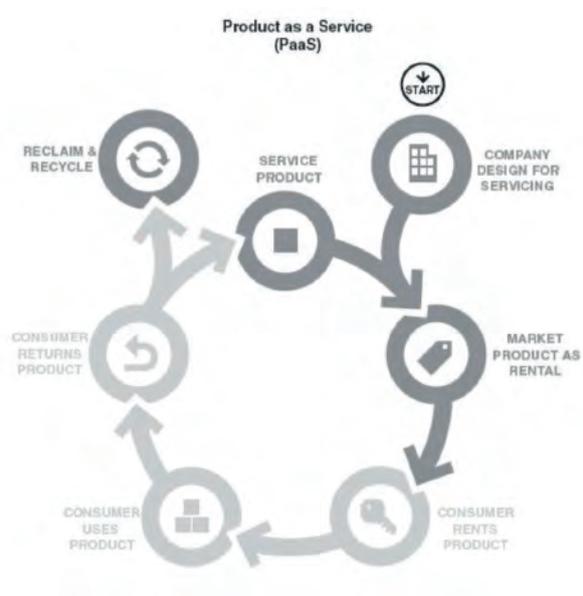


Fig.16: Diagrama del Modelo de negocio: Producto como servicio. (Lacy y colegas. 2015, 2223).

El análisis de los anteriores modelos de negocio muestran la relevancia de las estrategias de diseño aplicadas para acompañar los distintos sistemas de negocio. La venta de un producto como servicio, por ejemplo, no puede ser realizada eficazmente si el mismo no ha sido concebido para ese propósito.

En el siguiente apartado, 06. Estrategias de diseño, se desarrollará la interrelación entre la intención de diseño en la concepción de un producto y su incorporación a un modelo de negocio determinado.

Los capítulos de modelo de negocios y estrategias de diseño servirán de insumo para el análisis de los casos de estudio en el apartado 07, lo que



01. MARCO TEÓRICO.
Hacia un concepto de Economía Circular.

DISEÑO CIRCULAR

Esferas de diseño	33
Integralidad del producto	33
Intención de diseño	34
Design for X	36
Estrategias de diseño	37

El rol del diseño y las decisiones en la generación de productos son un tema recurrente abordado por distintos autores como un factor clave para que sea posible la transición hacia una EC.

El informe de la Environmental Services Association (2013) informa que aproximadamente el 80% del impacto ambiental del producto está determinado en la etapa de diseño.

Según éste informe las decisiones que principalmente condicionan el impacto son las tomadas en cuanto a el material con el que el producto será fabricado, la durabilidad del mismo, la facilidad de reutilización, desmontaje y reparación de componentes, la posibilidad de actualización, el reciclaje y remanufactura, adicionando las estrategias de diseño confeccionadas para su adaptación a un modelo de negocio circular determinado.

ESFERAS DE DISEÑO

En el Paper, "How can design science contribute to a circular economy?", Pigozzo y sus colegas, analizan cómo el diseño puede apoyar la transición desde la Economía Lineal tradicional a una Economía Circular.

Por medio de revisión de la literatura el documento analiza el papel de un conjunto de temas de diseño que pueden contribuir a esta transición.

Los autores concluyen que se han destacado tres temas relacionados al diseño importantes para apoyar la transición y que deben seguir desarrollándose: "Diseño de productos, servicios y sistemas"; "Métodos de diseño y herramientas"; y "Diseño para X". Además, los modelos de negocio para una economía circular aparece como un área de investigación prometedora, al igual que el vínculo entre sustentabilidad y teoría del diseño, metodología de la investigación, comportamiento humano en el diseño y la educación del diseño.

Estas conclusiones resultan importantes para los objetivos del presente trabajo de grado, el cual

intentará contribuir con las temáticas destacadas, abordando estrategias para la creación de valor, el desarrollo de productos y su vínculo con los modelos de negocios, herramientas y estrategias que contemplan conceptos circulares para el diseño de productos y servicios, así como también, el análisis de casos de estudio como aplicación práctica de las temáticas antes mencionadas.

Design processes	Models, strategies and process modelling
Design organisation and management	Organisational understanding, market and business implications and social responsibility
Design research application and case studies	Industry case studies, design practice and applications of design research across industry domains
Products, services and systems design	Platform design, design and optimisation of organisational processes and product/service-systems (PSS)
Design methods and tools	Requirements elicitation and management, evaluation and decision-making and bio-inspired design
Design for X	Ecodesign, design for lifecycle and design for properties
Design information and knowledge	Information and knowledge management, knowledge-intensive design, and design knowledge and collaboration
Design theory and research methodology	Design theories and approaches, research methodologies and methods and experiments in design
Human behaviour in design	Design cognition, design for emotion and experience and creativity and innovative thinking
Design Education	Industry training, teaching examples and experiments and life-long learning in design

Fig.17. Clasificación de esferas de diseño.

INTEGRALIDAD DEL PRODUCTO

Con el principio de inercia, Walter Stahel introdujo una guía para el diseño circular, la cual afirma:

"No reparar lo que no está roto, no remanufacturar algo que pueda ser reparado, no reciclar un producto que pueda ser remanufacturado. Reemplazar o tratar solo la parte más pequeña posible para mantener el valor económico existente del sistema técnico" (Stahel 2010, 195).⁵

Si bien este principio puede resultar una utopía en la práctica, ya que se entiende que inevitablemente el producto descenderá de categoría al no permanecer en su estado original para siempre, este principio implica para los diseñadores de producto el esfuerzo en diseñar con el objetivo de mantener la integridad del producto como original en el tiempo (principio fundamental de la EC),

⁵ Traducción libre del autor: "Do not repair what is not broken, do not remanufacture something that can be repaired, do not recycle a product that can be remanufactured. Replace or treat only the smallest possible part in order to maintain the existing economic value of the technical system" (Stahel, 2010,195).

minimizando y eliminando idealmente costos ambientales al realizar intervenciones para preservar o restaurar el valor económico añadido del producto con el tiempo.

El principio de inercia comienza desde el nivel más alto de integridad del producto, es decir cuando sale de la fábrica, a la nulidad de su integridad cuando no queda rastro de su geometría original. Es por esto que la opción menos recomendable desde la perspectiva de diseño de producto, es el reciclaje, triturar o fundir el producto. Estos procesos implican la destrucción en términos de integridad, debido a que requieren acciones de desmontaje y el posterior reprocesamiento de los materiales, cada cambio requiere energía y nuevas materias primas.



Fig. 18. Principio de inercia de Walter Stahel. The Performance Economy. 2010.

Este concepto servirá como guía para la categorización de las estrategias de diseño, de acuerdo a su nivel de integridad, en el apartado 07. Casos de estudio.

LA INTENCIÓN DE DISEÑO

En el desarrollo de proyectos circulares, la implementación de estrategias dentro de un modelo de negocio, implica inherentemente determinar las características de los productos y servicios en las etapas de creación, lo cual influirá directamente en la forma en que se planificará y gestionará toda la cadena de valor.

Los diseñadores poseen un papel crucial en el desarrollo de sistemas y modelos de negocios sustentables, lo que implica que los mismos sean conscientes del papel y responsabilidad que

poseen para posibilitar la ejecución de estas transformaciones.

De acuerdo al enfoque que se le dé a esta etapa en los proyectos y los resultados esperados, se consideran las características del producto.

No existe una solución única para el desarrollo de un producto, pero su enfoque y manera de crear valor se determinan en esta etapa proyectual.

Como ejemplo de esto, la Agencia de Diseño (AoD)⁶ ha desarrollado un proyecto (Design out Waste) donde evalúan productos de uso cotidiano, como una tostadora, y diseñan tres dispositivos con las mismas funcionalidades pero con distintas características para demostrar cómo los flujos de materiales podrían optimizarse de acuerdo a su intención de diseño.

Luego de una visita a una fábrica de reciclaje, analizaron que solo un porcentaje muy bajo del producto puede volver a utilizarse, perdiendo mucho valor en los procesos de reciclaje. Esto se debe principalmente a la dificultad de efectuar una desensamblaje eficaz de los componentes.

Un vez observado esto, la AoD desarrolló tres estrategias para crear nuevos círculos de reciclaje de los componentes y materiales, mediante el diseño de los productos con este objetivo. Las tres estrategias desarrolladas fueron:

Diseño para la confiabilidad y durabilidad Tostadora "Optimist".

Se desarrolló como contrapropuesta a la obsolescencia programada, logrando un producto en el cual se enfatizó en la longevidad y el valor de los materiales.

La tostadora consiste en un bloque macizo de aluminio, reduciendo la cantidad de componentes que pueden romperse y un sistema de pernos

⁶ Agency of Design (Inglaterra). Estudio de diseño multidisciplinar, enfocado en la investigación, prototipado y desarrollo de productos con consideraciones humanas y medioambientales.

en la parte inferior que facilita su desensamblaje.

Con la premisa de que el aluminio es un material altamente reciclable, se garantiza el aprovechamiento del material luego de su uso.

La tostadora incorpora características de diseño para el apego y la confianza del cliente que se desarrolla en el apartado 06. Estrategias de diseño”.

Por ejemplo, tiene su fecha de “nacimiento” en la parte posterior de las palancas y una textura superficial de aluminio rugosa, lo que le permite “envejecer con gracia” y que el paso del tiempo sea un elemento de creación de valor.

También tiene un contador de tostadas en la cara frontal que hace clic cada vez que se hace una tostada y en un futuro se podrá saber la “historia” del dispositivo, incorporando un componente emotivo, a través de una narrativa.



Fig.19: Tostadora “The Optimist”, desarrollada por la Agency of Design, Inglaterra. Incorpora estrategias de diseño para la confianza y durabilidad.

Diseño para la reparación Tostadora “Pragmatic”.

Es una tostadora diseñada para vincular directamente al fabricante con el consumidor y así crear flujos continuos de material.

Las ranuras modulares son individuales y se conectan en cadena según sea necesario.

Cada módulo está diseñado para caber en un buzón de correo del Reino Unido, lo que hace que la entrega y devolución del producto sea conveniente y sencilla para el usuario.

Si uno de los módulos falla, los demás continúan funcionando, lo que implica que el cliente puede seguir usando el producto, mientras el fabricante repara el módulo o entrega otra unidad.

La tostadora consiste en un bloque macizo de aluminio, reduciendo la cantidad de componentes que pueden romperse y un sistema de pernos en la parte inferior que facilita su desensamblaje.

Con la premisa de que el aluminio es un material altamente reciclable, se garantiza el aprovechamiento del material luego de su uso.

La tostadora incorpora características de diseño para el apego y la confianza del cliente que se desarrolla en el apartado 06. Estrategias de diseño”.



Fig.20: Tostadora “The Pragmatist”, desarrollada por la Agency of Design, Inglaterra. Incorpora estrategias de diseño para la reparación y modularidad de sus componentes.

Diseño para el desmontaje y reensamblaje Tostadora “Realistic”.

Este desarrollo buscó mejorar las tostadoras de bajo precio que se compran con frecuencia como un producto temporal, casi desechable, incorporando el método de desmontaje más barato posible. Se desarrolló una pequeña cápsula que se encuentra adherida a una junta de ajuste a presión.

Todo el producto se puede colocar en una cámara de vacío y las cápsulas se expanden desmontando el producto rápidamente facilitando el desmontaje, ahorrando tiempos y costos operativos. Esto permite la separación no destructiva de los materiales, lo que permite la identificación visual

y el reprocesamiento de materiales de alta calidad.



Fig.21: Tostadora "The Realistic"; desarrollada por la Agency of Design, Inglaterra. Incorpora estrategias de diseño para el desmontaje sencillo.

Con este proyecto los diseñadores concluyeron que no existe una solución única para diseñar un producto que se incorpore a sistemas circulares, sino que la importancia se encuentra en la intención del diseño y la proyección de estrategias dentro del modelo de negocio y los servicios que la empresa brinda.

Esto resulta clave a la hora de comprender el rol del diseño dentro de proyectos para la Economía Circular, lo cual resultará relevante una vez analizados casos de estudios en capítulos posteriores. Estos son meramente ejemplos de soluciones efectivas pero no únicas para determinados desarrollos.

DESIGN FOR "X"(DFX)

El término DFX, es un enfoque holístico que contempla una serie de estrategias que se introducen en la fase preliminar del diseño, creadas para que el producto final cumpla con determinadas características.

La variable " X" puede tomar diversos factores, y representa una fase de vida particular del producto (por ejemplo, fabricación, ensamblaje, remanufactura), o una característica que el producto debe poseer (por ejemplo, calidad, impacto medioambiental, confianza).

Cada criterio de Design for X establece pautas

que sirven como referencia a los diseñadores para solucionar un problema particular, que es causado o afecta a las características de un producto. Por lo que debe ser visto como una postura estratégica con un enfoque multidisciplinario y sistémico.

Los distintos criterios de Design for X deben estar relacionados al concepto general del producto dentro del modelo de negocios determinado para que el producto se adapte de la mejor manera a este sistema.

La intención del diseño en las etapas iniciales es crucial ya que nos determina qué criterio de DFX es el más recomendable preponderar, ya que de otra forma, si dos criterios se encuentran en conflicto no habría forma de establecer cual debería tener prioridad, ni evaluar cuál criterio ofrece el mayor beneficio para el producto dentro del sistema.

Las técnicas de DFX deben estar en continua evaluación a través del proceso proyectual, y no deberían visualizarse individualmente, ya que las pautas de una repercuten en las otras y pueden conllevar a un desbalance en la intención original del diseño.

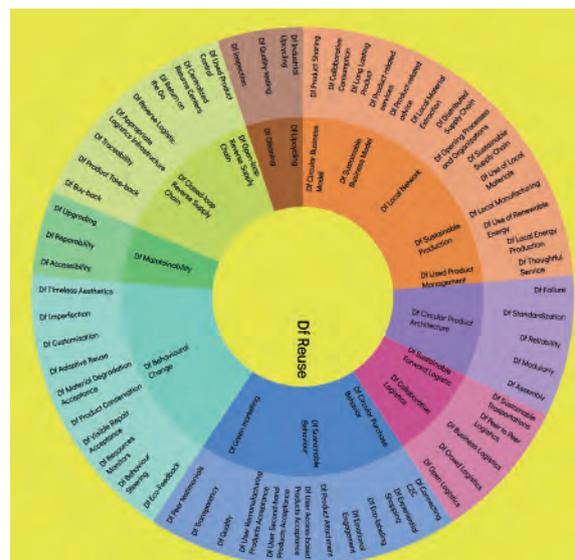


Fig 22. Diseño para el Reuso y sus diferentes estrategias. Extraído de Circulardesign.it

Las distintas estrategias de Design for X se detallarán más adelante en el apartado Estrategias de diseño.

ESTRATEGIAS DE DISEÑO CIRCULAR

Integrar conceptos circulares en etapas tempranas del proceso de diseño resulta indispensable, ya que una vez definidos los recursos, materiales, y componentes del producto, solo pequeños cambios pueden hacerse.

Esta sección describe las estrategias de diseño relevantes para la incorporación de productos y servicios a una Economía Circular, mediante una visión general de la literatura.

Estas estrategias demuestran cómo el diseño puede contribuir a extender y alargar la vida del producto, implementadas en un sistema que acompañe el modelo de negocio adoptado.

Tomando como referencia la categorización de Bocken y colegas (2016) y las de Bakker en su libro 'Products that last' (2014b) se identifican distintas estrategias de diseño para **relentizar** y **cerrar los ciclos** de los flujos de materiales, tanto en la esfera biológica como en la tecnológica.

Preponderando el nivel de integralidad del producto al aplicar las estrategias, así como también, la intención de relentizar o cerrar los ciclos, las mismas pueden clasificarse en:

Estrategias para relentizar ciclos –Slow loops–

Se refiere a ampliar el período de utilización de los productos, con el objetivo de evitar la fabricación de nuevos productos, reduciendo el uso de recursos y energía asociados.

Podemos dividir las en:

• A. **Productos de larga duración**

Prolongar la vida útil de un producto, amplía y/o intensifica su utilización, lo que provoca una desaceleración del flujo de recursos.

- A1.** Diseño para el apego y la confianza.
- A2.** Diseño para la confiabilidad y la durabilidad.

• B. **Extensión de vida del producto**

Se refiere a extender el período de uso de los productos, mediante distintas acciones para incrementar el período de utilización del mismo, una vez alcanzado el declive en su vida útil.

- B1.** Diseño para el reuso y la redistribución.
- B2.** Diseño para la estandarización y la compatibilidad.
- B3.** Diseño para el mantenimiento y la reparación.
- B4.** Diseño para la actualización y la adaptabilidad.

• C. **Diseño para el desmontaje**

Se trata de asegurar la separación eficiente de componentes y materiales que entrarán tanto en el ciclo técnico como biológico.

Las estrategias de desmontaje pueden ser utilizadas para relentizar o cerrar ciclos, y cumplen un papel clave en la incorporación de productos a sistemas circulares.

Estrategias para cerrar ciclos –Close loops–

El objetivo es garantizar que los productos y materiales se reintroduzcan al sistema y se utilicen en un proceso regenerativo, circulando indefinidamente en ciclos técnicos o biológicos.

• D. **Diseño para el círculo tecnológico**

Se refiere a desarrollar productos de tal manera que los materiales o componentes ("nutrientes técnicos") que no puedan ser devueltos a la biósfera, se reintroduzcan a nuevos procesos, manteniéndose en bucles cerrados durante el mayor tiempo posible.

- D1.** Diseño para la remanufactura.
- D2.** Diseño para el reciclaje.

E. **Diseño para el círculo biológico**

Se refiere a diseñar productos con materiales saludables ("nutrientes biológicos") que sirven de alimento para sistemas naturales a lo largo de su ciclo de vida.

- E1.** Diseño para el compostaje o biodegradabilidad.

CLASIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO CIRCULAR

ESTRATEGIAS PARA RELENTIZAR CICLOS		ESTRATEGIAS PARA CERRAR CICLOS	
A. Productos de larga duración	B. Extensión de vida del producto	D. Diseño para el círculo tecnológico	E. Diseño para el círculo biológico
A1. Diseño para el apego y la confianza.	B1. Diseño para el reuso y la redistribución.	D1. Diseño para la remanufactura.	E1. Diseño para el compostaje o biodegradabilidad.
A2. Diseño para la confiabilidad y la durabilidad.	B2. Diseño para la estandarización y la compatibilidad.	D2. Diseño para el reciclaje.	
	B3. Diseño para el mantenimiento y la reparación.		
	B4. Diseño para la actualización y la adaptabilidad.		
C. Diseño para el desmontaje			

Clasificación de las distintas estrategias de Diseño de acuerdo a la intención de ralentizar o cerrar ciclos. Elaboración propia.



02.

SEGUNDA PARTE: Casos de estudio

Casos según Estrategias de diseño	40
Casos según Modelos de Negocio	59

**02. CASOS DE ESTUDIO**

CASOS SEGÚN ESTRATEGIAS DE DISEÑO

Estrategias para relentizar ciclos	41
A. Productos de larga duración	41
•A1. Diseño para el apego y la confianza	41
•A2. Diseño para la confiabilidad y durabilidad	44
B. Extensión de vida del producto	45
•B1. Diseño para el reuso	45
•B2. Diseño para la estandarización y la compatibilidad	48
•B3. Diseño para el mantenimiento y la reparación	49
•B4. Diseño para la actualización y la adaptabilidad	51
C. Diseño para el desmontaje	52
Estrategias para cerrar ciclos	53
D. Diseño para el círculo tecnológico	53
•D1. Diseño para la remanufactura	53
•D2. Diseño para el reciclaje	54
E. Diseño para el círculo biológico	55
•E1. Diseño para el compostaje o biodegradabilidad	56

Esta segunda parte tiene como cometido analizar distintos casos de éxito, tomando como insumo los conceptos estudiados en la etapa anterior.

El análisis se divide en los siguientes caminos:

A. Casos de estudio según Estrategias de diseño.

B. Casos de estudio según Modelos de negocio

A. Casos de estudio según Estrategias de diseño.

Se evalúan las distintas estrategias y aspectos de diseño a tener en cuenta para incorporar en las etapas proyectuales.

Se seleccionan 18 casos representativos que ejemplifican la aplicación práctica de las estrategias, el nivel de integridad que le proporciona al producto y el contexto en el que se desarrolla.

Este análisis servirá como insumo para la confección del diagrama de la siguiente evaluación.

Estrategias para relentizar ciclos

A. Productos de larga duración

A1. Diseño para el apego y la confianza.



REEF REDEMPTION



OWA SPEAKER



VACUUM BOTTLES



BANCO PIEL



REMEMBER ME

A2. Diseño para la confiabilidad y la durabilidad



G-SHOCK



DOPPLE BOTTLE

B. Extensión de vida del producto

B1. Diseño para el reuso y la redistribución.



ROETZ BIKE



HOMIE



CARZGO

B2. Diseño para la estandarización y la compatibilidad.



COPENHAGUE WHEEL

B3. Diseño para el mantenimiento y la reparación.



COPENHAGUE WHEEL



3TEMP

B4. Diseño para la actualización y la adaptabilidad.



BUGABOO

C. Diseño para el desmontaje



LIGHT BULBS

Estrategias para cerrar ciclos

D. Diseño para el círculo tecnológico

D1. Diseño para la remanufactura.



CATERPILLER

D2. Diseño para el reciclaje.



PRINT YOUR CITY

E. Diseño para el círculo biológico

E1. Diseño para el compostaje o biodegradabilidad.



ECOWARE

ESTRATEGIAS PARA RELENTIZAR CICLOS

A.Productos de larga duración

-Long life products-

ESTRATEGIAS PARA RELENTIZAR CICLOS

A.Productos de larga duración

A.1 El diseño para el apego y la confianza

Integralidad del producto



Consiste en crear productos que serán amados, queridos o de confianza por más tiempo, es decir, que prolongarán su vida útil apelando a la durabilidad emocional. Esto permite que se conserve la integridad del producto por mayor tiempo.

El objetivo de diseño es el de contribuir a que el usuario se sienta personalmente apegado al producto, de tal forma que su reemplazo sea pospuesto, prolongando la vida útil del producto.

El desafío consiste en que el apego y la confianza del usuario hacia los productos solo puede estimarse en términos de probabilidad, por lo que la intención y la influencia del diseñador juega un rol crucial en las etapas proyectuales. (Bakker y colegas, 2014).

Aspectos de diseño a tener en cuenta:

- Incorporar aspectos semióticos, emocionales, narrativos en el producto con el objetivo de que el usuario se apegue personalmente al mismo.
- Procurar confianza en el producto: en aspectos de calidad y seguridad.
- Incorporar características personalizables, innovadoras, actualizables y adaptables.
- Facilitar la construcción de conexiones sociales por el usuario a través del producto.
- Proporcionar servicios, información o transmitir un significado que es relevante dentro del ambiente social del usuario .

Apego a través de la narrativa

Producción de dispositivos con productos anti-gueros, utilización de materiales sostenibles o construcción de una historia atractiva para el usuario a través del producto, lo que lo convierte en parte de la misma.



Fig.23

Reef Redemption | REEF | EEUU

La línea Reef Redemption, se ocupa del desarrollo de productos que tengan un bajo impacto ambiental, mediante el uso de materiales y pegamentos no tóxicos, y el uso de la menor cantidad posible de material.

Las costuras, los hilos y el forro superior de la sandalia están hechos de botellas de agua recicladas (PET) y la suela es 51% de EVA reciclada postindustrial.

También utilizan un molde individual para hacer cada suela (30% de caucho reciclado) lo que reduce el desperdicio a un 1%, que luego se mezcla con los materiales para hacer la próxima ronda de suelas.

En este caso el apego al producto se produce mediante la narrativa productiva y los materiales sostenibles utilizados, esto permite que el consumidor se sienta parte del proceso de cambio ambiental al momento de la compra y el uso.

Apego a través de la personalización

Los elementos del producto pueden ser intercambiables y personalizables. Por ejemplo la utilización de tecnologías de impresión 3d para personalizar componentes, el ensamble del producto por parte del usuario y la elección de determinadas características funcionales y estéticas.



Fig.24

Owa Speaker | ARMOR 3D | EEUU

Owa speaker es un parlante desarrollado por un equipo conformado por fabricantes de impresoras 3d y diseñadores, lanzado en la plataforma de crowdfunding Kickstarter para su financiación y desarrollo.

El altavoz está protegido por una carcasa impresa en 3D de materiales que consisten en 30% de envases de yogur reciclados. Esta carcasa está disponible en muchos colores, formas y patrones, y es completamente personalizable; hoy en día hay más de 50 modelos, los cuales facilitan su adaptación a cualquier entorno.

Además de prolongar su vida útil mediante la personalización y así su actualización con el tiempo, el producto es fácilmente desmontable y reparable.

Apego través de la durabilidad y calidad

Utilización de materiales con alta calidad y resistentes por ejemplo a las inclemencias del tiempo, desgastes funcionales, fallas y mal uso por parte del usuario.



Fig.25

Vacuum Bottles | STANLEY | EEUU

La marca Stanley tiene más de 100 años de historia. Nacido del inventor William Stanley. En 1913 fusionó el aislamiento al vacío y la resistencia del acero en un contenedor portátil.

La empresa posee como premisa la fabricación de productos sostenibles mediante la durabilidad y calidad de sus componentes, y materiales altamente reciclables como el acero, reduciendo la cantidad de elementos y la posibilidad de reemplazo cuando se producen fallas.

Otras características relevantes de sus productos son las diversas formas de utilización, lo que proporciona a los clientes versatilidad y confianza en su uso, así como también la garantía de por vida otorgada por la empresa, a un precio relativamente bajo.

Apego a través de la apariencia

Se refiere a la utilización de materiales inusuales, o que se transforman y/o cambian de apariencia y características con el tiempo, por ejemplo materiales como el cuero o la madera .



Fig.26

Banco Piel | GRUPO BONDI | Argentina

Es un banco experimental, de cemento liso, pintado con ocho capas sucesivas de colores engamados.

A medida que los bancos se usan, las sucesivas capas de pintura se van desgastando y van apareciendo dibujos orgánicos, que surgen de los gestos espontáneos o inconscientes de los usuarios con el uso.

Los bancos prolongan su vida útil ya que su valor reside en su desgaste con el tiempo y su uso. Este desgaste, que generalmente es un elemento inevitable y causa de reemplazo, es repensado y aplicado como característica sobresaliente del producto

Apego y confianza mediante la interacción

Nuevas formas de interfaz e interacción con el producto, por ejemplo interactuar mediante gestos u otros dispositivos como teléfonos celulares.



Fig.27

RememberMe | OXFAM | Reino Unido

RememberMe es un proyecto que captura historias de personas que llevan productos a una tienda benéfica de Oxfam, en Inglaterra.

Las historias dan mayor valor al producto y se pueden escuchar al escanear un código en la etiqueta con un teléfono móvil o escáner que está disponible en la tienda.

Este servicio brinda a los productos la oportunidad de expresar su narrativa y contribuir a que las personas se sientan unidas.

La exposición RememberMe explora el Internet de las cosas basado en historias, no en datos. Al adjuntar un código de barras cargado de recuerdos sobre la ropa y los artefactos que los visitantes donan a la sucursal, las cosas ganarán un valor social y cultural.

ESTRATEGIAS PARA RELENTIZAR CICLOS

A.Productos de larga duración

A.2 El diseño para la confiabilidad y la durabilidad

Integralidad del producto



Consiste en diseñar el producto para que dure el mayor tiempo posible. La clave es mejorar la fiabilidad de uso del producto, garantizando que el mismo funcionará por un largo período de tiempo sin presentar fallas.

No tiene sentido diseñar un elemento del producto que dure 20 años si otro se rompe al poco tiempo de uso, por lo que se debe pensar en la vida útil de todo el sistema. (Bakker y colegas, 2014).

Aspectos de diseño a tener en cuenta:

- Etapas de testeo previas a la comercialización del producto.
- Utilizar materiales e insumos de proveedores de calidad, (certificaciones, test técnicos, trayectoria).
- Diseño modular para facilitar el intercambio de elementos dañados y/o desactualizados.
- Diseño simplificado de componentes y ensamblaje.
- Gran durabilidad del producto: materiales resistentes a la degradación.
- Procesos de producción optimizados: fabricación, instalación y ensamble.
- Potencial de reemplazo de los componentes: facilidad de acceso y reemplazo.
- Cuanto más partes tenga el producto, las posibilidades de fallas se multiplican en función del número de partes.

Confiabilidad y durabilidad técnica

Confiabilidad respecto a la probabilidad de fallas de un componente o producto.



Fig.28

G-Shock | CASIO | EEUU

El reloj lanzado en 1983 fue diseñado para poder sobrevivir a situaciones extremas, como por ejemplo, la G significa gravitacional, que se refiere a que el reloj puede soportar una gran presión y que puede dejarse caer desde grandes alturas.

Fue diseñado alrededor de un principio de "triple 10" que significa que debería soportar una caída de 10 metros en una superficie dura, tener 10 años de vida útil de la batería y funcionar a una presión de 10 bar (200 m).

La durabilidad se logra a través de 10 capas en total entre el núcleo de cuarzo y el mundo exterior. Se probaron más de 200 prototipos antes de llegar al diseño final, el cual se ha mejorado aún más desde su lanzamiento.

Confiabilidad y durabilidad emocional

Consiste en la percepción por parte del usuario de un producto simplificado e intuitivo.



Fig.29

Botella Dopper | DOPPER | Países Bajos

Dopper es una botella diseñada para combatir la contaminación plástica debido a la eliminación de botellas de plástico de un solo uso.

Es un producto multifuncional, se puede usar como una botella normal para beber y cuando se separa la parte superior e inferior, tiene un vaso y una jarra.

Es un producto de fabricación de cuna a cuna, lo que significa que cada pieza dañada puede devolverse de forma gratuita y se reciclará en nuevos Doppers.

El usuario puede pedir piezas por separado cuando falta una.

ESTRATEGIAS PARA RELENTIZAR CICLOS

B. Extensión de vida del producto

-Life extension-

ESTRATEGIAS PARA RELENTIZAR CICLOS

B. Extensión de vida del producto

B.1 El diseño para el reuso y la redistribución

Integralidad del producto



Esta práctica está dirigida a extender la vida útil de los productos más allá del primer ciclo de vida.

Se refiere a el uso de productos descartados que aún están en buenas condiciones para cumplir con los requisitos iniciales.

El diseño de productos reutilizables puede ahorrar recursos al evitar la fabricación de más productos nuevos.

Sin embargo, los productos deben construirse de manera más robusta, a menudo con más volumen de material. También deben ser transportados y, en muchos casos, limpiados antes de ser redistribuidos.

Cuanto más ciclos de reutilización pueda atravesar un producto, mayor será su ventaja ambiental sobre una alternativa no reutilizable. Del mismo modo, con los productos que se utilizan intensivamente sin transporte y procesamiento, la ventaja del producto reutilizable, desde la perspectiva de la CE, aumentará cuanto más tiempo permanezca el producto en uso.

Si bien los productos fallan eventualmente, no solo se debe tener en cuenta el desgaste que se produce en los objetos para diseñar para la reutilización.

Se debe tener en cuenta también, los aspectos sociales y emocionales que llevan a los usuarios a desechar sus productos y que provoca que algunos ya no sean deseables.

Aspectos de diseño a tener en cuenta:

- Procurar un desmontaje sencillo
- Organizar y facilitar el acceso a componentes recuperables
- Facilidad de mantenimiento y reparación.
- Diseño de componentes según estándares para facilitar la sustitución.
- Diseño de productos para uso secundario.
- Piezas sujetas a tensión o desgaste deben ser especialmente resistentes.
- Selección adecuada del material para la función correcta.
- Durabilidad de los materiales y conexiones.
- Materiales que corroen, manchan, o fallan fácilmente debe evitarse.
- Diseño para la Estandarización, compatibilidad y adaptabilidad.
- Diseño para el Apego emocional
- Diseño para la Confiabilidad

Diseño para el reuso extendiendo su vida útil

Es el tipo más común de reutilización. Es la redistribución simple de productos existentes y de segunda mano a nuevos usuarios. Algunos ejemplos comunes de este tipo de modalidad de reuso, son las tiendas de ropa de segunda mano, tiendas de artículos vintage, y el reuso de cartuchos de tinta para impresoras.



Fig.30

Roetz Bike | BIKE | Países Bajos

Roetz-Bikes hace bicicletas con un diseño urbano y de aspecto vintage dándole una segunda vida a las bicicletas descartadas de reconocidas marcas de bicicletas holandesas. Es una empresa que vuelve a fabricar bicicletas viejas de marcas que se han destacado en la fabricación de cuadros robustos que duran más que el resto de la bicicleta. Utilizan piezas de calidad para atraer a los usuarios que se preocupan por el medio ambiente, apelando en este sentido al diseño de la narrativa. Producen en cooperación con talleres protegidos (Sociale werkplaats) y obtienen bicicletas viejas de depósitos municipales.

La empresa posee concesionarios que proporcionan al cliente la posibilidad de mantener, reparar y personalizar la bicicleta mediante el intercambio de partes .

Diseño para el reuso intensificando la vida útil

Se basa en el uso de un solo producto, por muchos usuarios, en cortos períodos de tiempo. Tiene como modelo de negocio las economías de servicios (The service economy) y economías de intercambio (The sharing economy). Estos dos modelos pueden facilitar un enfoque más sostenible del uso de los recursos equilibrando la necesidad de los individuos y empresas de crear valor e ingresos.



Fig.31

La economía de servicios

Es un modelo centralizado en el que una empresa es responsable de la producción, el mantenimiento y la gestión de un producto. El cliente paga una tarifa para obtener acceso y uso de este producto. Esto es lo que con frecuencia se llama "pago por uso".

Homie | LAVARROPAS | Países Bajos

La empresa Homie intenta reducir el impacto ambiental de los electrodomésticos, sustituyendo el concepto de propiedad por el de pago por uso.

Este modelo estimula a los fabricantes a producir electrodomésticos más duraderos y sostenibles, al tiempo que impulsa a los clientes hacia el uso más consciente de estos productos, incorporando información de la frecuencia de uso, y el ahorro al usar menos energía y en los momentos que la misma tiene un costo más bajo.

La economía del intercambio

Es un modelo descentralizado, en el que los usuarios intercambian productos entre ellos, según sus necesidades. El modelo de negocio de la empresa que fabrica el producto podría no haber cambiado con respecto a su modelo económico lineal y original. En tal caso, es posible que la empresa no esté generando nuevos ingresos por el intercambio de sus productos entre usuarios.



Fig.32

Car to Go | EEUU

Car to Go es un servicio de pago por uso de autos compartidos en ciudades europeas y norteamericanas.

La compañía proporciona automóviles eléctricos Smart Fortwo, que son utilizados exclusivamente por Car to Go.

Los automóviles se encuentran en toda la ciudad y pueden ser accedidos por el usuario mediante una aplicación. No hay obligación de devolver el auto a su ubicación original y su uso se cobra por minuto, hora o por día .

Los autos de alquiler son todos iguales. Se utilizan menos opciones "personalizadas" que en los automóviles de consumo, lo que reduce la cantidad de piezas diferentes.

El auto es propiedad de Car2Go y puede ser reparado en momentos óptimos. El usuario informa la condición del automóvil que puede llevar a un mantenimiento más temprano.

ESTRATEGIAS PARA RELENTIZAR CICLOS

B. Extensión de vida del producto

B.2 El diseño para la estandarización y la compatibilidad.

Integralidad del producto



Tiene como objetivo crear productos con partes que también se ajusten a otros productos.

Se puede lograr la compatibilidad a través de la estandarización, lo que significa que productos o componentes pueden ser diseñados y producidos de forma uniforme (es decir, de acuerdo con las normas), o a través del desarrollo de adaptadores entre partes incompatibles.

El producto puede ser compatible en su totalidad con productos existentes, sin necesidad de elementos que aseguren la compatibilidad (por ejemplo adaptador) o mediante un elemento externo entre el producto u elemento.

Aspectos de diseño a tener en cuenta:

- Diseñar piezas modulares permite adaptar nuevos elementos actualizados.
- Habilitar futuras actualizaciones de software.
- Determinar la compatibilidad del producto.
- El producto es compatible en su totalidad, con productos iguales o nuevos.
- El producto posee componentes compatibles con otros productos dentro del mismo sistema de productos.
- Los componentes del producto se pueden comprar y combinar para formar un sistema de producto, con otros compatibles de distintos proveedores.

Diseño para la compatibilidad

Se refiere a la creación de productos con partes o interrelaciones que también se adaptan a otros productos.



Fig.33

Copenhague Wheel | Dinamarca

La rueda de Copenhague transforma una bicicleta en un híbrido eléctrico inteligente, rápida y fácilmente. Contiene un motor, baterías, sensores múltiples, conectividad inalámbrica y un sistema de control integrado.

La rueda aprende cómo el usuario pedalea y se integra a su movimiento, multiplicando la potencia del pedal, permitiendo capturar la energía disipada mientras se pedalea y frena, y guardarla para cuando se necesita un poco de impulso. También mapea los niveles de contaminación, la congestión del tráfico y las condiciones de las carreteras en tiempo real.

Se diferencia de otras bicicletas eléctricas en que todos los componentes están contenidos en un único bloque.

Permite controlar la rueda a través de un teléfono inteligente. Luego se puede usar el teléfono y la aplicación para desbloquear y bloquear la bicicleta, cambiar de marcha, seleccionar cuánto le ayuda el motor y para ver información relevante en tiempo real.

ESTRATEGIAS PARA RELENTIZAR CICLOS

B. Extensión de vida del producto

B.3 El diseño para el mantenimiento y la reparación

Integralidad del producto



Se refiere a extender la vida útil de los productos a través del uso prolongado de los mismos y corresponde a todos los aspectos del rendimiento a través de la fase de uso (Berg y Bakker, 2015).

Mientras que el mantenimiento se concentra en evaluar el rendimiento y los servicios de los productos para conservar la funcionalidad de las piezas mediante actividades preventivas periódicas y ligeros ajustes, la reparación trata de restaurar un producto o componente a un buen estado después de una descomposición o daño donde la garantía básicamente cubre la pieza reparada (Linton, 2005; Hollander, 2017).

Al igual que con las reparaciones, muchos productos complejos que deben ser duraderos requieren actividades de mantenimiento que deben ser facilitadas por soluciones de diseño adecuadas. (Manzini; Vezzoli, 2008).

Dado que la reparación implica el uso de nuevos recursos, como materiales y energía, puede ser menos deseable que simplemente reutilizarlo.

Sin embargo mantiene un nivel más alto del valor del producto original que prolongando su utilidad mediante la remanufactura o el reciclaje.

En los modelos de negocio de economía lineal, los productos fallan y generalmente son desechados o reparados por las empresas.

Un nuevo modelo de negocio donde los productos que fallan puedan ser reparados y/o actualizados por los consumidores puede generar nuevas formas de ingreso de fondos, aumento en la reputación y diferenciación de las empresas, vendiendo servicios en lugar de productos, donde se pueda vender repuestos en lugar de productos integrales, servicios de capacitación en reparación, actualizaciones de software y hardware,

contribuyendo de esta forma mantener los productos en uso por un mayor tiempo. (TU Delft, 2018).

Aspectos de diseño a tener en cuenta:

- Predictibilidad del rendimiento del producto y mantenimiento necesario.
- Desmontaje sencillo y facilidad de acceso a todos los componentes.
- Diseño de componentes modulares.
- Disminución del uso de herramientas para su desmontaje, por ejemplo uso de clips, soluciones de inserción y deslizamiento.
- Minimizar elementos de unión, procurar la estandarización de los mismos de acuerdo a tipo y tamaño.
- Evitar el uso de pegamentos, los agentes de unión y las soldaduras, especialmente para unir las partes de la caja exterior. Utilizar piezas estándar y lubricantes estándar.
- Acceso a documentación, intuitiva y fácil de entender para el personal de servicio y para usuarios con distinta experiencia técnica.
- Indicaciones de desgaste. Predice el tiempo de vida útil restante.

La reparación de un producto pueden categorizarse dependiendo del diseño, el nivel de experiencia técnica y las herramientas especializadas que se necesitan.

Esto varía ampliamente de un producto a otro y se basa, en gran medida al modelo de negocio y en las decisiones de diseño tomadas durante el proceso de desarrollo del producto.

El diseño para facilitar el mantenimiento y la reparación por parte de las empresas (B2B Business to business).

Para muchas empresas, las actividades de reparación y mantenimiento son una parte fundamental de sus flujos de ingresos. Esto puede llevar a productos que son intencionalmente difíciles de reparar por los consumidores. Los productos complejos o peligrosos son en su mayoría reparados por empresas ya que son difíciles de reparar para un consumidor o por que existe un riesgo alto de dañar el producto o provocar una falla futura.



Fig.34

Mobike | Bicicletas | China

Mobike es una campaña de empresas de bicicletas compartidas lanzadas en 2016 en Shanghai.

Las bicicletas están equipadas con GPS y tecnologías de bloqueo inteligente que permite a los usuarios localizar, reservar y desbloquear bicicletas con un teléfono inteligente.

Después de usarlas, los usuarios pueden bloquear la bicicleta y estacionarla en el lugar, dejándola disponible para el próximo usuario.

Las compañías adoptaron una perspectiva de diseño modular, duradero y fácil de reparar para maximizar su vida útil, mediante la utilización de nuevos materiales para los neumáticos, cuadros y componentes robustos, pocos elementos y asociaciones con municipalidades para microgerenciar la reparación.

El diseño para facilitar el mantenimiento y la reparación por parte del consumidor (B2C Business to Consumer)

Algunas compañías permiten a los usuarios realizar la reparación por sí mismos siempre dependiendo del diseño, el nivel de experiencia técnica y las herramientas especializadas que se necesitan. El diseño modular de componentes facilita en gran medida la reparación para los clientes.



Fig.35

3 temp | Máquinas de Café | Suecia

Son máquinas de café profesionales diseñadas para facilitar el acceso, tanto a los clientes como al personal de servicio.

Como característica especial, la máquina está conectada a una central en Suecia, donde las entregas de repuestos se pueden activar de forma rápida y fácil, sin que el cliente tenga que hacer una gestión.

La vida útil se amplía mediante consejos de mantenimiento personalizados y permite enviar piezas de repuesto al personal de servicio o clientes antes de que la máquina esté fuera de servicio

La reparación puede ser realizada por los propios clientes, facilitada por el fácil acceso a todas las partes de la máquina.

ESTRATEGIAS PARA RELENTIZAR CICLOS

B. Extensión de vida del producto

B.4 El diseño para actualización y adaptabilidad

Integralidad del producto



Diseñar el producto para que se pueda actualizar, y satisfacer las diferentes necesidades de los usuarios en futuras generaciones de productos (capacidad de actualización), y/o que el producto en su forma actual se puede ajustar para mejorar sus funciones actuales y satisfacer las necesidades del usuario más apropiadamente (capacidad de adaptación).

Esto fomenta la flexibilidad del producto y elimina la necesidad de comprar uno nuevo cuando las nuevas tecnologías estén disponibles o se desarrollen avances, por lo que alarga la vida útil del producto.

Los productos que rápidamente se vuelven tecnológicamente obsoletos pueden mantener su validez mediante el intercambio de las partes que han quedado obsoletas. Esto significa que el producto puede mantenerse actualizado aún si una parte significativa del producto permanece inalterada después de la sustitución de componentes obsoletos. (Manzini; Vezzoli, 2008).

La adaptabilidad se entiende en relación con el entorno cambiante en el que el producto podría funcionar continuamente, así como las diversas etapas de la evolución física y cultural de los individuos.

Aspectos de diseño a tener en cuenta:

- Habilitar y facilitar la actualización de software y de hardware.
- Diseñar productos con componentes modulares y configuraciones dinámicas.
- Se establecen las funciones del producto que se actualizarán o adaptarán por generación de producto para facilitar su adaptabilidad para los cambios culturales y físicos de los individuos.
- Diseñar herramientas complementarias y documentación para la actualización de productos y su adaptación.

El diseño para actualización y adaptabilidad

Es la habilidad de un producto para continuar siendo útil bajo condiciones cambiantes, mejorando la calidad, el valor, y la efectividad o el funcionamiento. (Bocken y colegas. 2016).



Fig.36

Infant stroller | BUGABOO CAMELEON | Países Bajos

Bugaboo Cameleon es un cochecito multifuncional que se adapta a todas las edades y modalidades de transporte.

Es un producto altamente versátil diseñado para la facilidad de uso, se puede usar desde recién nacidos hasta niños pequeños y durar al menos 15 años.

Cada usuario puede ajustarlo de acuerdo a sus preferencias, es ajustable a su contexto debido a su capacidad de transformación y los diversos accesorios que vienen con el producto.

El cochecito incluso permite su adaptación a distintos asientos de autos.

C. Diseño para el desmontaje y el reensamblaje

Integralidad del producto



Un diseño eficaz para esta estrategia garantiza que las partes del producto puedan separarse de una manera sencilla y/o volver a ensamblarse fácilmente sin perder su función inicial debido a daños o deformaciones.

La posibilidad de una separación fácil de las piezas facilita el mantenimiento, reparación y remanufactura de los productos, así como tam-

bién la separación de materiales facilita su reciclaje (si son compatibles entre si), compostaje, combustión y neutralización (en caso de que sean tóxicos o peligrosos). (Manzini; Vezzoli, 2008).

Si bien en el desmontaje de un producto se pierde gran parte de la integralidad del mismo y requiere un gasto de recursos y energía, resulta un aspecto clave a tener en cuenta en el diseño de productos circulares para las distintas estrategias de diseño.

Aspectos de diseño a tener en cuenta:

- Desmontaje sencillo: minimizar herramientas, materiales y variabilidad de los componentes.
- Minimizar el uso de herramientas.
- Materiales y componentes compatibles. Uniones y mecanismos sencillos.
- Acceso sencillo a los componentes.
- Predecir la configuración del producto: evitar envejecimiento y corrosión de materiales. Proteger subconjuntos contra la suciedad y la corrosión.
- Diseño modular.
Dividir el producto en diferentes módulos, colocando las partes que necesitan ser cambiadas o actualizadas en un solo módulo, de esta forma se reduce el esfuerzo necesario para actualizar y desmontar el producto.
- Evitar la dependencia cruzada entre módulos para que no tenga que cambiarse un módulo si se tiene que cambiar otro.



“El diseño para el desmontaje... es práctico para muchas estrategias de reducción de impacto ambiental, pero también porque aquí el diseñador puede desempeñar un papel sustancial” (Manzini; Vezzoli, 2008).

Diseño para el desmontaje y el reensamblaje

Diseñar un producto con esta concepción permite la separación de los materiales y componentes una vez que un producto se recicla, remanufactura o necesita reparación, actualización, mantenimiento,



Fig.37

Light bulbs | Agency of design | Inglaterra

Las lamparitas led han sido desarrolladas como parte de un servicio de iluminación de pago por uso. Por una tarifa anual, los consumidores reciben bombillas en su puerta. Si el producto falla, se reemplaza como parte del servicio, enviando las partes por correo, aumentando las tasas de reciclaje actuales del 1%, a el 100% de los productos, asegurando un flujo continuo de materiales.

La base de este sistema se encuentra en el diseño para el desensamblaje modular eficiente. Las lámparas convencionales poseen una mezcla compleja de materiales, de los cuales muchos son críticos. Esto dificulta en un alto grado los niveles de reciclabilidad y de recuperación de componentes. En términos funcionales el mayor problema son las fuentes led, ya que son muy difíciles de separar del resto de los componentes.

Para evitar esto, se incorpora un diseño que incorpora un núcleo central led modular que se desacopla fácilmente, facilita la reparación, actualizaciones sencillas y adaptabilidad.

ESTRATEGIAS PARA CERRAR CICLOS

D. Diseño para círculo tecnológico

ESTRATEGIAS PARA CERRAR CÍCLOS

D. Diseño para el círculo tecnológico

D.1 Diseño para la remanufactura

Integralidad del producto



Consiste en la devolución de un producto usado a por lo menos su rendimiento original con una garantía que es equivalente o mejor que los productos recién fabricados, con el objetivo de mantener la mayor parte del valor en el producto o componente como sea posible.

La práctica se percibe como un proceso integral de actividades de restauración (principalmente durante la prueba, inspección, desmontaje completo, restauración, reemplazo de partes, limpieza y reensamblaje). (Bakker, 2014; Linton & Jayaraman, 2005).

Cuando un producto es remanufacturado se reutilizan la mayor cantidad de componentes de un producto de segunda mano como sea posible. Se clasifican, limpian, se reparan y luego se combinan con nuevas partes, para hacer un producto que se ve y funciona como nuevo.

En ocasiones, puede pensarse que los productos remanufacturados ya no son nuevos, sin embargo, las empresas remanufacturadoras utilizan materiales y piezas de segunda mano para hacer nuevos productos, con la misma calidad y durabilidad como si fueran nuevos, incluyendo la actualización del software.

Hay que tener en cuenta las cargas medioambientales derivadas del transporte o la transformación para verificar que la práctica realmente lleve a mejorar la sustentabilidad.

Además de que puedan existir el riesgo de que el producto contenga sustancias contaminantes y su remanufactura no sea posible.

Desde la perspectiva de la empresa, la remanufactura es una forma de proporcionar productos o componentes con costos mucho más bajos en materiales, componentes, uso de energía y tiem-

pos en la producción.

Este ahorro de valor puede traducirse en ofertas muy competitivas para los clientes y una mejora en la percepción de la empresa debido a su interés por la sustentabilidad.

Aspectos de diseño a tener en cuenta:

- Selección de materiales de calidad, asegurando que pueden reutilizarse para muchas vidas de productos, teniendo en cuenta que inclusive luego de muchos ciclos de vida, los materiales puedan ser efectivamente reciclados.
- Reducción en la elección de materiales que contengan productos químicos ya que pueden resultar peligrosos o incluso prohibidos en el futuro.
- Diseño de productos modulares, cuanto más se pretende mantener el valor agregado original en un proceso de remanufactura, más debe diseñarse el producto en piezas y ensamblajes modulares.
- Evitar la dependencia cruzada entre módulos para que no tenga que cambiarse un módulo si se tiene que cambiar otro.
- Facilitar la actualización del producto, por ejemplo, intercambiando componentes completos o actualizando el software.
- Limpieza sencilla. Evitar los orificios pequeños o ranuras que acumulen suciedad y que sean difíciles de limpiar adecuadamente. Asegurarse de que todas las piezas puedan soportar los mismos detergentes y temperaturas.
- Crear sistemas de seguimiento de los productos y gestión de la información.
- Desmontaje sencillo (no destructivo).
- Indicación de desgaste / Predice el tiempo de vida útil restante.

- Establecer herramientas de diagnóstico.
- Utilizar elementos y medidas estandarizadas (normas) para facilitar futuras actualizaciones e intercambios de piezas.
- Agregar un poco de material adicional en las superficies que se deben mecanizar durante la remanufactura. También puede facilitar si se incluyen puntos de referencia para el próximo mecanizado.
- Pensar en el futuro. Al final, después de varios ciclos de vida, cada producto terminará en reciclaje, incineración o vertedero. Por lo tanto, incluso si apunta a la remanufactura y los ciclos de vida múltiples, también debería pensarse en el reciclaje.

Diseño para la remanufactura

Se basa en la reutilización de productos y componentes que llegan al final de su vida útil siendo utilizados como recursos para hacer nuevos productos o mejorados.

Consiste en la restauración de un producto o componente desgastado (averiado, al final de su vida útil, obsoleto o en estado de desecho) a un nivel de prestación y calidad igual o superior a los de un producto nuevo; ofreciendo al usuario una garantía igual o superior a la de un producto nuevo.



Fig.38

Programa de remanufactura | Caterpillar | EEUU

El programa promueve a partir del diseño de sus productos, aumentar la vida útil de los equipos al permitir a los clientes actualizar sus productos a través de un programa certificado por el fabricante.

El diseño para la remanufactura se basa en desarrollar piezas que puedan desmontarse sencillamente, de mayor calidad y más duraderas, en lugar de tratar de utilizar cada vez menos material, se tiene más en cuenta la creación de un producto destinado a ser remanufacturado varias veces, incorporando una visión sistemática y diseñados para múltiples vidas.

Además la empresa proporciona a los distribuidores información, capacitación y herramientas para ayudarlos a decidir qué partes se pueden reutilizar con éxito mientras se alcanza la vida útil esperada de los componentes reconstruidos, contribuyendo a utilizar materiales y energía de manera más eficiente.

ESTRATEGIAS PARA CERRAR CICLOS

D. Diseño para círculo tecnológico

ESTRATEGIAS PARA CERRAR CÍCLOS

D. Diseño para el círculo tecnológico

D.2 Diseño para el reciclaje

Integralidad del producto



Reciclaje es cualquier operación de recuperación mediante la cual los materiales de desecho se vuelven a procesar en productos, materiales o sustancias, ya sea para el propósito original o con otros fines. (Urbinati y colegas, 2018).

Cuando un producto es reciclado se debe dividir en sus materias primas básicas. No sólo se destruye la energía y el valor que se incorporaron en el producto, también se debe invertir nueva energía y recursos en el proceso de reciclaje, y

luego invertir recursos nuevamente si se quiere transformar estos materiales reciclados en un nuevo producto.

Por esta razón, mientras que el reciclaje es una mejor opción que desechar los productos como residuos incinerarlos o en un relleno sanitario, se debería intentar utilizar el reciclaje como opción final.

Reutilizar, reparar o remanufacturar son generalmente mejores alternativas, ya que retienen los materiales, la energía contenida, y el valor de nuestros productos existentes.

Es por esto que se deben diseñar productos de tal manera que, cuando llegue el momento de desmontarlos y reciclarlos, se pueda realizar de la manera más efectiva y económica posible. (David Peck, Curso Edx Engineering Design for a Circular Economy, TuDelft, 2019).

Las decisiones de diseño en el proceso de reciclaje puede contribuir a que el mismo se realice de manera efectiva tanto en términos de su viabilidad económica y, por supuesto, en su impacto ambiental.

Etapas de reciclaje

Con respecto a los materiales post-consumo, se pueden distinguir las siguientes etapas:

- Recogida y transporte.
- Identificación y separación.
- Desmontaje y / o trituración.
- Limpieza y / o lavado.
- Preproducción de materias primas secundarias.



Aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar para las distintas etapas del proceso de reciclaje:

- Adoptar el enfoque en cascada, pre-planificado y diseñando para la ruta de los materiales reciclados de un producto o componente a otro.
- Seleccionar materiales con las tecnologías de reciclaje más eficientes.
- Facilitar la recolección y el transporte al final de la vida útil.

- Identificar materiales para facilitar la clasificación de los materiales para su reciclaje.

- Minimizar el número de diferentes materiales incompatibles.

- Un producto monomaterial requiere menos acciones para su reciclaje.

Cuando se recicla un producto, tradicionalmente, no significa que el material vuelva al ciclo con la misma calidad. A esto se le llama un proceso de ciclo descendente (Downcycling).

Para el desarrollo de la Economía Circular, se debe trabajar repensando el reciclaje mediante el Upcycle. Esto significa que los productos se diseñan pensando en los dos ciclos (técnico y biológico) en primer lugar, para que al final de su uso, los materiales puedan volver a sus ciclos originales con la misma calidad.

Así, se puede decir que la Economía Circular está más avanzada que el reciclaje. En este marco, se piensa desde la concepción en los próximos ciclos del producto o materiales y no solo al final de la producción.

Diseño para el reciclaje

Consiste en recuperar materiales y componentes una vez finalizada su etapa de uso original, para crear valor en nuevos productos.



Fig.39

Print your city | The New Raw | Países Bajos

Esta iniciativa aplica la impresión 3D a los residuos plásticos como una forma de rediseñar el espacio urbano, reciclando los desechos plásticos domésticos con el fin de transformarlos en materia prima para muebles públicos, a través de procesos de fabricación digital.

En Amsterdam, los residentes generan un promedio de 23 kg de desechos plásticos por persona anualmente (2015), suficiente como para fabricar un banco por cada dos ciudadanos cada año.

La tecnología de impresión 3D combina la reparación modular y la personalización masiva, así como también el posterior reciclaje debido a la utilización de monomateriales o en algunos casos la combinación con desmontajes y separación sencillos.

La biodegradabilidad es la capacidad de un material de descomponerse en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos como bacterias, plantas o animales, junto con otros agentes físicos como el sol o el agua, en condiciones ambientales que se dan en la naturaleza y que transforman estas sustancias en nutrientes, dióxido de carbono, agua y biomasa.

El compostaje es un proceso en el que la materia orgánica es biológicamente descompuesta, realizado por la acción de microorganismos, principalmente bacterias y hongos, produciendo dióxido de carbono, agua, compuestos inorgánicos y biomasa en un periodo de tiempo controlado y bajo unas condiciones determinadas.

Todos los materiales compostables son biodegradables, pero no todos los biodegradables son compostables.

Aspectos de diseño a tener en cuenta:
Criterios extraídos de Manzini; Vezzoli, (2008)

- Usar materiales renovables y biocompatibles.
- Evitar la utilización de recursos escasos.
- Utilizar materiales residuales de los procesos de producción.
- Utilizar materiales reciclados, solos o combinados con materiales primarios.
- Utilizar materiales biodegradables o compostables.
- Usar recursos de energía renovable o con alta eficiencia.
- Diseñar con un enfoque de cascada.
- Procurar un desensamblaje sencillo en los productos con componentes de círculos técnicos y biológicos.

ESTRATEGIAS PARA CERRAR CICLOS

E. Diseño para círculo biológico

ESTRATEGIAS PARA CERRAR CÍCLOS

E. Diseño para el círculo biológico

E.1 Diseño para el compostaje y la biodegradación

Integralidad del producto



El Diseño para un ciclo biológico representa las soluciones de diseño que ocurren (o se inspiran) en los ecosistemas naturales, en los cuales los materiales se reciclan en la naturaleza con el tiempo. Su naturaleza biológica representa un nivel de eficiencia cercano a la perfección intrínseca de la eficiencia de la naturaleza.

Se refiere a concebir los productos de consumo con materiales sanos ("nutrientes biológicos") que crean alimentos para los sistemas naturales durante todo su ciclo de vida.

Diseño para el compostaje y la biodegradabilidad

Los productos son diseñados con materiales seguros y saludables, que sirven como alimento para sistemas naturales a través de sus ciclos de vida. En un ciclo biológico los materiales son biodegradados o compostados para empezar un ciclo nuevo.(Bocken y colegas, 2016, pág 311).



Fig.40

Evoware | Packaging | Indonesia

Es una empresa que diseña envases de alimentos, vasos, sorbetes y recipientes hechos de un material a base de algas que se puede disolver y comer, además de ser biodegradables y compostables.

Los materiales son fabricados directamente a partir de materia vegetal por lo que además de ser comestibles, son nutritivos, agregando funcionalidad y valor al producto.

La utilización de algas marinas los diferencian de otros materiales biodegradables desarrollados, ya que tienen muy buenas propiedades mecánicas, un costo bajo y es energéticamente eficiente. Adhiriendo que su cultivo no necesita adquisición de tierras o deforestación para su desarrollo y pueden crecer en la mayoría de las costas a nivel mundial.



02. CASOS DE ESTUDIO

CASOS SEGÚN MODELOS DE NEGOCIO

Diagrama de análisis 59

Análisis comparativo 61

B. Casos de estudio según Modelos de negocio.

En el desarrollo de proyectos circulares, las decisiones tomadas en la etapa de diseño de los productos y servicios determinan de qué forma pueden incorporarse a un sistema circular.

De acuerdo al enfoque y/o intención que se le da a esta etapa y los resultados esperados en el análisis de ciclo de vida, se determinan las características del producto.

No existe una solución única para el diseño de un producto circular, pero su estrategia de creación de valor se determina en las etapas proyectuales.

En esta etapa se seleccionan distintos productos/servicios referentes, los cuales incorporan estrategias de diseño desde su concepción para incorporarse a un modelo de negocio determinado. Para facilitar el análisis se elabora un diagrama el cual, permite observar los distintos aspectos de diseño tenidos en cuenta

Extensión de vida



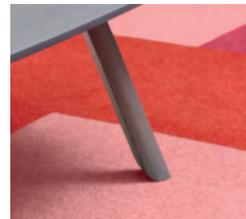
FAIRPHONE 3

Plataformas compartidas



OV FIETS

Producto como servicio



DESSO

Suministros Circulares



ECOVATIVE

Recuperación de residuos



MIRRA 2

Análisis

Los casos de estudio a analizar serán elegidos tomando como criterio general aquellos productos / servicios donde el diseño cumple un rol preponderante para que dicho producto se adapte a un determinado modelo de negocio circular, desde un enfoque sistémico.

El objetivo del análisis se centra en determinar las estrategias de DFX que predominan en los distintos modelos de negocio y su relación.

Diagrama de análisis DFX-Modelo de negocio

El diagrama se divide en 10 ejes que representan cada una de las estrategias de DFX analizadas para relentizar o cerrar ciclos, preponderadas según su nivel de integralidad y en relación a los modelos de negocio estudiados.

Cada estrategia es analizada según el grado de cumplimiento de los aspectos de diseño a tener en cuenta para dicha estrategia (Ver Anexos. Estrategias de diseño).

El grado de cumplimiento de los aspectos se valora en:

- Positivo (+): el producto adopta dicho aspecto como pauta determinante en su diseño.
- Neutro (.): el aspecto es tenido en cuenta pero como característica secundaria y/o derivada.
- Negativo (-): el producto no incorpora dicho aspecto.

En cada eje se marca el valor medio de cumplimiento obtenido anteriormente.

Una vez se tengan todos marcados, se unen formando un área, que simboliza las estrategias de diseño tenidas en cuenta.

El análisis de diversos casos de estudio, mediante este diagrama, permitirá establecer relaciones entre las estrategias de diseño aplicadas a los modelos de negocios y su creación de valor.

Una de las ventajas de la representación en el diagrama, es que se pueden superponer las diferentes áreas resultantes del análisis permitiendo realizar comparaciones, facilitando la interpretación de los resultados.



Embalaje a base de hongos | Ecovative

Reino Unido | 2007

Descripción General

Ecovative es una empresa de biotecnología que produce embalajes como alternativa sostenible a los materiales sintéticos, totalmente compostable, mediante la estructura de la raíz de los hongos, conocida como micelio.

Proceso

Se incorporan partes de plantas que no se pueden utilizar para alimentos, con un bajo valor económico.

Estos se limpian e inoculan con tejido de hongos y funcionan como pegamento natural, autoensamblable pudiendo tomar cualquier forma necesaria.

El micelio crece en 5-7 días sin necesidad de luz o agua, digiere el subproducto agrícola y se adhiere a la forma necesaria.

Al final del proceso, el material pasa por una etapa de deshidratación y tratamiento térmico para detener el crecimiento y garantizar la ausencia de esporas o alérgenos.

El proceso reduce el costo del producto y, por lo tanto, permite su viabilidad económica. Además, la técnica puede usar múltiples materias primas, lo que permite usar cultivos disponibles localmente.

Una vez finalizada la etapa de uso, el material se puede compostar en el hogar sin necesidad de ningún equipo especial.

Es diferente de otros biopolímeros ya que utiliza todo el material, lo que le brinda una bioeficiencia muy alta.

La adaptación del producto ha permitido aplicarlo, además de ha embalajes de productos, utilizarlo como protección para muebles, material de aislamiento, productos de consumo y otros biomateriales.



Fig.41



Fig.42





Fig.43



Fig.44

Silla Mirra 2 | Herman Miller

Estados Unidos | 2001

Descripción General

La silla Mirra es un ejemplo de incorporación de valor en torno al diseño para adaptar un producto a un objetivo sustentable.

El diseño adopta la herramienta de evaluación de productos DfE (Design for Environment) la cual evalúa las características del producto para obtener la certificación cradle-to-cradle.

Las consideraciones aplicadas dentro del protocolo para obtener la certificación fueron:

- Determinar ciclos de recuperación de valor y recursos para nutrientes biológicos y técnicos,
- Realizar evaluaciones químicas de todos los materiales utilizados y su clasificación según el impacto en la salud humana y ambiental.
- Diseñar productos para un desmontaje simple, que permita la reparación y recuperación de componentes.
- Aumentar la capacidad de reutilización, utilizando material reciclado y principalmente reciclable.

Diseño

El éxito del producto diseñado para el medio ambiente fue el mayor uso de piezas reciclables y la facilidad de un desmontaje rápido con herramientas comunes, mientras que las áreas de mayor desafío fueron el aumento de materiales reciclados y con una composición química verde. La silla está hecha de acero, plástico, espuma y fibra de vidrio.

Los componentes de acero tienen aproximadamente el 33% de su contenido de acero reciclado, además, todo el acero es 100% reciclable.

Los componentes plásticos son identificados con un código de reciclaje que facilita la devolución al sistema de reciclaje.

El PVC se ha eliminado debido a que aunque es reciclable, genera subproductos tóxicos en su fabricación, uso e incineración, por lo que no es un material apto para los estándares ambientales. El PVC utilizado en los apoyabrazos ha sido sustituido por poliuretano termoplástico, un material que puede reciclarse hasta 25 veces.

Los procesos productivos utilizan 100% energía renovable y no produce emisiones nocivas al aire o agua.



Fig.45





Fig.46



Fig.47

Fairphone 3 | FAIRPHONE

Países Bajos | 2019

Descripción General

Los teléfonos Fairphone introducen un nuevo enfoque para el diseño y la fabricación de teléfonos móviles, siendo un gran ejemplo de aplicación de estrategias de diseño para la Economía Circular.

Su diseño combina diversos principios, como: diseño duradero, materiales justos, buenas condiciones de trabajo, reutilización y reciclaje.

Su desarrollo tiene la intención de crear un producto sostenible, extendiendo su vida útil y concebido para producir el mínimo impacto posible tanto en el medio ambiente como en las personas.

Producción | Fabricación

Se lo denomina como teléfono celular "justo", debido a las iniciativas de la empresa por el bienestar de los trabajadores, asegurando buenas condiciones laborales, oportunidades de crecimiento y mejoras en la salud, la seguridad y la satisfacción laboral de los trabajadores en toda la industria.

Además de la preocupación social, la extracción de los materiales, como el oro, provienen de un comercio justo, y sin financiar conflictos bélicos, analizando las distintas cadenas de suministros. A su vez, algunos materiales como el cobre o el plástico son reciclados por la propia empresa.

Extensión de vida útil

Diseño de mayor duración, centrándose en la modularidad y el desmontaje sencillo de los componentes por parte de los usuarios, para posibilitar el mantenimiento y reparación de hardware, así como también actualizaciones de software, contribuyendo a mantener el dispositivo en uso por mayor tiempo con el el dispositivo en uso por mayor tiempo con el usuario primario, evitando perder valor utilizando nuevos procesos de transformación.

Las partes reemplazables pueden retirarse con herramientas sencillas y tutoriales disponibles en la web (plataforma iFixIt.com).

En asociación con Tqcycle la empresa gestiona la

recuperación de teléfonos usados para remanufacturarlos en mercados de segunda mano, o cuando los costos de remanufactura exceden el valor del teléfono se reciclan.



Fig.48



Fig.49





Fig.50



Fig.51

Bicicletas compartidas | OvFiets

Países Bajos | 2013

Descripción General

Las Ovfiets son bicicletas de uso compartido dentro de un sistema de transporte de alquiler, lo que significa que el usuario no es dueño del producto y su reparación y mantenimiento se realiza por parte de la empresa, estableciendo además un enfoque de producto como servicio.

La economía del intercambio se basa en el uso compartido de un solo producto entre diferentes usuarios, haciéndolo accesible a un usuario u otro.

Se puede alquilar en estaciones de tren y otras paradas de transporte público, mediante un abono diario, mensual o anual.

Diseño simplificado

Su diseño ha sido desarrollado para facilitar la reparación sencilla y durabilidad de sus componentes que sufren el uso intensivo por parte de los usuarios.

La intención de diseño ha sido la de procurar la durabilidad de las piezas críticas, que pueden ser propensas a fallas y desgaste. Se minimiza el número de elementos, facilitando la reparación y mantenimiento, prolongando su funcionalidad por mayor tiempo y cerrando el ciclo de vida mediante el reciclaje y remanufactura.

El diseño contempla neumáticos especiales que no se desgastan fácilmente, un cuadro robusto, con luces empotradas, frenos contrapedal y pocos componentes desmontables, los cuales fueron simplificados para asegurar su durabilidad.

Plataformas compartidas

La ventaja de su modelo de negocio proviene de un mayor número de kilómetros recorridos en la bicicleta durante su vida útil de lo que sería el caso en una bicicleta privada y por lo que desde un punto de vista funcional, se necesitarían menos bicicletas circulando.

Este modelo de negocios se caracteriza por que los clientes pagan por el acceso a las bicicletas y no se hacen cargo de las fallas que se puedan producir, como frenos rotos o neumáticos pinchados. Esto implica que el diseño del producto ofrezca garantías de durabilidad, actualización y capacidad de una reparación sencilla.



Fig.52





Fig.53



Fig.54

Alfombras EcoBase | Desso

Países Bajos | 2015

Descripción General

Desso es una empresa que aplica principios de Economía Circular integrados desde la primera fase de diseño para que los productos puedan incorporarse a un sistema de reciclaje al final de su vida útil, facilitado al adoptar un modelo de negocio de pago por uso.

En lugar de vender convencionalmente sus productos, alquilan sus alfombras a clientes comerciales, oficinas corporativas, establecimientos educativos, de atención a la salud, gubernamentales, hogares y también hoteles, cruceros, aerolíneas e importantes clubes de fútbol.

Producto como servicio

A través del arrendamiento, Desso ofrece un servicio completo a sus clientes que incluye instalación, limpieza, mantenimiento y eventualmente la eliminación.

La compañía es propietaria del producto y luego del uso, la alfombra se recoge y se recicla produciendo una nueva alfombra, que se volverá a alquilar, cerrando el círculo.

Las alfombras poseen un diseño modular y desmontable, generando baldosas que son totalmente reciclables en procesos internos de la empresa.

El programa de recuperación llamado ReStart, recolecta los módulos pos-consumo, que luego son ingresados a un sistema interno que separa el hilo y otras fibras. El hilo se recicla generando nuevo hilo y el pegamento inferior es utilizado como combustible de alto contenido calórico en la industria del cemento, así como los demás componentes no reciclables.

Este sistema de recuperación y reciclado se sustenta en tres pilares, creatividad, funcionalidad, y diseño, lo que le permitió lograr la certificación de oro Cradle to cradle.

El valor creado al recuperar recursos, tiene como base la adopción de un modelo de negocios basado en el producto como servicio, tomando

propiedad del mismo y así controlar la logística de recuperación de los componentes para el reciclaje y su diseño modular, facilitando el desmontaje.

La empresa conserva los recursos evitando la necesidad de obtener materias primas vírgenes, ahorrando costos debido a la volatilidad de los recursos escasos.



Fig.55





Fig.56



Fig.57



02. CASOS DE ESTUDIO

ANÁLISIS COMPARATIVO

Análisis

Suministros Circulares	73
Recuperación de recursos	73
Extensión de vida	74
Plataformas compartidas	74
Producto como servicio	74

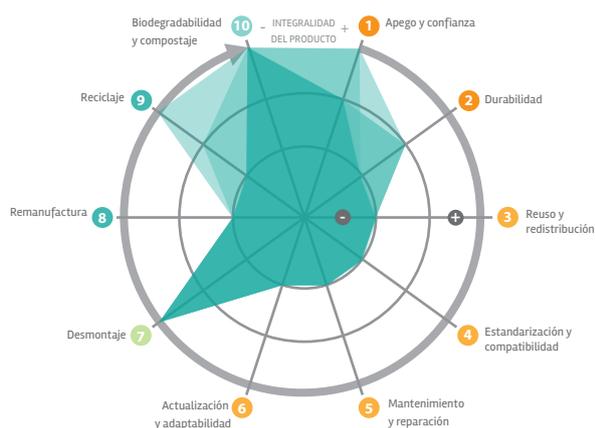
Análisis del vínculo entre las estrategias de diseño y los modelos de negocio.

El análisis anterior, apoyado por la evaluación de cinco productos para cada uno de los modelos de negocios (Ver Anexos, Estrategias de diseño), permitió realizar distintas conclusiones entre el vínculo del diseño de los productos con los distintos modelos de negocios estudiados.

Para esta evaluación se aplicaron los mismos criterios para el análisis de casos anteriores y la información extraída fue la siguiente:

Suministros circulares

● Ecovative | KickPack | Pulpak | Gourd Project | Delta



Los casos analizados para este modelo de negocio se caracterizan por la utilización de materiales biodegradables y/o compostables en sus productos, los cuales generalmente cumplen funciones como packaging, contenedores de líquidos, sustitutos de plásticos de un sólo uso, entre otros.

La utilización de materiales biocompatibles le proporciona a los productos un alto nivel de apego con los usuarios, que se sienten comprometidos con los beneficios medioambientales de su utilización, generando conexiones sociales y una narrativa beneficiosa para la comunicación empresarial.

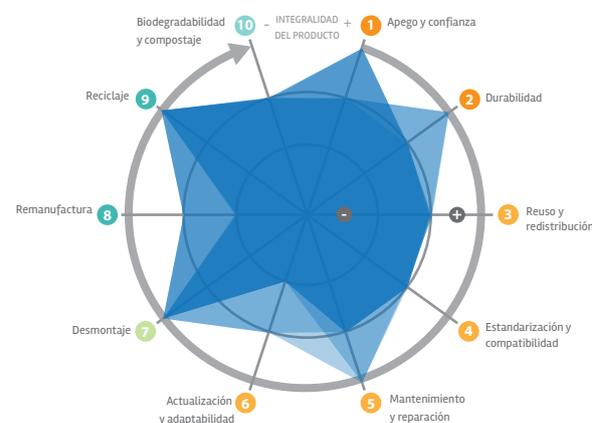
La incorporación al sistema biológico produce que la integralidad del producto sea nula, ya que se pierde totalmente la configuración original del producto.

Las características de los materiales biológicos utilizados le dan características de baja durabilidad al producto, dificultando su reuso y redistribución.

Una estrategia clave para que el producto entre en el ciclo biológico, es facilitar el desmontaje de los materiales y componentes, mediante uniones sencillas, estructuras modulares y la utilización de monomaterial.

Recuperación de recursos

● Mirra | Print your city | Bureo | Urban Terrazo | Easy brick



Las características de los casos analizados se centran en recuperar el valor de materiales posconsumo. Estos materiales son recuperados, se incorporan a nuevos procesos y en algunos casos se aplican nuevas tecnologías de fabricación, como la impresión 3d.

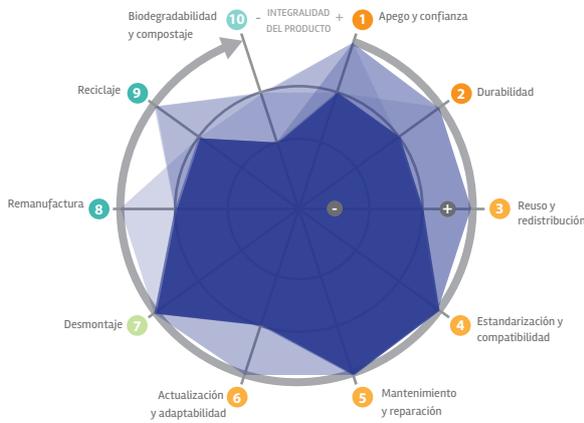
Al inicio de los procesos la integralidad de los productos originales generalmente se pierde. Luego de la utilización de este desecho como insumo, los productos son diseñados para facilitar nuevas recuperaciones finalizadas sus ciclos de vida de uso.

Para este modelo de negocio un factor clave es establecer un sistema de reciclaje eficiente, para facilitar la recuperación.

Los productos deben concebirse con pautas para el desmontaje eficaz, minimizar el uso de materiales no compatibles, en el mejor de los casos monomaterial, uniones sencillas y componentes modulares.

Extensión de vida del producto

● Fairphone 3 | 3 temp | Cociclo | Nudie Jeans | North trampoline



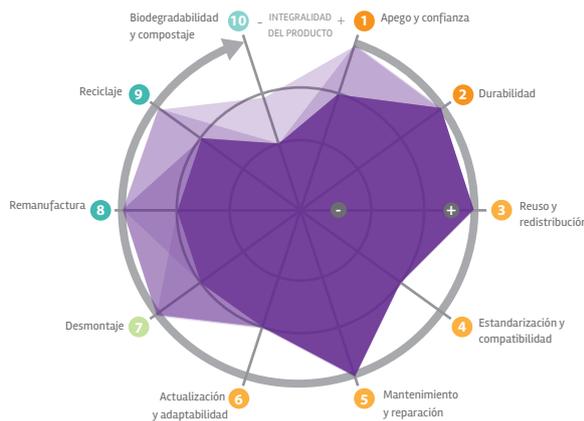
Este modelo de negocios se caracteriza por procurar mantener el valor del producto con el usuario inicial el mayor tiempo posible, apelando a conservar la integralidad original.

Debido a esto se establecen diversas estrategias de diseño para este cometido. Las más utilizadas son las de crear vínculos emotivos con los usuarios a través de elementos que contribuyan al apego y la confianza, durabilidad, personalización, la actualización y adaptabilidad del producto, así como también una reparación y mantenimiento sencillo por parte de los usuarios generalmente.

Estas estrategias están apoyadas por el desmontaje sencillo, componentes modulares y un sistema de información que permita al usuario extender la vida útil del producto, evitando su descarte.

Plataformas compartidas

● OV fiets | Car2Go | Viggla | GoSharing | Bird two



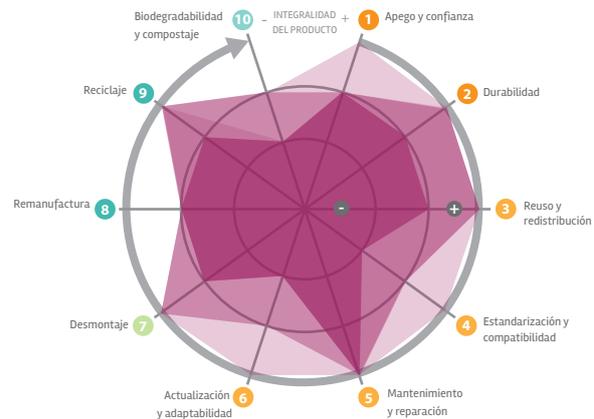
Este modelo de negocios nuclea usuarios de productos a través de una plataforma, contribuyendo a el acceso a los mismos y estableciendo un sistema de reutilización intensiva.

La empresa puede ser propietaria o no del producto, pero los mismos deben adoptar características de alta durabilidad, facilidad de mantenimiento y reparación, con componentes estandarizados, de fácil limpieza y compatibilidad.

La particularidad de este sistema es la utilización de apps, sitios webs y nuevas tecnologías para la integración de usuarios, así como un sistema de seguimiento y diagnóstico de los productos.

Producto como servicios

● Desso | CupClub | Homie | DutchWearness | Martela



En este modelo de negocios las empresas conservan la propiedad del producto y proporcionan al cliente un pago por uso del mismo, estableciendo un sistema de utilización intensiva por un gran número de usuarios.

La empresa se hace responsable por el mantenimiento, reparación y remanufactura de los productos. Debido a esto, resulta imprescindible establecer pautas de diseño para facilitar estas acciones, y prolongar la integralidad y el valor del producto el mayor tiempo posible.

Es recomendable diseñar productos durables, con pocos elementos, analizando componentes críticos y con una alta probabilidad de fallas, para

minimizarlas.

Cuando el mantenimiento y reparación ya no resulta posible es importante establecer un sistema de reciclaje y/o remanufactura para recuperar el valor de los materiales y componentes.

En el análisis de los casos se observa que no existe una solución única de diseño para concebir un producto a un determinado modelo de negocio.

Los modelos y pautas de diseño se combinan para proporcionar elementos circulares a los productos.

Si bien lo anterior se observa en la mayoría de los casos, el análisis determina que existen estrategias de diseño predominantes y en algunos casos resultan claves, para que los productos apoyen un modelo de negocio dado.



03.

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

La transición hacia una Economía Circular resulta esperanzadora como alternativa sustentable al modelo económico actual y el papel del diseñador a la hora de desarrollar productos y servicios bajo esta concepción.

A través del desarrollo del trabajo de grado se evidenció cómo las distintas dimensiones en las que el diseño interviene, lo dotan como herramienta fundamental para realizar un cambio real y efectivo. Si bien esto puede resultar un desafío desde la profesión, resulta alentador comprender la importancia que tienen nuestras acciones como diseñadores y el rol clave que este cambio de paradigma nos atribuye. Es por esto que debemos actuar con responsabilidad y buenas prácticas, para que nuestra contribución sea significativa.

Resulta necesario comprender que las cuestiones de diseño no funcionan como partes aisladas en el desarrollo de un producto o servicio.

Es necesario concebir los proyectos de manera integral y sistemática, donde todas las partes interactúan entre sí, y definen a las otras. Es por esto que al iniciar el trabajo proyectual debe pensarse no solo en las dimensiones morfológicas, estéticas, funcionales, simbólicas y productivas del objeto, sino también cómo éste crea valor en un modelo de negocios determinado.

Debemos entender que mantener el valor de los materiales y elementos es la forma más efectiva

de preservar los recursos, lo que redefine el concepto de vida útil de los productos.

Al analizar los casos de estudio, podemos concluir que no hay una solución única de diseño para que un producto se incorpore a un determinado modelo de negocio circular.

A lo largo de las fases de diseño debe establecerse en qué modelo de negocio el producto convivirá, para proporcionarle características que le permitan adaptarse y contribuyan a cerrar el ciclo.

Del análisis realizado se evidencia que existen distintas estrategias proyectuales que se adaptan de mejor manera a un modelo de negocio determinado.

La intención de diseño, la manera en la que el producto crea valor y las características que posibilitan cerrar ciclos de materiales, son dimensiones generales que hacen que el trabajo proyectual resulte un factor clave para su adaptación al modelo circular.

Si bien el diseño para cerrar los ciclos de recursos es el cometido final en la circularidad, hay factores que influyen en su real eficacia. Cuestiones como la poca concientización de los usuarios y la cultura de propiedad de los productos convencionales, la comprensión de la lógica de este nuevo sistema por parte del mercado, junto al poco interés de las empresas para mantener la respon-

sabilidad del final de la vida útil de sus productos, y la escasez de marcos legales para que asuman su responsabilidad, hacen que la transición se desacelere en determinados contextos, por lo que su adaptación a las características del entorno resulta necesaria.

Los marcos y definiciones de este trabajo pretenden ser una contribución teórica para diseñadores, innovadores y responsables de toma de decisiones, proporcionando una visión global de las dimensiones e interacciones que se producen en el diseño de productos y los modelos de negocios en un contexto circular.

Potencialmente se necesitará profundizar en las distintas herramientas, métodos y estrategias de diseño para perfeccionar conceptos y desarrollar metodologías en detalle para que la adopción de diseño circular proporcione bases sólidas de aplicación.

La investigación futura en la línea del presente trabajo tendrá que incluir otros elementos esenciales como la cadena de suministro, las nuevas tecnologías, la responsabilidad del consumidor y normativas legales para su aplicación, así como también continuar desarrollando nuevos modelos de negocios y casos de estudio locales.

Esto incluye el desarrollo de estudios prácticos para probar las estrategias identificadas y desarrollarlas en sus partes mínimas, creando subcategorías, híbridos, y posiblemente nuevas de ellas, analizándolas bajo el contexto de negocios circulares.

Al mismo tiempo, es necesario incorporar un enfoque académico para definir toda la gama de consideraciones para el diseño circular de productos, e iniciar una discusión sobre el papel del diseño desde la academia en este escenario.

Finalmente como conclusión personal, este trabajo de grado me ha permitido tener una visión global, ética y responsable de mi profesión y ha intensificado mi interés por desarrollarme en este ámbito.

Permitió cuestionar mi postura como consumidor

y visualizar que nuestro accionar como personas y profesionales debe procurar contribuir positivamente al medio en el que vivimos.

Si bien es notorio que el cambio implica un camino lento y dificultoso, estas nuevas concepciones y responsabilidades en el diseñador, me resultan alentadoras y esperanzadoras a la hora de proyectar mi profesión en el futuro.



GLOSARIO

Ciclo biológico

Los consumibles en una economía circular están hechos de nutrientes biológicos que no son tóxicos e incluso beneficiosos para la biosfera de donde se devuelven después de ser consumidos.

Ciclo de vida de un producto

Se considera Ciclo de Vida de un producto la sucesión de etapas implicadas en la vida del mismo desde que se obtienen las materias primas o componentes necesarios para su producción hasta que llega a su fin de vida. Etapas: Obtención de materias primas y componentes, producción, venta y distribución, operación y fin de vida.

Ciclo técnico

Los materiales técnicos (nutrientes), como los metales y la mayoría de los plásticos, no son adecuados para ser devueltos a la biosfera de manera segura y, por lo tanto, están diseñados desde el principio para ingresar al ciclo técnico, que consiste en ciclos de reparación, reutilización, remanufactura y reciclaje.

Biomimética

La biomimetismo consiste en aprender y emular las formas, procesos y ecosistemas de la naturaleza para crear diseños más sostenibles.

Biosfera

La biosfera es el sistema ecológico global que comprende a todos los seres vivos y sus interacciones. Es la suma global de todos los ecosistemas.

Cascada

Los materiales y componentes en cascada significa utilizarlos para otro propósito una vez que alcanzan su fase de finalización de uso, extrayendo así el valor de la energía almacenada y la coherencia del material.

De la Cuna a la cuna

El concepto y proceso de certificación Cradle-to-Cradle, desarrollado por William McDonough y Michael Braungart, es una filosofía de diseño que considera que todos los materiales, tanto técnicos como biológicos, son nutrientes para el sistema. Se enfoca en el diseño de productos efectivos con un impacto positivo.

Downcycling

Este proceso sirve para productos que al final de su vida no tienen cómo volver a ser lo que eran, pero pueden transformarse en otro producto de calidad inferior. La ventaja del downcycling es que no se usa nueva materia prima, pero si se gasta energía para reprocesar el material.

Emisiones de carbono

Vertidos de carbono, generalmente a la atmósfera, en forma de óxidos como el monóxido de carbono, CO (gas tóxico) y el dióxido de carbono o anhídrido carbónico, CO₂, que es uno de los gases de efecto invernadero.

Energía de la biomasa

La que puede obtenerse de compuestos orgánicos combustibles obtenidos a partir de materia vegetal.

Fósiles

Restos petrificados de organismos de períodos geológicos anteriores, sus huellas o productos de su actividad, que se encuentran en las rocas sedimentarias.

Incineración

Transformación de un material en un residuo sólido (cenizas), gas y calor por combustión en una atmósfera de oxígeno. Se utiliza en el tratamiento de residuos (plantas de incineración).

Obsolescencia programada

Es la vida útil planificada que le da una fábrica o empresa a un producto, cuando pase este periodo de vida útil el producto se volverá obsoleto, inútil.

Sistema

Un sistema es un conjunto de componentes que interactúan formando un todo intrincado. La economía circular se preocupa particularmente por los sistemas adaptativos complejos.

Sostenibilidad

Característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades.

Upcycling

Consiste en la reutilización o reciclaje de productos en otros de mayor calidad o mayor valor ambiental.

Uso eficiente de recursos

Cantidad óptima de materiales, energía o agua para producir o distribuir un producto o empaque.

Vida útil

Tiempo de funcionamiento de materiales y productos determinado por la asignación de valor por parte de sus usuarios.



LISTA DE FIGURAS

- Figura 01. Museo de Ciencias de Londres.** www.collection.sciencemuseumgroup.org.uk
- Figura 02.** www.corporate.ford.com/history.html
- Figura 03. Imagen del documental "Comprar, tirar, comprar"** (2010). Noruega. Rtve.
- Figura 04. U.S. Government Printing Office Repository, 1942:** Library of Congress Prints and Photographs Division Washington, D.C. 20540 USA. www.tgmenvironmental.com/
- Figura 05.** The circular economy. Ellen MacArthur Foundation 2012, p.24.
- Figura 06.** kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/en/knowledge-map-circular-economy/circular-business-models/
- Figura 07.** Product that last. www.cdn.webshopapp.com/shops/71491/files/288947046/800x1024x2/image.jpg?_ga=2.250555526.1286727521.1586216551-1371307778.1586216551
- Figura 08.** Arponen, J. Juvonen, L. Vanne, P. Accenture. 2018. p25.
- Figura 09.** Interrelaciones entre los cinco modelos de negocio y los cuatro principios de creación de valor. Adaptado de Guldmann, 2016.
- Figura 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.** Lacy, P. & Rutqvist, J. (2015). Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage.
- Figura 17.** How can design science contribute to a circular economy?, Pígozzo, D; McAloone, T. (2017).
- Figura 18.** Imagen CC BY NC SA 4.0 por TU Delft OpenCourseWare.
- Figura 19, 20, 21. Agency of Design** www.agencyofdesign.co.uk
- Figura 22. Circular design.it** www.circulardesign.it/design-for-x/#Reuse.
- Figura 23.** www.reef.scene7.com
- Figura 24.** www.3dnatives.com/es/wp-content/uploads/sites/4/0B97D90A-B34C-49EB-8FC7-8EC646FCA9F2.jpeg
- Figura 25.** www.stanley-pmi.com
- Figura 26.** https://www.quierodisenio.com.ar/wp-content/uploads/2019/03/qd_banco_piel.jpg
- Figura 27.** www.newsimg.bbc.co.uk
- Figura 28.** www.casiocdn.com/casio-v2
- Figura 29.** www.wereldwinkel-webshop.nl
- Figura 30.** www.roetz-bikes.com
- Figura 31.** https://mir-s3-cdn-cf.behance.net/project_modules/max_1200/b6ac4e59361423.5a1f242354115.png
- Figura 32.** www.car2go.com
- Figura 33.** www.bikelec.es
- Figura 34.** www.mobike.com
- Figura 35.** www.3temp.com
- Figura 36.** www.3dstudio.bugaboo.com
- Figura 37.** www.agencyofdesign.co.uk/projects/circular-economy-lightbulbs
- Figura 38.** www.caterpillar.com/es/company/sustainability/remanufacturing.html.
- Figura 39.** www.printyour.city/amsterdam
- Figura 40.** www.brightvibes.com
- Figura 41, 42.** www.mushroompackaging.com/welcome
- Figura 43, 44.** www.ecovatedesign.com
- Figura 45, 46, 47.** www.hermanmiller.com
- Figura 48, 49, 50, 51.** www.fairphone.com
- Figura 52, 53, 54.** ww.ns.nl
- Figura 55, 56, 57.** wwe.professionals.tarkett.com



BIBLIOGRAFÍA

- Achterberg,E; Hinfelaa,J ;Bocken,N. (2016). Master circular business with the value hill. Netherland. Circle Economy.
- Andrews, D. (2015). "The circular economy, design thinking and education for sustainability". Inglaterra. Local Economy, 30 (3) 305–315. doi:10.1177/0269094215578226.
- Allenby, Braden R., Richards, D. (1994). The Greening of Industrial Ecosystems. Washington D.C, EEUU. National Academy Press.
- Arponen, J. Juvonen,L. Vanne, P (2018). Circular economy business models for the manufacturing industry. Helsinki, Finlandia. Sitra Technology Industries of Finland and Accenture.
- Ayres, R., Simonis, U.. (1994), Industrial Metabolism : Restructuring for Sustainable Development, United Nations University Press, Tokyo & New York.
- Bakker, C., Wang, F., Huisman, J., & den Hollander, M. (2014a) Products That Go Round: Exploring Product Life Extension Through Design. Journal of Cleaner Production, 69, pp. 10–16.
- Bakker, C., Hollander, M., Hinte, E., & Zijlstra, Y. (2014b) Products That Last. Product Design for Circular Business Models. Delft: TU Delft Library.
- Circular Business Models. Delft: TU Delft Library.
- Bakker, C., den Hollander,M., Conny A., and Erik Jan Hultink. (2017) Product Design in a Circular Economy.
- Braungart, M. McDonough,W. (2010). De la Cuna a la Cuna. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas. Madrid, España. ISBN:84–481–4295–0
- De los Rios, C.; Charnley, F. (2016)Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. J. Clean. Prod. , in press.
- Ellen MacArthur Foundation, (2012). Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. Isle of Wight. Ellen MacArthur Foundation, England.
- Ellen MacArthur Foundation, (2013). Towards the Circular Economy: Opportunities for the Consumer Goods Sector. Isle of Wight. Ellen MacArthur Foundation, England.
- Ellen MacArthur Foundation, (2014). Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-up across Global Supply Chains. Isle of Wight. Ellen MacArthur Foundation, England.
- Ellen MacArthur Foundation (2014). Hacia una Economía Circular: motivos económicos para una transición acelerada. Habilitado en: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/>.
- ESA (Environmental Services Association) (2013) Going for Growth: A Practical Route to a Circular Economy, <http://tinyurl.com/nlmukxc> (Accessed 16 November, 2015).
- Gay, A. (1994) "El diseño industrial en la historia". Córdoba, Argentina: Ediciones Tec. ISBN 987–21597–0–X.

- Go, T.F.; Wahab, D.A.; Hishamuddin, H. (2015) Multiple generation life-cycles for product sustainability: The way forward. *J. Clean. Prod.* 95, 16–29.
- Guldmann, E. (2016). *Best Practice Examples of Circular Business Models*. The Danish Environmental Protection Agency. Dinamarca. 978–87–93435–86–5
- Holt, Raymond & Barnes, Catherine. (2009). Towards an integrated approach to “Design for X”: An agenda for decision-based DFX research. *Research in Engineering Design*. 21. 123–136. 10.1007/s00163–009–0081–6.
- Kjørboe, N., Sramkova, H., & Krarup, M. (2015) *Moving Towards a Circular Economy – Successful Nordic business models*, <http://tinyurl.com/qxlryrj>. Revisado el 10 de Junio del 2020.
- Lacy, P., Keeble, J., McNamara, R., Rutqvist, J., Eckerle, K., Haglund, T., Buddemeier, P., Cui, M., Sharma, A., Cooper, A., Senior, T., Pettersson, C., (2014). *Accenture Strategy: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth*. Accenture. Revisado el 10 de Julio 2020.
- Lacy, P. & Rutqvist, J. (2015). *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage*. Palgrave Macmillan. Inglaterra
- Linton, J. & Jayaraman, V., (2005). A framework for identifying differences and similarities in the managerial competencies associated with different modes of product life extension. *international Journal of Production Research*, 43(9), 1807–1829.
- Manzini, E. ;Vezzoli, C. (2008) *Design for Environmental Sustainability*. Springer-Verlag, London.
- Mestre, A; Cooper, T. (2017). “Circular Product Design. A Multiple Loops Life Cycle Design Approach for the Circular Economy”. *The Design Journal*, 20:sup1, S1620–S1635. DOI: 10.1080/14606925.2017.1352686.
- Moreno, M., De los Rios, C., Rowe, Z. and Charnley, F. (2016), “A conceptual framework for circular design”, *Sustainability*, Vol. 8 No. 9.
- Nancy M. P. Bocken, Ingrid de Pauw, Conny Bakker & Bram van der Grinten (2016). Product design and business model strategies for a circular economy, *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33:5, 308–320, DOI: 10.1080/21681015.2016.1172124
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Papanek, V. (1975) *Design for the Real World*. Human Ecology and Social Change, 2nd ed.; Thames and Hudson: London, UK.
- Pigosso, D; McAloone, T. (2017): How can design science contribute to a circular economy?. In: *Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17)*, Vol. 5: Design for X, Design to X, Vancouver, Canada, 21.–25.08.2017.
- REBUS (2017) *What is a Resource Efficient Business Model?* www.rebus.eu.com/wp-content/uploads/2017/12/RE-Bus-project-Moving-to-a-circular-economy.pdf. Revisado el 10 de Junio de 2020.
- RSA (Royal Society for the encouragement of Arts, Manufactures and Commerce) (2013) *Investigating the Role of Design in the Circular Economy*, <http://tinyurl.com/q2q43sg> . Revisado el 16 November de 2019.
- Roy, R. (2006). *Products: New Product Development and Sustainable Design*; The Open University: Milton Keynes, UK.
- Stahel, W. R., (2010). *The Performance Economy*, Palgrave Macmillan Hampshire, Hampshire UK.
- TU Delft. (2017) *Circular Economy: an introduction*. Curso Online MOOC. Disponible en: <https://www.edx.org/course/-circular-economy-introduction-delftx-circularx-2> . Revisado el 11 de Junio de 2020.
- TU Delft (2018) *Engineering Design for a Circular Economy*. Curso Online MOOC. Disponible en: <https://courses.edx.org/courses/course-v1:DelftX+PDCE01x+2T2018/course/>. Revisado el 19 de Mayo de 2020.



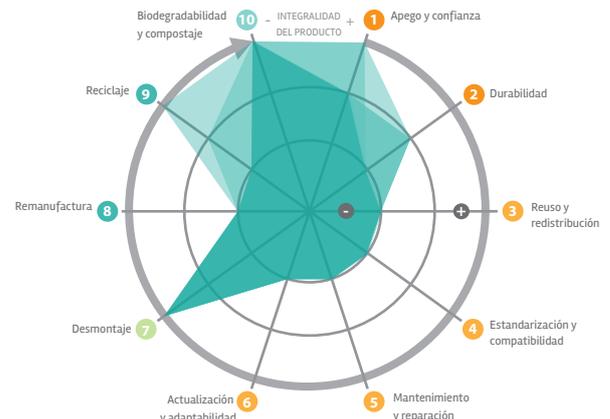
ANEXOS

Estrategias de diseño	
Suministros circulares	85
Recuperación de recursos	87
Extensión de vida	89
Plataformas compartidas	91
Producto como servicio	93



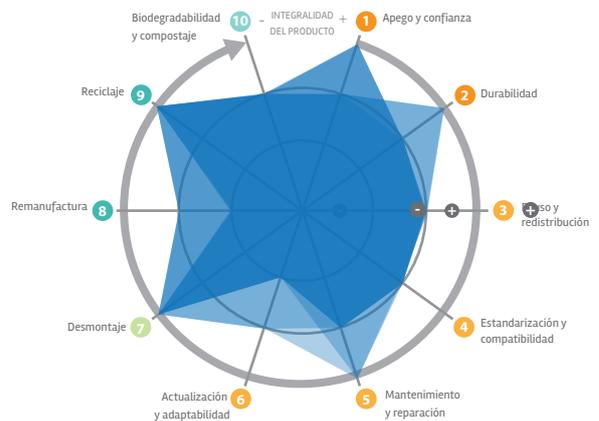
Estrategias de diseño SUMINISTROS CIRCULARES

Aspectos a tener en cuenta	ECOVATIVE	KICKPACK	PULPAK	GOURD PROJECT	DELTA	ECOVATIVE	KICKPACK	PULPAK	GOURD PROJECT	DELTA
Apego y confianza						Actualización y adaptabilidad				
Aspectos semióticos, narrativos	+	:	+	+	+	Habilitar y facilitar actualización de software	-	-	-	-
Confianza, calidad y seguridad	:	:	:	:	:	Habilitar y facilitar actualización de hardware	-	-	-	-
Personalización actualización	-	+	-	:	:	Diseño modular	-	:	:	:
Conexiones sociales	+	+	+	+	+	Predictibilidad de actualizaciones	-	-	-	-
Significados sociales	+	:	:	+	+	Documentación	-	:	:	:
Total	:	:	+	:	+	Total	-	-	-	-
Confiabilidad y durabilidad						Desmontaje y reensamblaje				
Testeo previo	+	+	+	+	+	Diseño simplificado	+	+	+	+
Proveedores de calidad	+	+	+	:	:	Minimizar variabilidad de materiales	+	+	+	+
Diseño modular	:	:	:	:	:	Minimizar uso de herramientas	+	+	+	+
Desmontaje sencillo	-	+	+	:	:	Materiales compatibles	+	+	+	+
Materiales durables	-	-	-	-	-	Uniones sencillas	+	+	+	+
Producción optimizada	+	+	+	-	-	Acceso a componentes	+	:	:	:
Facilidad de reemplazo de componentes	-	-	-	-	-	Predictibilidad de funcionamiento	-	-	:	:
Número de componentes	+	-	-	+	+	Diseño modular	:	:	:	:
Total	-	:	:	-	-	Minimizar dependencia entre módulos	-	+	+	+
Reuso y redistribución						Remanufactura				
Desmontaje sencillo	-	:	:	:	:	Materiales de calidad y durables	-	-	-	-
Acceso a componentes	-	-	-	:	:	Minimizar materiales peligrosos, tóxicos	+	+	+	+
Facilidad de mantenimiento y reparación	-	:	:	-	-	Diseño modular	-	:	-	-
Componentes estandarizados	-	+	+	:	:	Sistema de remanufactura	-	-	-	-
Uso secundario	:	-	-	:	:	Facilitar actualizaciones	-	-	-	-
Componentes resistentes	-	-	-	-	-	Limpieza sencilla	-	-	-	-
Selección de materiales	+	+	+	+	+	Seguimiento de productos	-	-	-	-
Durabilidad de componentes	-	-	-	-	-	Desmontaje sencillo	-	+	+	+
Diseño para la compatibilidad y adaptabilidad	-	-	-	-	-	Indicación de desgaste	-	-	-	-
Apego emocional	+	+	+	+	+	Herramientas de diagnóstico	-	-	-	-
Confiabilidad	:	:	:	:	:	Estandarización de componentes	+	:	:	:
Total	-	-	-	-	-	Predictibilidad de ciclo de vida	+	-	:	:
Estandarización y compatibilidad						Reciclaje				
Diseño modular	-	:	:	:	:	Enfoque de cascada	-	-	-	-
Posibilidad de actualización	-	-	-	-	-	Selección de materiales reciclables	-	+	+	+
Compatibilidad	-	-	-	-	-	Facilitación de logística de reciclaje	-	:	:	-
Adaptabilidad	-	-	-	-	-	Sistema de reciclaje	-	:	+	-
Estandarización de componentes	-	:	:	:	:	Clasificación de materiales	-	:	+	:
Total	-	-	-	-	-	Monomaterial	+	+	+	+
Mantenimiento y reparación						Compostaje y biodegradabilidad				
Predictibilidad de rendimiento	-	-	-	-	-	Materiales renovables y biocompatibles	+	+	+	+
Predictibilidad de mantenimiento	-	-	-	-	-	Evitar utilización de recursos escasos	+	+	+	+
Desmontaje sencillo	:	:	:	:	:	Utilización materiales posproducción –posconsumo	-	:	-	-
Facilidad de acceso a componentes	-	-	-	-	-	Utilización materiales reciclados	:	+	+	+
Diseño modular	-	:	:	:	:	Utilización de materiales biodegradables	+	+	+	+
Minimizar elementos de unión	+	+	+	+	+	Utilización de materiales compostables	+	+	+	+
Minimizar herramientas de desmontaje	+	+	+	+	+	Uso de energía renovable y/o eficiente	+	:	-	+
Total	-	-	-	-	-	Enfoque de cascada	-	-	-	-
						Desensamblaje sencillo	+	+	+	+
						Total	+	+	+	+



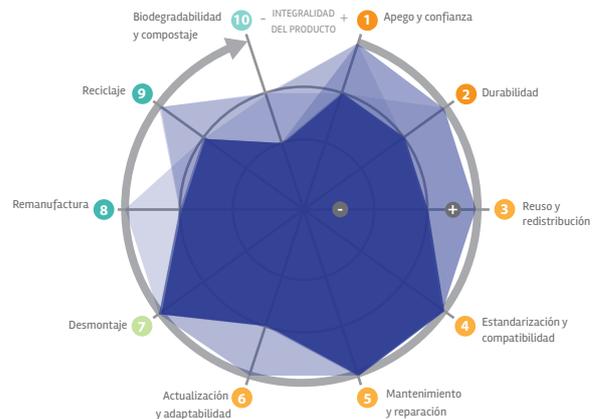
Estrategias de diseño RECUPERACIÓN DE RECURSOS

Aspectos a tener en cuenta	MIRRA 2	PRINT YOUR CITY	BUREO	URBAN TERRAZO	EASY BRICK	MIRRA 2	PRINT YOUR CITY	BUREO	URBAN TERRAZO	EASY BRICK
Apego y confianza						Actualización y adaptabilidad				
Aspectos semióticos, narrativos	+	+	+	+	+	Habilitar y facilitar actualización de software	-	-	-	-
Confianza, calidad y seguridad	+	:	:	+	+	Habilitar y facilitar actualización de hardware	-	+	-	-
Personalización actualización	:	+	+	:	:	Diseño modular	:	+	+	+
Conexiones sociales	-	+	+	+	+	Predictibilidad de actualizaciones	-	-	-	-
Significados sociales	+	+	+	+	-	Documentación	+	:	:	+
Total	:	+	+	+	:	Total	:	:	-	-
Confiabilidad y durabilidad						Desmontaje y reensamblaje				
Testeo previo	+	+	+	+	+	Diseño simplificado	+	+	+	+
Proveedores de calidad	+	:	:	:	+	Minimizar variabilidad de materiales	+	+	+	+
Diseño modular	:	:	:	:	+	Minimizar uso de herramientas	+	+	+	+
Desmontaje sencillo	+	:	:	:	+	Materiales compatibles	:	+	+	+
Materiales durables	:	+	+	+	+	Uniones sencillas	+	+	+	:
Producción optimizada	+	+	:	:	+	Acceso a componentes	+	+	+	:
Facilidad de reemplazo de componentes	+	:	:	:	-	Predictibilidad de funcionamiento	+	:	:	:
Número de componentes	:	+	+	+	+	Diseño modular	+	+	+	:
Total	+	:	:	:	+	Minimizar dependencia entre módulos	+	+	+	+
Reuso y redistribución						Remanufactura				
Desmontaje sencillo	+	+	+	:	+	Materiales de calidad y durables	+	+	+	+
Acceso a componentes	+	+	+	:	+	Minimizar materiales peligrosos, tóxicos	+	+	+	+
Facilidad de mantenimiento y reparación	+	:	:	:	:	Diseño modular	+	+	+	+
Componentes estandarizados	+	+	+	+	+	Sistema de remanufactura	:	:	-	-
Uso secundario	-	-	-	-	-	Facilitar actualizaciones	:	:	-	-
Componentes resistentes	+	+	+	+	+	Limpieza sencilla	:	:	:	:
Selección de materiales	+	+	+	+	+	Seguimiento de productos	+	:	:	-
Durabilidad de componentes	+	+	+	+	+	Desmontaje sencillo	+	+	+	+
Diseño para la compatibilidad y adaptabilidad	-	:	:	:	+	Indicación de desgaste	:	-	-	-
Apego emocional	:	+	+	+	+	Herramientas de diagnóstico	:	-	-	-
Confiabilidad	:	:	+	+	:	Estandarización de componentes	+	-	-	+
Total	:	:	:	:	:	Predictibilidad de ciclo de vida	+	-	:	+
Estandarización y compatibilidad						Reciclaje				
Diseño modular	+	+	+	+	+	Enfoque de cascada	+	-	-	-
Posibilidad de actualización	:	:	:	:	:	Selección de materiales reciclables	+	+	+	+
Compatibilidad	:	:	:	:	:	Facilitación de logística de reciclaje	+	+	+	+
Adaptabilidad	:	+	:	:	:	Sistema de reciclaje	+	+	+	+
Estandarización de componentes	+	+	+	:	+	Clasificación de materiales	+	+	+	+
Total	:	:	:	:	:	Monomaterial	:	+	+	:
Mantenimiento y reparación						Compostaje y biodegradabilidad				
Predictibilidad de rendimiento	+	:	:	:	:	Materiales renovables y biocompatibles	:	-	-	-
Predictibilidad de mantenimiento	+	:	:	:	:	Evitar utilización de recursos escasos	:	:	:	+
Desmontaje sencillo	+	+	:	:	+	Utilización materiales posproducción –posconsumo	:	+	+	+
Facilidad de acceso a componentes	+	+	+	:	+	Utilización materiales reciclados	+	+	+	+
Diseño modular	:	+	:	+	+	Utilización de materiales biodegradables	+	-	-	-
Minimizar elementos de unión	:	+	+	+	+	Utilización de materiales compostables	-	-	-	-
Minimizar herramientas de desmontaje	+	+	+	+	+	Uso de energía renovable y/o eficiente	-	+	+	:
Total	:	+	:	:	+	Enfoque de cascada	+	:	:	:
						Desensamblaje sencillo	+	+	+	+
						Total	-	:	:	:



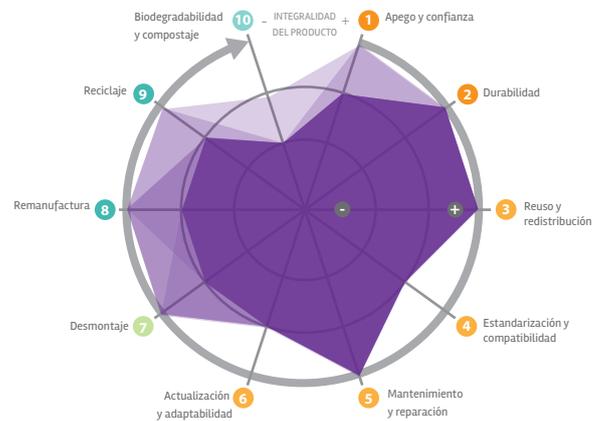
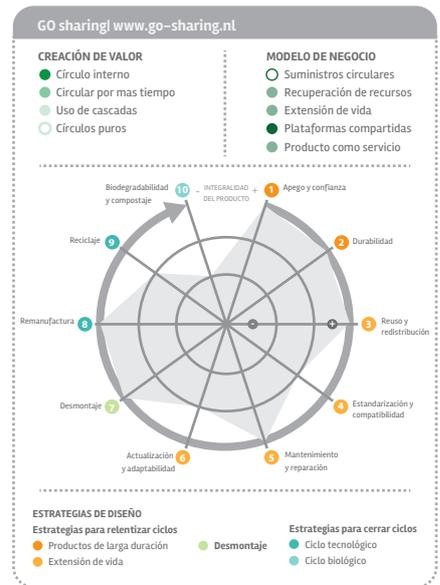
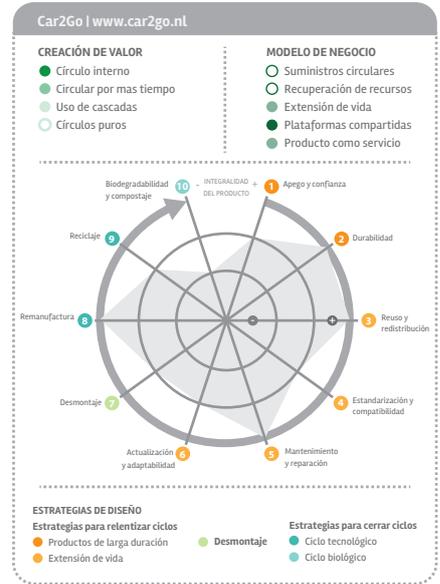
Estrategias de diseño EXTENSIÓN DE VIDA

Aspectos a tener en cuenta	FAIRPHONE 3	3 TEMP	COCICLO	NUDIE JEANS	NORTH TRAMPOLINE	FAIRPHONE 3	3 TEMP	COCICLO	NUDIE JEANS	NORTH TRAMPOLINE	
Apego y confianza											
Aspectos semióticos, narrativos	+	:	+	+	+						
Confianza, calidad y seguridad	+	+	+	+	+						
Personalización actualización	+	+	+	+	:						
Conexiones sociales	-	-	+	+	:						
Significados sociales	+	-	+	+	:						
Total	+	+	+	+	:						
Confiabilidad y durabilidad											
Testeo previo	+	+	+	+	+						
Proveedores de calidad	+	+	+	+	+						
Diseño modular	+	+	+	+	+						
Desmontaje sencillo	+	+	+	+	+						
Materiales durables	-	+	+	+	+						
Producción optimizada	+	+	+	+	+						
Facilidad de reemplazo de componentes	+	+	+	+	+						
Número de componentes	:	+	+	+	+						
Total	+	+	+	+	+						
Reuso y redistribución											
Desmontaje sencillo	+	+	+	:	+						
Acceso a componentes	+	+	+	+	+						
Facilidad de mantenimiento y reparación	+	+	+	+	+						
Componentes estandarizados	+	+	+	+	+						
Uso secundario	-	-	+	+	+						
Componentes resistentes	:	+	+	+	+						
Selección de materiales	+	+	+	+	+						
Durabilidad de componentes	:	+	+	+	+						
Diseño para la compatibilidad y adaptabilidad	+	+	+	+	+						
Apego emocional	:	:	:	:	:						
Confiabilidad	:	+	+	+	+						
Total	:	+	+	+	+						
Estandarización y compatibilidad											
Diseño modular	+	+	+	:	+						
Posibilidad de actualización	+	+	+	+	+						
Compatibilidad	+	+	+	:	+						
Adaptabilidad	+	+	+	+	:						
Estandarización de componentes	+	+	+	+	+						
Total	+	+	+	+	+						
Mantenimiento y reparación											
Predictibilidad de rendimiento	+	+	:	+	+						
Predictibilidad de mantenimiento	+	+	:	+	+						
Desmontaje sencillo	+	+	+	+	+						
Facilidad de acceso a componentes	+	+	+	+	+						
Diseño modular	+	+	+	:	+						
Minimizar elementos de unión	+	+	+	+	+						
Minimizar herramientas de desmontaje	+	+	+	+	+						
Total	+	+	+	+	+						
Actualización y adaptabilidad											
Habilitar y facilitar actualización de software	+	+	:	:	-						
Habilitar y facilitar actualización de hardware	+	+	+	+	+						
Diseño modular	+	+	+	:	+						
Predictibilidad de actualizaciones	+	+	:	:	+						
Documentación	+	+	:	:	:						
Total	+	+	:	:	:						
Desmontaje y reensamblaje											
Diseño simplificado	+	+	+	+	+						
Minimizar variabilidad de materiales	+	+	+	+	+						
Minimizar uso de herramientas	+	+	+	+	+						
Materiales compatibles	:	:	+	+	+						
Uniones sencillas	+	+	+	+	+						
Acceso a componentes	+	+	+	+	+						
Predictibilidad de funcionamiento	+	+	:	+	+						
Diseño modular	+	+	+	:	+						
Minimizar dependencia entre módulos	+	+	+	+	+						
Total	+	+	+	+	+						
Remanufactura											
Materiales de calidad y durables	:	+	+	+	+						
Minimizar materiales peligrosos, tóxicos	:	:	:	+	+						
Diseño modular	+	+	+	+	+						
Sistema de remanufactura	:	:	:	+	:						
Facilitar actualizaciones	+	+	:	:	:						
Limpieza sencilla	:	:	:	+	+						
Seguimiento de productos	:	+	:	:	+						
Desmontaje sencillo	+	+	+	+	+						
Indicación de desgaste	:	+	:	:	:						
Herramientas de diagnóstico	:	+	:	+	:						
Estandarización de componentes	+	+	+	+	+						
Predictibilidad de ciclo de vida	+	+	:	:	:						
Total	:	+	:	:	:						
Reciclaje											
Enfoque de cascada	:	:	:	+	+						
Selección de materiales reciclables	+	:	+	+	+						
Facilitación de logística de reciclaje	+	:	:	+	+						
Sistema de reciclaje	+	:	:	+	+						
Clasificación de materiales	:	:	:	+	+						
Monomaterial	-	-	-	:	:						
Desmontaje sencillo	+	+	+	+	+						
Diseño modular	+	+	+	:	+						
Total	:	:	:	+	+						
Compostaje y biodegradabilidad											
Materiales renovables y biocompatibles	-	-	:	:	:						
Evitar utilización de recursos escasos	:	:	:	+	+						
Utilización materiales posproducción -posconsumo-	-	-	-	+	+						
Utilización materiales reciclados	-	-	-	+	+						
Utilización de materiales biodegradables	-	-	:	:	:						
Utilización de materiales compostables	-	-	-	:	:						
Uso de energía renovable y/o eficiente	-	-	-	:	:						
Enfoque de cascada	+	+	+	+	+						
Desensamblaje sencillo	+	+	+	+	+						
Total	-	-	-	:	:						



Estrategias de diseño PLATAFORMAS COMPARTIDAS

Aspectos a tener en cuenta	OV FIETS	CAR2GO	VIGGA	GO SHARING	BIRD TWO	OV FIETS	CAR2GO	VIGGA	GO SHARING	BIRD TWO
Apego y confianza						Actualización y adaptabilidad				
Aspectos semióticos, narrativos	-	-	+	-	-	Habilitar y facilitar actualización de software	-	-	:	-
Confianza, calidad y seguridad	+	+	:	+	+	Habilitar y facilitar actualización de hardware	-	-	:	-
Personalización actualización	-	-	:	-	-	Diseño modular	+	:	:	:
Conexiones sociales	+	+	+	+	+	Predictibilidad de actualizaciones	+	:	:	+
Significados sociales	-	-	+	+	-	Documentación	:	+	:	+
Total	:	:	+	+	:	Total	:	:	:	:
Confiabilidad y durabilidad						Desmontaje y reensamblaje				
Testeo previo	+	+	:	+	+	Diseño simplificado	+	:	:	+
Proveedores de calidad	+	+	+	+	+	Minimizar variabilidad de materiales	+	:	+	+
Diseño modular	:	-	:	-	:	Minimizar uso de herramientas	+	:	+	+
Desmontaje sencillo	+	:	:	:	+	Materiales compatibles	+	+	+	+
Materiales durables	+	+	:	+	+	Uniones sencillas	+	:	+	:
Producción optimizada	+	+	+	+	+	Acceso a componentes	+	:	+	+
Facilidad de reemplazo de componentes	+	:	+	+	+	Predictibilidad de funcionamiento	+	+	+	+
Número de componentes	+	:	+	:	+	Diseño modular	+	:	:	:
Total	+	+	+	+	+	Minimizar dependencia entre módulos	+	:	:	:
Reuso y redistribución						Remanufactura				
Desmontaje sencillo	+	:	:	:	+	Materiales de calidad y durables	+	+	+	+
Acceso a componentes	+	:	:	:	+	Minimizar materiales peligrosos, tóxicos	+	:	+	:
Facilidad de mantenimiento y reparación	+	+	:	+	+	Diseño modular	+	:	:	:
Componentes estandarizados	+	+	:	+	+	Sistema de remanufactura	+	+	+	:
Uso secundario	+	+	+	+	+	Facilitar actualizaciones	:	:	:	:
Componentes resistentes	+	+	:	+	+	Limpieza sencilla	+	+	+	+
Selección de materiales	+	+	+	+	+	Seguimiento de productos	:	+	+	+
Durabilidad de componentes	+	+	:	+	+	Desmontaje sencillo	+	+	+	+
Diseño para la compatibilidad y adaptabilidad	:	:	+	+	:	Indicación de desgaste	:	+	:	+
Apego emocional	:	:	+	+	:	Herramientas de diagnóstico	+	+	+	+
Confiabilidad	+	+	+	+	+	Estandarización de componentes	+	+	+	+
Total	+	+	+	+	+	Predictibilidad de ciclo de vida	+	+	+	:
Estandarización y compatibilidad						Reciclaje				
Diseño modular	+	:	:	:	:	Enfoque de cascada	+	+	+	:
Posibilidad de actualización	:	:	:	:	:	Selección de materiales reciclables	:	:	+	:
Compatibilidad	:	-	+	-	:	Facilitación de logística de reciclaje	:	:	+	:
Adaptabilidad	:	-	+	-	+	Sistema de reciclaje	+	:	+	:
Estandarización de componentes	+	:	:	:	+	Clasificación de materiales	+	:	+	+
Total	:	:	:	:	:	Monomaterial	-	-	:	-
Mantenimiento y reparación						Compostaje y biodegradabilidad				
Predictibilidad de rendimiento	+	+	+	+	+	Desmontaje sencillo	+	+	+	+
Predictibilidad de mantenimiento	+	+	+	+	+	Diseño modular	+	+	:	+
Desmontaje sencillo	+	:	+	:	+	Total	:	:	+	:
Facilidad de acceso a componentes	+	+	+	+	+	Materiales renovables y biocompatibles	-	-	+	-
Diseño modular	+	:	:	:	:	Evitar utilización de recursos escasos	:	:	:	:
Minimizar elementos de unión	+	:	+	:	+	Utilización materiales posproducción –posconsumo	-	-	:	-
Minimizar herramientas de desmontaje	+	:	+	:	+	Utilización materiales reciclados	-	-	+	-
Total	+	+	+	+	+	Utilización de materiales biodegradables	-	-	+	-
						Utilización de materiales compostables	-	-	:	-
						Uso de energía renovable y/o eficiente	-	+	:	+
						Enfoque de cascada	+	+	+	+
						Desensamblaje sencillo	+	+	:	+
						Total	-	-	:	:



Estrategias de diseño PRODUCTOS COMO SERVICIO

Aspectos a tener en cuenta	DESSO	CUPCLUB	HOMIE	DUTCHAWEARNESS	MARTELA
Apego y confianza					
Aspectos semióticos, narrativos	+	+	+	+	+
Confianza, calidad y seguridad	+	+	+	+	+
Personalización actualización	-	:	+	:	:
Conexiones sociales	-	:	:	:	:
Significados sociales	:	+	:	+	+
Total	:	:	:	:	+
Confiabilidad y durabilidad					
Testeo previo	+	+	+	+	+
Proveedores de calidad	+	+	+	+	+
Diseño modular	+	:	+	:	:
Desmontaje sencillo	+	:	+	+	+
Materiales durables	:	+	+	+	+
Producción optimizada	+	+	+	+	+
Facilidad de reemplazo de componentes	:	:	+	+	+
Número de componentes	:	+	+	+	+
Total	:	+	+	+	+
Reuso y redistribución					
Desmontaje sencillo	+	+	+	+	+
Acceso a componentes	:	+	+	+	+
Facilidad de mantenimiento y reparación	:	+	+	+	+
Componentes estandarizados	+	+	+	+	+
Uso secundario	-	+	:	+	+
Componentes resistentes	+	+	+	+	+
Selección de materiales	+	+	+	+	+
Durabilidad de componentes	:	+	+	+	+
Diseño para la compatibilidad y adaptabilidad	:	:	:	:	+
Apego emocional	:	:	:	:	+
Confiabilidad	+	+	+	+	+
Total	:	+	+	+	+
Estandarización y compatibilidad					
Diseño modular	+	:	+	:	:
Posibilidad de actualización	-	:	+	:	:
Compatibilidad	-	:	:	:	+
Adaptabilidad	-	:	-	:	+
Estandarización de componentes	+	+	+	+	+
Total	-	:	:	:	+
Mantenimiento y reparación					
Predictibilidad de rendimiento	-	+	+	+	+
Predictibilidad de mantenimiento	+	+	+	+	+
Desmontaje sencillo	+	+	+	:	+
Facilidad de acceso a componentes	-	+	+	+	+
Diseño modular	+	+	+	:	:
Minimizar elementos de unión	:	+	:	+	:
Minimizar herramientas de desmontaje	:	+	:	+	+
Total	:	+	+	+	+
Actualización y adaptabilidad					
Habilitar y facilitar actualización de software	-	:	+	-	-
Habilitar y facilitar actualización de hardware	-	-	+	-	-
Diseño modular	+	:	+	-	-
Predictibilidad de actualizaciones	-	:	+	-	-
Documentación	+	:	:	+	+
Total	-	:	+	-	-
Desmontaje y reensamblaje					
Diseño simplificado	+	+	:	:	+
Minimizar variabilidad de materiales	+	+	:	:	+
Minimizar uso de herramientas	-	+	:	:	+
Materiales compatibles	-	+	-	+	+
Uniones sencillas	-	+	-	-	+
Acceso a componentes	+	+	:	:	:
Predictibilidad de funcionamiento	+	:	+	+	+
Diseño modular	+	:	+	+	:
Minimizar dependencia entre módulos	+	+	+	:	:
Total	+	+	+	:	:
Remanufactura					
Materiales de calidad y durables	+	+	+	+	+
Minimizar materiales peligrosos, tóxicos	+	+	+	+	+
Diseño modular	+	:	+	:	:
Sistema de remanufactura	-	:	:	:	:
Facilitar actualizaciones	-	:	+	:	:
Limpieza sencilla	:	+	:	:	+
Seguimiento de productos	:	+	+	+	+
Desmontaje sencillo	+	+	:	:	+
Indicación de desgaste	-	:	:	:	:
Herramientas de diagnóstico	-	:	+	+	+
Estandarización de componentes	+	+	+	+	+
Predictibilidad de ciclo de vida	-	:	:	+	+
Total	-	:	:	:	:
Reciclaje					
Enfoque de cascada	+	+	:	+	+
Selección de materiales reciclables	+	+	:	+	+
Facilitación de logística de reciclaje	+	+	:	+	+
Sistema de reciclaje	+	+	:	+	+
Clasificación de materiales	+	+	+	+	+
Monomaterial	-	+	-	+	:
Desmontaje sencillo	+	+	+	:	+
Diseño modular	+	+	+	:	:
Total	+	+	:	+	+
Compostaje y biodegradabilidad					
Materiales renovables y biocompatibles	-	+	:	+	:
Evitar utilización de recursos escasos	-	+	+	+	:
Utilización materiales posproducción –posconsumo	+	+	-	+	+
Utilización materiales reciclados	+	+	-	+	+
Utilización de materiales biodegradables	-	:	-	-	-
Utilización de materiales compostables	-	:	-	-	-
Uso de energía renovable y/o eficiente	-	+	+	+	:
Enfoque de cascada	+	:	:	+	+
Desensamblaje sencillo	+	+	+	:	+
Total	-	:	-	:	:

