



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Análisis de Sustentabilidad en los Dispositivos Móviles Celulares

Gustavo Adolfo Rincón Álvarez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales IDEA
Bogotá D.C., Colombia
2023

Análisis de Sustentabilidad en los Dispositivos Móviles Celulares

Gustavo Adolfo Rincón Álvarez

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Directora:

Mgs., Phd., Esp., Química Carmenza Castiblanco Rozo

Codirector:

Mgs., Phd., Diseñador Industrial Gabriel García Acosta

Línea de Investigación:

Economía y Ambiente, Gestión Ambiental

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales IDEA
Bogotá D.C., Colombia
2023

Dedicado a

A la familia que siempre me dio su apoyo en medio de los momentos de alegría y de tristeza de los últimos años, a los amigos que creyeron y han caminado a mi lado en medio de las adversidades del mundo, a las personas que me inspiraron a tomar el camino de creer en un planeta mejor.

Mientras podamos escuchar el murmullo de los ríos, jamás sentiremos desesperación.

Henry David Thoreau

Declaración de obra original

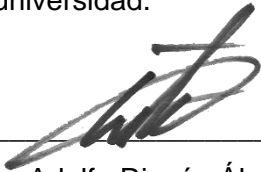
Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.



Gustavo Adolfo Rincón Álvarez

Fecha 30/01/2023

Fecha

Agradecimientos

Doy un agradecimiento a mí familia en especial a mi mamá que, en medio de las adversidades vividas a causa de una pandemia y crisis personales, estuvo como mi apoyo, mi fuerza y mi alegría, donde me impulso a sacar toda mi energía y pasión en lograr culminar mis estudios de la maestría.

También quiero agradecer a mi directora Carmenza Castiblanco Rozo y a mi codirector Gabriel García Acosta, por el acompañamiento y guía en el desarrollo de mi trabajo de grado, por las asesorías, consejos y apoyos en las actividades académicas como en los momentos de crisis mundial a causa de la pandemia, así mismo agradecer a todas las personas que me brindaron el acompañamiento e información requerida para el desarrollo del proyecto, a los profesores y profesoras que hicieron parte de la formación académica de la Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo por medio de sus guías, enseñanzas y experiencias que me fortalecieron en la vida profesional y personal, así como todas las personas que hacen parte del Instituto de Estudios Ambientales, que me brindaron su orientación y guía en este proceso académico.

Y finalmente, dar gracias a la Universidad Nacional de Colombia por la posibilidad de realizar este maravilloso viaje académico desde pregrado hasta mi trabajo de grado en la maestría, con la calidad y vivencias recogidas durante estos años que me han permitido sentirme orgullosos de ser parte de esta bella institución, por permitirme formarme y conocer a increíbles personas que se convierten en amigos, por los espacios educativos y las experiencias que nos deja esta etapa en el camino, con la esperanza de volver y seguir disfrutando de esta mágica universidad...

Resumen

Análisis de Sustentabilidad en los Dispositivos Móviles Celulares

Los dispositivos móviles celulares (DMC) son el medio de comunicación social de mayor uso en la última década, acercando las relaciones culturales de un mundo digitalizado en medio de problemáticas que subyacen dentro de su ciclo de existencia. En el presente trabajo, se realiza un análisis del nivel de sustentabilidad de tres modelos de celulares producidos por las compañías Apple, Fairphone y Samsung. Con el objetivo de identificar elementos de la sustentabilidad ecológica, social y tecnológica del ciclo productivo de los DMC, en términos de efectividad, se construyó una metodología integral de evaluación de la sustentabilidad basada en los principios de la economía ecológica, el ciclo de la cuna a la cuna y el modelo de ciclos socio-tecnológicos.

El documento examina las tendencias del mercado en los periodos 2019 y 2021, las relaciones de las cadenas de suministros con los conflictos ambientales y la responsabilidad corporativa. Así mismo, se determinan las herramientas de diseño sustentable como los criterios de evaluación complementarios, para la construcción de la metodología integral de ciclos sustentables (MICS). Esta propuesta se desarrolla como fruto de un proceso analítico-deductivo que presenta un valor interdisciplinar, con la convergencia de variables e indicadores que fortalecen el análisis hacia la efectividad ambiental.

Al final se presenta los resultados obtenidos de la evaluación de los tres modelos, para identificar fortalezas y debilidades dentro de su ciclo y recomendaciones para las compañías analizadas.

Palabras clave: economía ecológica, efectividad, sustentabilidad, dispositivo móvil celular, conflicto ambientales, responsabilidad corporativa, diseño sustentable.

Abstract

Mobile Devices Sustainability Analysis

Mobile phones (MCD) are the most widely used means of social communication in the last decade, bringing the cultural relations of a digitalized world closer in the midst of problems that underlie their cycle of existence. In this document, an analysis of the level of sustainability of three models of mobile phones produced by the companies Apple, Fairphone and Samsung is carried out. In order to identify elements of ecological, social and technological sustainability of the MCD production cycle, in terms of effectiveness, a comprehensive sustainability assessment methodology was constructed based on the principles of ecological economics, the cradle-to-cradle cycle and the model of socio-technological cycles.

The document examines market trends in the periods 2019 and 2021, the relationship of supply chains with environmental conflicts and corporate responsibility. Likewise, sustainable design tools are determined as complementary evaluation criteria for the construction of the integrated methodology of sustainable cycles (IMSC). This proposal is developed as the result of an analytical-deductive process that presents an interdisciplinary value, with the convergence of variables and indicators that strengthen the analysis towards environmental effectiveness.

At the end, the results obtained from the evaluation of the three models are presented, in order to identify strengths and weaknesses within their cycle and recommendations for the analyzed companies.

Keywords: ecological economy, effectiveness, sustainability, mobile phone device, environmental conflicts, corporate responsibility, sustainable design.

Contenido

	Pág.
Declaración de obra original	VII
Agradecimientos	IX
Resumen	XII
Abstract	XIV
Contenido	XVII
Lista de figuras	XIX
Lista de tablas	XXIII
Lista de Símbolos y abreviaturas	XXV
Introducción	27
1. Investigación: contexto mundial de los DMC y relaciones ambientales complejas	29
1.1 Mercado, consumo y tendencia de los DMC en el año 2019 y 2021	29
1.1.1 Coronavirus y el cambio de paradigmas de los DMC	40
1.2 Desarrollo de los DMC en el marco empresarial	41
1.2.1 Apple y su fidelidad de marca	41
1.2.2 Samsung como organización de múltiples servicios	44
1.2.3 Fairphone y la ética corporativa	47
1.2.4 Proyecciones del mercado de los DMC	50
1.3 Conflicto de los DMC	54
1.3.1 Social.....	56
1.3.2 Tecnológico	60
1.3.3 Ecológico.....	62
1.4 Conclusiones.....	65
2. Exploración y construcción: acercamiento de metodologías sostenibles de diseño, para el desarrollo del análisis de los DMC	66
2.1 La efectividad como método sustentable para los DMC	68
2.2 Herramientas sostenibles en el diseño y desarrollo de productos	69
2.2.1 Rueda de LiDS - Life Cycle Design Strategies.....	72
2.2.2 Eco Indicador 99	74
2.2.3 Matriz MET	76

2.3	Criterios complementarios para la construcción del análisis	78
2.4	La integración del Modelo de ciclos socio-tecnológicos para los DMC	80
2.5	Construcción y desarrollo de la metodología integral de ciclos sustentables (MICS)	84
2.5.1	Transición de la información, hacia la EE y el C2C	85
	89	
2.5.2	Designación de las herramientas y criterios en el ciclo.....	90
2.6	Propuesta y aplicación para la evaluación de la sustentabilidad de los DMC	93
2.7	Propuestas potenciales de la metodología MICS	103
2.8	Conclusiones	104
3.	Construcción e implementación del MICS en los DMC	105
3.1	Criterios para la selección de las marcas de celulares para la aplicación del análisis de sustentabilidad.....	105
3.1.1	Samsung y su serie Galaxy S22 Ultra, como emblema de una marca de mayor consumo de los DMC	106
3.1.2	Fairphone y su modelo Fairphone 4, como símbolo de sustentabilidad y comercio justo	107
3.1.3	Apple y su serie iPhone 14 Pro Max, como emblema de productos para usuarios exclusivos y diferentes	108
3.2	Aplicación del MICS al modelo de celular Samsung Galaxy S22 Ultra	110
3.3	Aplicación del MICS al modelo de celular Fairphone 4	124
3.4	Aplicación del MICS al modelo de celular iPhone 14 Pro Max	138
3.5	Análisis de la metodología y de las compañías evaluadas.....	152
3.6	Conclusiones	154
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	155
A.	Anexo 1: tabla de puntuación Eco Indicador 99.....	157
5.	Bibliografía.....	167

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Ventas de DMC en el 2019.....	30
Figura 1-2: Infografía del consumo de los DMC en el 2019.....	32
Figura 1-3: Mapa de ventas de DMC en el año 2021	34
Figura 1-4: Mapa de previsión de crecimiento de los DMC en el año 2021	35
Figura 1-5: Mapa de ventas de unidades por la marca Samsung	37
Figura 1-6: Infografía del consumo de los DMC en el 2021.....	38
Figura 1-7: Modelo CANVAS diseñado para Apple Inc	42
Figura 1-8: Ejes ambientales de Apple	43
Figura 1-9: Seguimiento de materiales justos.....	49
Figura 1-10: La economía móvil en el 2021	50
Figura 1-11: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a nivel global en la GSMA	53
Figura 1-12: Monitoreo de minerales en zonas de conflicto	57
Figura 1-13: Análisis de riesgos en trabajos forzados como esclavitud moderna	59
Figura 1-14: Composición promedio de materiales dentro de un DMC	64
Figura 2-1: Eficiencia y efectividad relacionado a lo ecológico y social.....	69
Figura 2-2: Gráfica de ciclo del producto	70
Figura 2-3: Esquema comparativo de tipo de análisis del método o herramienta	72
Figura 2-4: Formato de aplicación para Rueda de LiDS.....	73
Figura 2-5: Infografía de puntuación Eco Indicador 99	74
Figura 2-6: Formato de aplicación para Eco indicador 99	75
Figura 2-7: Formato de ejemplo para la aplicación de la matriz MET.....	77
Figura 2-8: Calificación de guía de consumo de computadores	79
Figura 2-9: Marco evolutivo del diseño para la sustentabilidad	81
Figura 2-10: Los estados asociados de las partes interesadas y las fases/etapas	82
Figura 2-11: Grupo de procesos/pasos que hacen parte del estado de destinación.....	84

Figura 2-12: Interpretación de los Cs-tP, en el método MICS	86
Figura 2-13: Direccionamiento y funcionamiento del MICS	87
Figura 2-14: Niveles de clasificación de cada fase dentro del MICS	88
Figura 2-15: Puntuación máxima en la ruta MICS	90
Figura 2-16: Puntuación de gestión empresarial eficiente	91
Figura 2-17: Ejemplo cromático de los niveles de sustentabilidad del MICS.....	93
Figura 2-18: Guía de uso de la rueda de LiDS para el MICS	94
Figura 2-19: Guía de uso del Eco indicador 99 para el MICS, aspectos generales	95
Figura 2-20: Guía de uso del Eco indicador 99 para el MICS, diligenciamiento y puntuación	97
Figura 2-21: Guía de uso de la matriz MET para el MICS, aspectos generales.....	98
Figura 2-22: Guía de uso de la matriz MET para el MICS, diligenciamiento y puntuación	99
Figura 2-23: Guía de lectura en el formato MICS, para el análisis de sustentabilidad de los dispositivos móviles celulares (DMC)	101
Figura 2-24: Calificación de guía de consumo de teléfonos móviles	102
Figura 3-1: Modelo Samsung S22 Ultra	107
Figura 3-2: Modelo Fairphone 4.....	108
Figura 3-3: Modelo Apple iPhone 14 Pro Max	109
Figura 3-4: Diagrama rueda de LiDS celular Samsung Galaxy S22 Ultra	111
Figura 3-5: Eco Indicador 99 Galaxy S22 Ultra, V-C-DyD	112
Figura 3-6: Eco Indicador 99 Galaxy S22 Ultra, E-P	113
Figura 3-7: Eco Indicador 99 Galaxy S22 Ultra, MyL-UyS-DyS.....	114
Figura 3-8: Eco Indicador 99 Galaxy S22 Ultra, R-M y puntaje final	115
Figura 3-9: Análisis MET Galaxy S22 Ultra V-C-DyD	118
Figura 3-10: Análisis MET Galaxy S22 Ultra E-P-MyL	119
Figura 3-11: Análisis MET Galaxy S22 UyS-DyS-R	120
Figura 3-12: Análisis MET Galaxy S22 M y puntuación total.....	121
Figura 3-13: Análisis definitivo MICS del modelo Samsung Galaxy S22 Ultra	122
Figura 3-14: Diagrama rueda de LiDS celular Fairphone 4	125
Figura 3-15: Eco Indicador 99 Fairphone 4, V-C-DyD	126
Figura 3-16: Eco Indicador 99 Fairphone 4, E-P	127
Figura 3-17: Eco Indicador 99 Fairphone 4, MyL-UyS-DyS.....	128
Figura 3-18: Eco Indicador 99 Fairphone 4, R-M y puntaje final	129

Figura 3-19: Análisis MET Fairphone 4 V-C-DyD	131
Figura 3-20: Análisis MET Fairphone 4 E-P-MyL.....	132
Figura 3-21: Análisis MET Fairphone 4 UyS-DyS-R	133
Figura 3-22: Análisis MET Fairphone 4 M y puntuación total	134
Figura 3-23: Análisis definitivo MICS del modelo Fairphone 4	136
Figura 3-24: Diagrama rueda de LiDS celular iPhone 14 Pro Max	139
Figura 3-25: Eco Indicador 99 iPhone 14 Pro Max, V-C-DyD.....	140
Figura 3-26: Eco Indicador 99 iPhone 14 Pro Max, E-P	141
Figura 3-27: Eco Indicador 99 iPhone 14 Pro Max, MyL-UyS-DyS	142
Figura 3-28: Eco Indicador 99 iPhone 14 Pro Max, R-M y puntaje final	143
Figura 3-29: Análisis MET iPhone 14 Pro Max V-C-DyD.....	145
Figura 3-30: Análisis MET iPhone 14 Pro Max E-P-MyL	146
Figura 3-31: Análisis MET iPhone 14 Pro Max UyS-DyS-R.....	147
Figura 3-32: Análisis MET iPhone 14 Pro Max M y puntuación total	148
Figura 3-33: Análisis definitivo MICS del modelo iPhone 14 Pro Max	151

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Ventas de DMC en el 2019.....	31
Tabla 1-2: Ventas de DMC en el 2021.....	36
Tabla 1-3: Ventas de DMC por las empresas en el año 2021.....	36
Tabla 1-4: Divisiones comerciales de Samsung.....	44
Tabla 1-5: Participación y comunicación de las partes interesadas en sostenibilidad.....	46
Tabla 1-6: KPI de la empresa Fairphone.....	48
Tabla 1-7: Categorías identificadas en las paradojas de sostenibilidad.....	55
Tabla 2-1: Designación de herramientas y criterios para la evaluación de los DMC.....	89
Tabla 2-2: Matriz de puntuaciones del MICS en los DMC.....	92
Tabla 2-3: Puntuación equivalente del Eco indicador 99 para la MICS.....	96

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviatura	Término
3TG	Mineral en zona de conflicto
BFR	Retardantes de llama bromados
C2C	Ciclo de la cuna a la cuna
CO2	Dióxido de carbono
Cs-tp	Ciclo socio-tecnológico del producto
DMC	Dispositivo móvil celular
Eco 99	Eco indicador 99
EE	Economía ecológica
GSMA	Asociación de operadores móviles y redes
IMEI	Identidad internacional de equipo móvil
LGBTIQ+	Lesbianas, gays, transgéneros, bisexuales, intersex y queer
LiDS	Diseño de estrategias de ciclo de vida
MET	Materiales, energía y toxicidad
MICS	Metodología integral de ciclos sustentables
mPt	Milipunto
OCDE	Organización para la cooperación y el desarrollo económico
ODS	Objetivos de desarrollo sostenible
ONG's	Organizaciones no gubernamentales
PFAS	Sustancias perfluoroalquiladas
Pt	Punto
PVC	Policloruro de vinilo
RDC	República democrática del Congo
TIC's	Tecnologías de la información y las comunicaciones
UE	Unión Europea

Introducción

La comunicación como medio de expresión en las relaciones sociales ha evolucionado a través del avance tecnológico, creando diferentes opciones para mantener a la sociedad conectada del mundo (GSMA, 2021b; Hernández-Ortega & Rayón-Rumayor, 2021). Los dispositivos móviles celulares son actualmente el pilar de la comunicación moderna y por ende parte de la vida cotidiana, generando diferentes elecciones de usos, servicios y accesos a un ecosistema digital (GSMA, 2018; Obiodu & Giles, 2017).

En este contexto, la necesidad social de mantenerse conectado con las redes de información y de comunicación, crece proporcionalmente a la demanda de consumo de estos productos que son usados por su versatilidad y portabilidad (GSMA, 2022). Este aspecto es contrastado por las implicaciones requeridas en el desarrollo, ocasionando afectaciones en escenarios ecológicos, sociales y tecnológicos durante su ciclo de existencia (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a, 2022b). Debido a eso, la importancia de investigar los procesos productivos de los dispositivos móviles celulares, permite indagar acerca del nivel de sustentabilidad que puede tener un artefacto de alta demanda social, por medio de una metodología que logre vincular aspectos cuantitativos y cualitativos en una escala interdisciplinaria (McDonough & Braungart, 2002; Muriel Guisado & García Acosta, 2019).

En el marco del desarrollo del presente trabajo, se construyó una metodología cuyo propósito era demostrar múltiples herramientas que no tiene limitantes disciplinares en su construcción y ejecución, como también el uso de criterios adaptados al manejo de evaluaciones sustentables en términos de efectividad y no de eficiencia (Aliau Pons, 2015; Cadenas, 2019; García-Acosta et al., 2016).

En el primer capítulo del documento se abordan los escenarios de consumo a nivel global en los años 2019 y 2021, con el objetivo de identificar las tendencias de uso, al igual que las relaciones sociales en el mercado dentro de los países analizados. Con esta información, se determinan las tres empresas que fueron objeto de estudio para establecer

si un producto de alta demanda, de exclusividad o de impacto social, logra ser efectiva e integralmente sustentable (Apple Inc., 2022e; Fairphone, 2021e; Samsung Electronics, 2021a). Para determinar esa información, es importante vincular los conflictos que existen dentro del ciclo productivo de cada organización, e identificar las relaciones de responsabilidad empresarial y de consumo (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b).

En el desarrollo del segundo capítulo se explora los conceptos teóricos de la economía ecológica y el ciclo de la cuna a la cuna, como guías para la elaboración de una metodología que vincule estos principios enfocados a la efectividad (Giuliano, 2014; McDonough & Braungart, 2002). Con lo anterior, se establece lineamientos para el desarrollo de la metodología, integrando valores interdisciplinarios de conocimiento que construyen un análisis complejo de la realidad. En el desarrollo teórico se exploran metodologías y herramientas de diseño sustentable, combinadas con criterios que permitan identificar las opciones de evaluación requeridas en la investigación, a partir de la cual, se construye una interpretación de los modelos socio-tecnológicos de producto, para integrar los valores teóricos con las herramientas cuantitativas y cualitativas de calificación (García Acosta, 2016; Muriel Guisado & García Acosta, 2019).

Con estos procesos, el tercer capítulo aborda la aplicación de los respectivos modelos metodológicos a las tres empresas a evaluar. Esta aplicación permite identificar el nivel de sustentabilidad del cada modelo en aspectos sociales, ecológicos y tecnológicos específicos dando como resultado, un análisis detallado de las políticas, acciones, conceptos, planteamientos de diseño, procesos extractivos, productivos, logísticos, de uso, de recuperación y transformación futura (Cadenas, 2019; García-Acosta et al., 2016; Giuliano, 2014).

En la comprensión del resultado de los análisis empresariales y del producto, el cuarto capítulo se enfoca en mostrar el legado del método integral de ciclos sustentables, con el fin de generar oportunidades de mejora en los procesos que orienten a los futuros investigadores. Se concluye con la importancia de considerar alternativas de estudio interdisciplinarias, para desarrollar análisis sustentables de productos y servicios complejos.

1. Investigación: contexto mundial de los DMC y relaciones ambientales complejas

Los dispositivos móviles celulares (DMC) han demostrado generar gran importancia en la comunicación social, debido al constante uso de los productos y servicios en un mundo interconectado (GSMA, 2022).

Si bien la demanda se ve reflejado en el consumo, existe diversidad en el uso de los DMC en los países según factores económicos, culturales y sociales, que establecen diferentes condiciones de consumo en el mercado local, manifestando la complejidad de los ecosistemas, gobiernos y poblaciones (GSMA, 2018).

El uso de los DMC ha forjado proyecciones de mercado y valores agregados según las necesidades de consumo, generando un portafolio de servicios a la industria de la comunicación que prioriza su desarrollo en las TIC's (tecnologías de la información y comunicación) (Obiodu & Giles, 2017).

Este desarrollo ha fortalecido la producción masiva de los DMC, sin embargo, implica afectaciones en el ciclo del producto y sus cadenas de suministros, donde se presentan casos de impactos sociales, ecológicos y tecnológicos (Akemu, 2016; Brix-Asala et al., 2018; Évole et al., 2016). Estas afectaciones son cruciales para comprender el estado del arte de estos dispositivos, frente a la complejidad de las problemáticas direccionadas a una ruta de sustentabilidad en el ciclo de desarrollo, ejecución y recuperación.

1.1 Mercado, consumo y tendencia de los DMC en el año 2019 y 2021

Los DMC a nivel mundial, han desarrollado innovaciones según las tendencias que son establecidas en cada región como las tecnologías, usos, interfaces, aplicaciones y servicios entre otros. Con ello, aporta a las necesidades según el territorio para el manejo

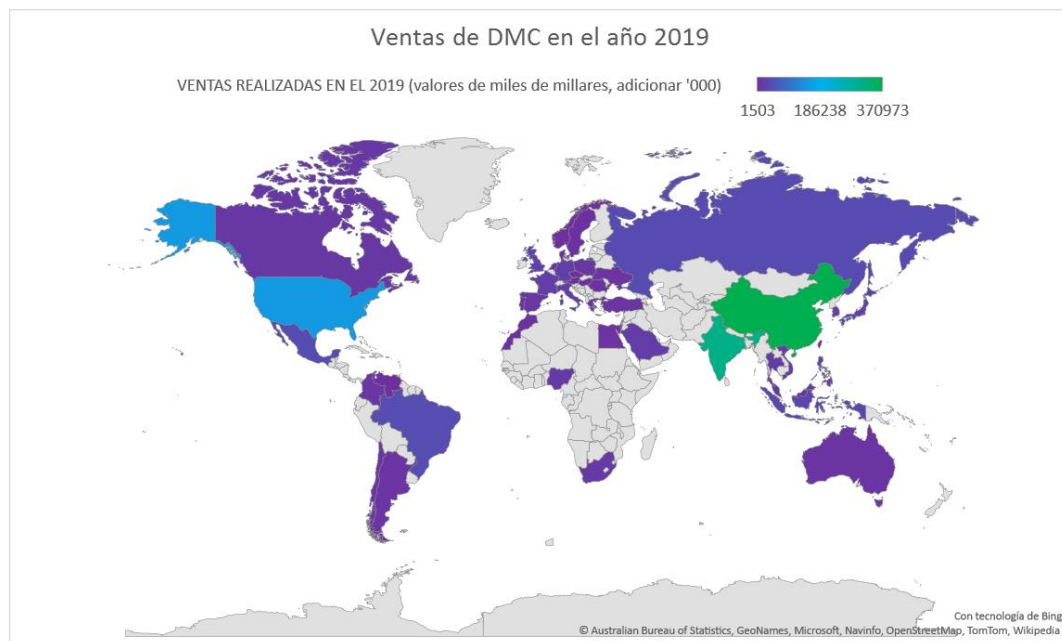
de los artefactos, generando que las diferentes culturas a nivel global adopten otros propósitos en función de los DMC.

Para presentar un acercamiento a las variantes de uso según las necesidades de cada territorio, se utilizó la herramienta Passport de la empresa Euromonitor International, donde están presentes reportes de 47 países en aspectos de mercado, uso, política y consumo de los DMC. En la revisión de los reportes realizados en el año 2019 y 2021 se busca como objetivo, una visión más integral del manejo de los dispositivos según la región investigada, para comprender su tendencia de consumo, visión y proyección en el mercado electrónico.

Para esta revisión, se decidió reunir los siguientes datos de cada país y región: ventas, población y tendencia proyectada en los próximos cuatro años, asimismo se investigó en cada reporte el manejo locativo de los DMC para una mejor comprensión de la cultura, visión y uso del producto al igual que sus servicios.

A continuación, son presentadas las regiones en general y el desarrollo en el consumo de los DMC (Figura 1-1) en el año 2019 antes de las restricciones impuestas por la pandemia del virus SARS-COVID19.

Figura 1-1: Ventas de DMC en el 2019



Nota: Los datos se analizaron con Microsoft Excel (Versión 2019).

Tabla 1-1: Ventas de DMC en el 2019

DATOS TOTALES DE LOS PAÍSES REGISTRADOS			
REGIÓN	POBLACIÓN*	VENTA DE CELULARES**	VENTAS***
África	386	46044	119285
Asia	3460	853192	246587
Europa	645	200517	310879
Latinoamérica	478	115900	242469
Medio Oriente	132	39685	300644
Norteamérica	364	167865	461168
Oceanía	24	9206	383583
Total	5489	1432409	260960

*Millones de personas, **Miles de millares '000, ***Por cada millón de personas.

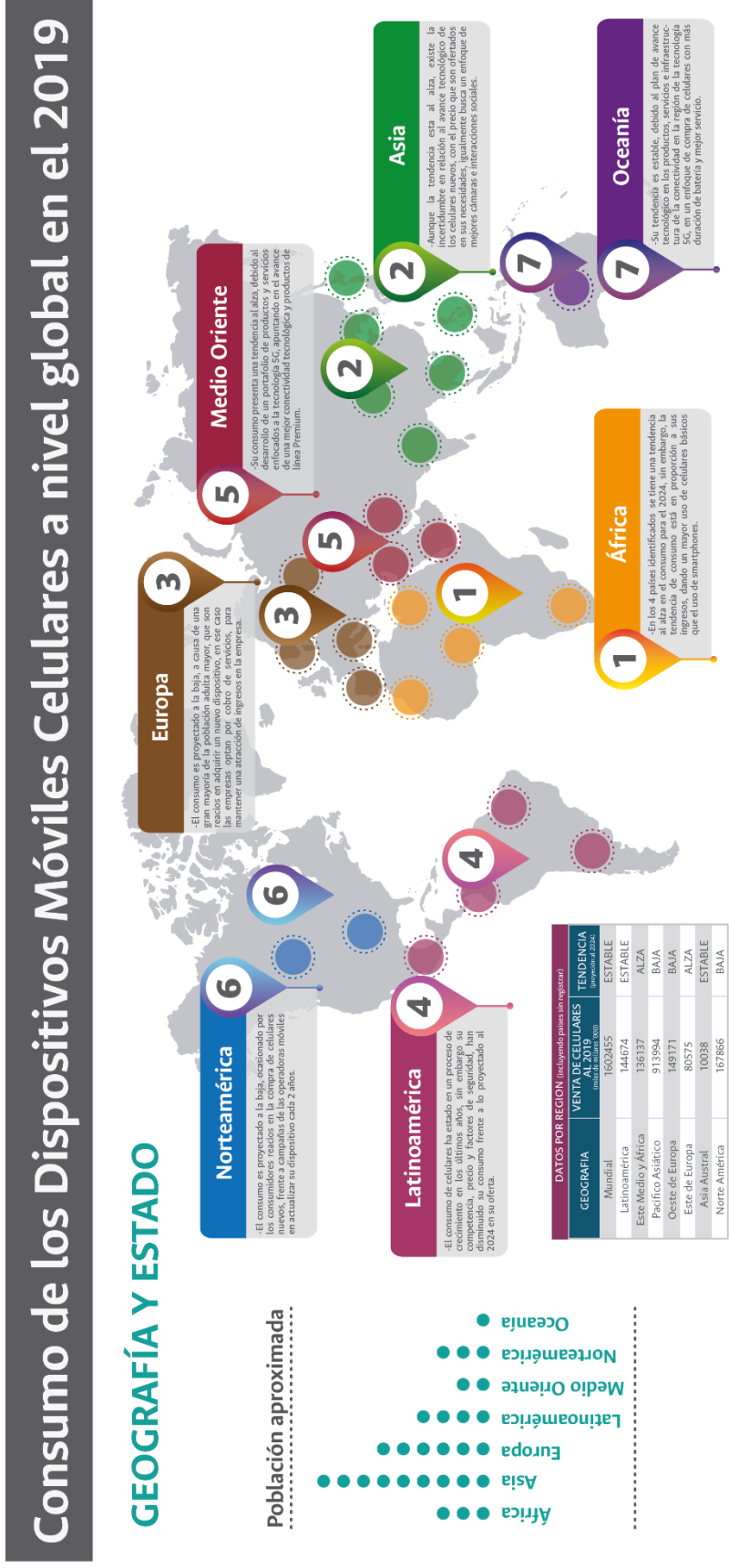
En este aspecto, el consumo de los DMC en el 2019 (Tabla 1-1) presenta la región asiática, como el sector de mayor consumo en unidades vendidas de estos productos según los datos recopilados por la plataforma, donde se evidencia un 60% del mercado mundial proveniente de esta región, seguido de Europa y Norteamérica respectivamente, con esto, facilita la información amplia del mercado y su potencial desarrollo en el avance tecnológico y financiero a nivel global.

Aunque la información principal está basada en ventas, la revisión de los informes de cada país permite analizar el estado de consumo, para compilar la información dirigida a un enfoque general. Para eso, se desarrolla la infografía de los DMC en el 2019 (Figura 1-2) que explica brevemente el contexto de cada una de las siete regiones analizadas, con el propósito de entender la complejidad y la relación cultural de la población en el uso de estos artefactos.

La infografía presenta los siguientes aspectos:

- Tendencia de las ventas proyectadas en los próximos cinco años, según la herramienta Passport (baja, estable o alza).
- Descripción breve de cada región, con aspectos relevantes que tienen en común con los países vinculados.
- Tabla de ventas totales de cada región y a nivel mundial, en donde se incluye países no registrados en los informes según Passport.

Figura 1-2: Infografía del consumo de los DMC en el 2019



Frente a lo desarrollado en el periodo 2019 en el consumo de los DMC, se observa los siguientes aspectos en relación con el comercio y perfilamiento de los usuarios de cada región:

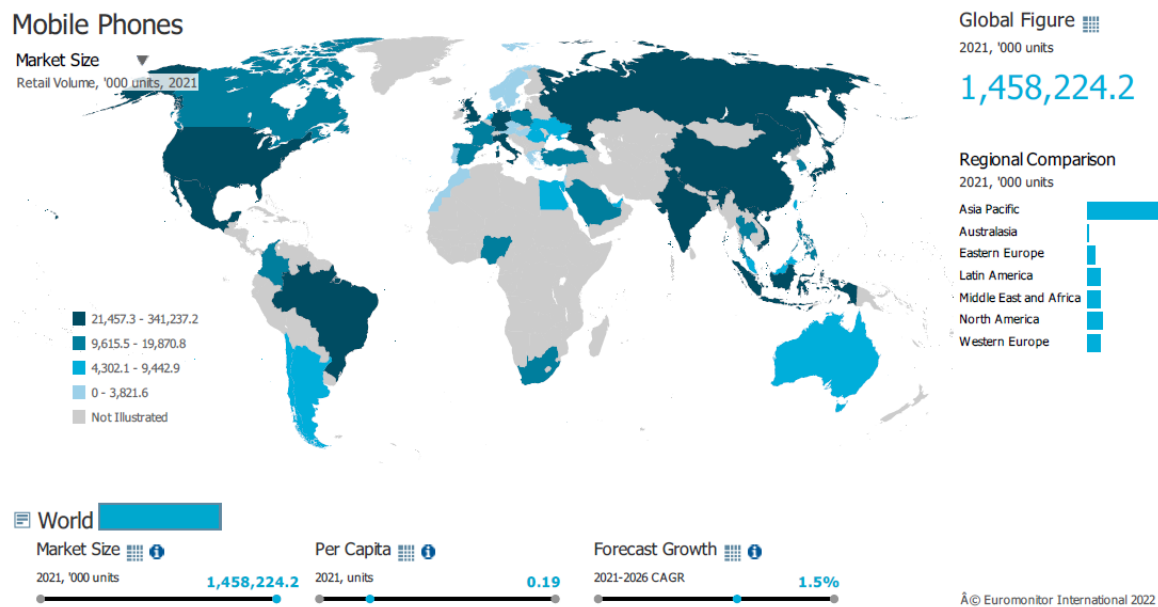
1. La asociación de compañías de operadores móviles y empresas relacionadas a las redes de telefonía (GSMA), en el desarrollo de políticas de regulación, proyección, accesibilidad y consumo, son convertidas en recomendaciones de buenas prácticas de gestión en cada país, tal como lo reporta la herramienta Euromonitor – Passport. Cada país tiene una visión diferente a las políticas y sus proyecciones, como complemento a las estrategias de modernización de las plataformas TIC's en cada región.
2. Cada país presenta varias complejidades, lo que permite comprender que no existe una tendencia definida globalmente, sino que son especialidades regionales las que dan la proyección del mercado, con base a las necesidades locales.
3. Aunque las tendencias del mercado nos proyectan la visión del futuro y su consumo, no entran a un análisis aproximado de la responsabilidad empresarial y del consumidor en el uso de los DMC, dejando un vacío en cuanto al origen y proceso de desarrollo.
4. Países como China, India y Estados Unidos, presentan un mayor consumo de estos productos en proporción a la población, lo que indica una fuerte tendencia de mercado hacia un público objetivo en la comercialización de bienes y servicios de los DMC.
5. Existe un mercado reactivo de renovación de los DMC debido a la relación precio y servicio, donde la población busca productos más estables en uso y duración, que permita generar un valor agregado en contravía de la obsolescencia (en Hong Kong, Corea del Sur, Estados Unidos, México, Reino Unido y Alemania).
6. Existe una reticencia en cuanto a la actualización de los celulares con tendencias hacia ciclos de reemplazo más largos, ocasionando que algunos consumidores locales estuvieran menos dispuestos a comprar un teléfono nuevo, a menos que fuera absolutamente necesario (en Europa y Estado Unidos).

En el marco del año 2021, se presenta el avance del consumo de los DMC en un estado de recuperación ocurrido por las restricciones impuestas por la pandemia del virus SARS-

COVID19, en este caso la herramienta Euromonitor – Passport desarrollo un mapeo de consumo, ventas y previsiones en las regiones, al igual que reportes empresariales de las doce empresas de mayor producción y oferta de los DMC durante ese año, lo que permite comprender la tendencia y el público objetivo.

En este último aspecto, la revisión de las compañías se estableció en dos direcciones para un mejor análisis de consumo: ventas realizadas a nivel mundial y participación de las empresas en los países reportados por la herramienta.

Figura 1-3: Mapa de ventas de DMC en el año 2021

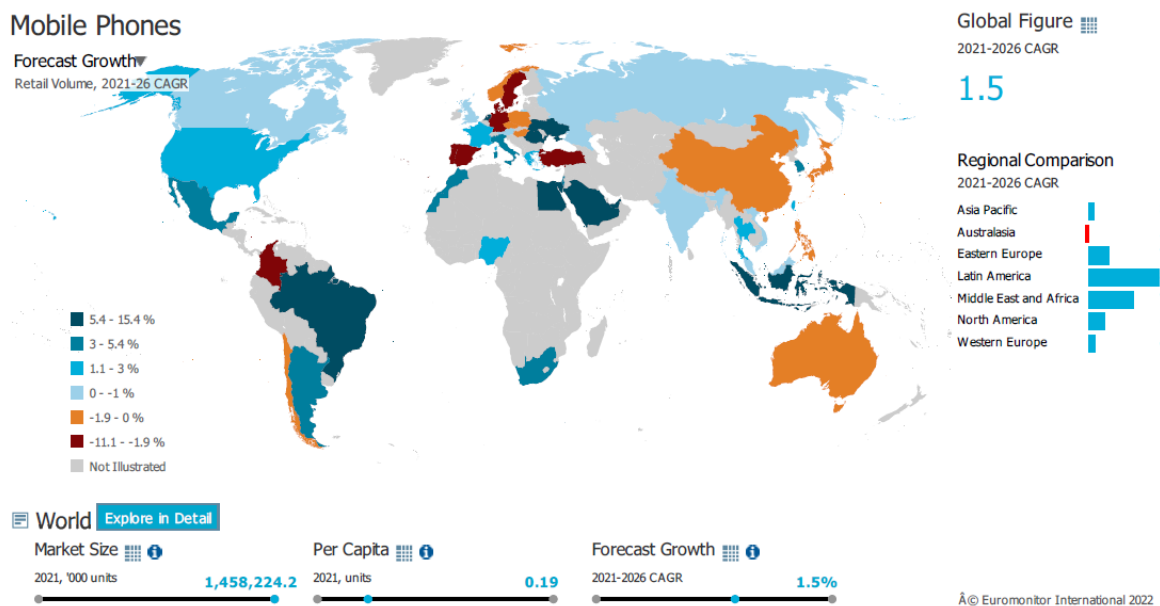


Fuente: Euromonitor (2021).

En el mapeo del mercado de los DMC (Figura 1-3) se evidencia frente al periodo 2019, una reducción de ventas realizadas ocasionadas por las afectaciones en las cadenas de suministros, al igual que la incertidumbre de la pandemia. Los países como India, China, Estados Unidos, Brasil y algunas regiones de Europa continúan siendo un eje de mercado principal para ventas, tendencias y acercamientos tecnológicos a los usuarios.

Se evidencia en la región del pacífico asiático, un gran número de ventas realizadas en comparación de otras regiones superando más del 50% de la venta global, indicando la gran participación de consumo de celulares inteligentes (smartphones), como vía de interés para el uso de redes sociales y aplicaciones digitales.

Figura 1-4: Mapa de previsión de crecimiento de los DMC en el año 2021



Fuente: Euromonitor (2021).

En el caso del mapeo en la previsión de crecimiento (Figura1-4), presenta variantes en la demanda a futuro de los DMC en los países de mayor consumo como es el caso de China, India y Estados Unidos principalmente, influenciados por el avance tecnológico y efectos generados en la recuperación de las restricciones impuestas por la pandemia del virus SARS-COVID19.

A diferencia del mapa anterior, la región latinoamericana se proyecta a futuro como una oportunidad de crecimiento en los próximos cinco años en ventas de celulares, en contravía de la región del pacífico asiático que su crecimiento es bajo, a pesar de tener alta incidencia de ventas a nivel global.

En la Tabla 1-2 se identifica en relación con el periodo 2019, una reducción en la venta de dispositivos móviles a nivel global de 130.560 (miles de millares '000) de unidades, donde se encuentra la venta de celulares básicos (que no maneja aplicaciones digitales, solo uso de llamadas) y smartphones (uso de aplicaciones inteligentes), debido a la reticencia en la actualización de nuevos productos generados por la incertidumbre del virus. Las regiones de Asia, Europa y Norteamérica siguen siendo pilares de ventas para las empresas que buscan más atracción al consumidor de su marca.

Tabla 1-2: Ventas de DMC en el 2021

DATOS TOTALES DE LOS PAÍSES REGISTRADOS			
REGIÓN	POBLACIÓN*	VENTA DE CELULARES**	VENTAS***
África	403	45034	111747
Asia	3572	749310	209773
Europa	653.5	189361	289764
Latinoamérica	454	110846	244154
Medio Oriente	136.8	40773	298048
Norteamérica	367	157082	428016
Oceanía	25	9443	377720
Total	5611.3	1301849	232005

*Millones de personas, **Miles de millares '000, ***Por cada millón de personas.

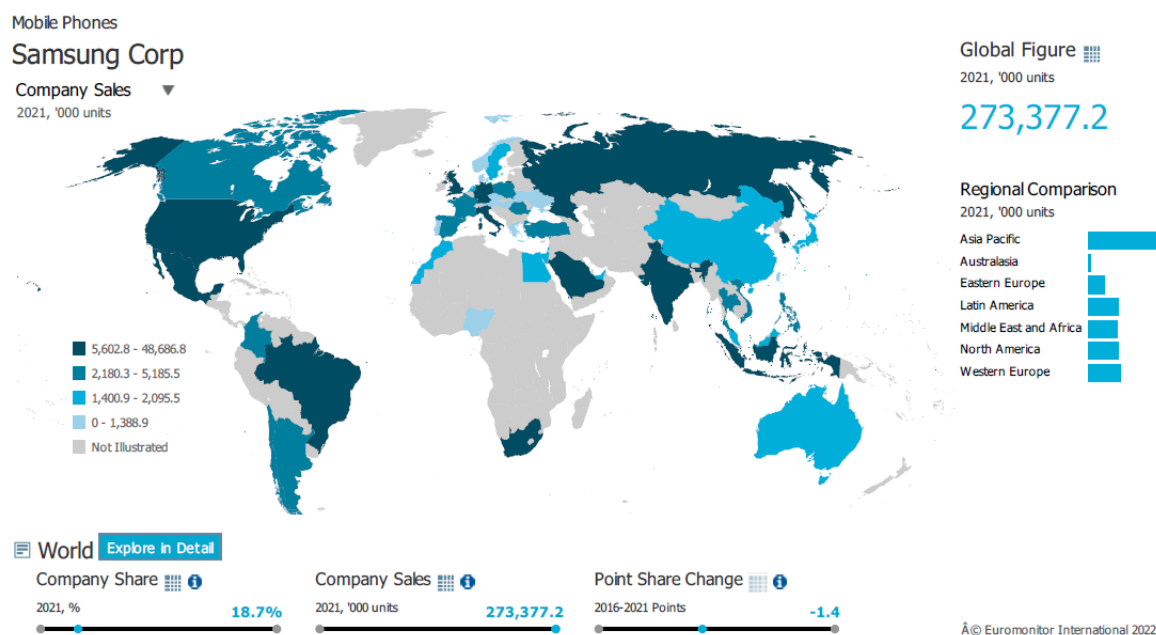
Según lo indica la Tabla 1-3, las marcas que más ventas generan de DMC son Samsung, BBK (aunque no es una marca sino la agrupación de varias empresas de China), Apple y Xiaomi entre otros. Donde la región del pacífico asiático es la preferida por las grandes empresas, debido a la población y demanda en avances tecnológicos.

Tabla 1-3: Ventas de DMC por las empresas en el año 2021

VENTA DE DMC EN EMPRESAS REPORTADAS DURANTE EL 2021		
EMPRESA	VENTA DE CELULARES*	REGIÓN DOMINANTE
Samsung Corp.	273377,2	Pacífico Asiático
BBK Corp.	272067,3	Pacífico Asiático
Apple Inc.	176857,3	Pacífico Asiático
Xiaomi Corp.	146421,4	Pacífico Asiático
Huawei Ltd.	113161,6	Pacífico Asiático
Transsion Holdings	36197,5	Pacífico Asiático
Nokia Corp.	35465,9	Medio Oriente y África
Lenovo Ltd.	35217,4	Latinoamérica
Shenzhen Ltd.	31009,5	Pacífico Asiático
LG Corp.	25744,5	Norteamérica
TCL Corp.	25073,3	Latinoamérica
Lava Ltd.	15510,5	Pacífico Asiático
ZTE Corp.	14485,8	Latinoamérica
Reliance Jio Ltd.	9987,5	Pacífico Asiático
Alphabet Inc.	5847,3	Norteamérica

*Miles de millares '000.

Figura 1-5: Mapa de ventas de unidades por la marca Samsung



Fuente: Euromonitor (2021).

La participación de las marcas en diferentes regiones en el mundo ha generado una fuerte tendencia de consumo a los usuarios según las necesidades y requerimientos de uso del DMC. Frente a eso, Samsung Corp. siendo una empresa líder de ventas a nivel global, presenta estrategias de participación de consumo mundial tal como lo muestra la Figura 1-5, donde el portafolio de productos y servicios varía de acuerdo con la región, adaptándose a las complejidades necesarias para la comercialización de su marca.

Al igual que el 2019, se desarrolla la infografía de los DMC en el 2021, que explica brevemente el contexto de cada una de las siete regiones analizadas (Figura 1-6), con el propósito de entender la complejidad, las diferencias frente al periodo evaluado anteriormente y la relación cultural. Con ello, para ver los efectos que ha ocasionado las restricciones impuestas por la pandemia del virus SARS-COVID19 en ámbitos socioculturales que entran a una nueva realidad de comunicación.

En el periodo 2021 en el consumo de los DMC, se observa aspectos relevantes en la revisión de los 46 reportes documentados (no fue publicado el país de Venezuela por la plataforma) observando los siguientes aspectos:

1. La pandemia afectó las presentaciones y exposiciones de innovación tecnológica como fue el caso de la cancelación del Mobile World Congress (MWC) en Barcelona, la exposición y conferencia más grande del mundo para la industria móvil debido a las restricciones impuestas por la pandemia SARS COVID-19, lo que perturbó negativamente las ventas en 2020 y 2021, ya que la conferencia genera un impacto significativo en los nuevos lanzamientos de DMC a nivel global (Euromonitor International, 2021t).
2. La participación del E-Comerce (o comercio electrónico) como forma de pago sin salir de casa, fue el pilar principal de compra de los DMC en los países afectados por la pandemia, generando un interés al consumidor en realizar las compras digitales con la seguridad y prevención de la infección.
3. El cambio de dispositivos entre 21 a 32 meses según la región, la tendencia de mercado y el avance tecnológico, puede variar de acuerdo con la percepción y necesidad del usuario. Esto último lo considera si un nuevo dispositivo no ofrece algo enteramente nuevo ya sea en aplicaciones o experiencias, haciendo que los consumidores no reemplacen sus viejos DMC, alargando así la vida de los dispositivos y ralentizando el mercado (Euromonitor International, 2021d, 2021g, 2021t).
4. La afectación de las cadenas de suministros debido a la escasez de Microchips redujo la capacidad productiva de los dispositivos y al mismo tiempo la llegada de nuevos productos a los proveedores. Esta situación fue ocasionada por la disminución de importaciones como medida de prevención del contagio del SARS COVID-19 (Euromonitor International, 2021d, 2021h, 2021v, 2021y, 2021q, 2021w).
5. La versatilidad y la conveniencia de un dispositivo puede ofrecer diversidad de entretenimiento y comunicación, permitiendo el continuo crecimiento de los DMC tipo smartphones. Este crecimiento se ve reflejado en la accesibilidad y cobertura de la internet que crece en proporción a la demanda de productos, que avanzan en las plataformas comunicativas (Euromonitor International, 2021o).

1.1.1 Coronavirus y el cambio de paradigmas de los DMC

La pandemia del coronavirus SARS COVID-19, cambió la tendencia y el propósito de los DMC y la concepción de uso como necesidad social. Este aspecto se evidencia en los reportes de los países en el año 2019 y 2021, donde el primer periodo brinda un interés de obtener un nuevo DMC como un objeto de lujo. Sin embargo en el 2021 durante el periodo de confinamiento por la pandemia, estos productos se convirtieron en una necesidad para comunicarse y realizar actividades de estudio (Euromonitor International, 2021y, 2021k; Roa, 2021).

Durante las restricciones impuestas por la pandemia del SARS COVID-19, se evidencia un creciente número de usuarios que actualizaron los teléfonos básicos a teléfonos inteligentes, en especial la población adulta mayor, debido al interés de conectarse con amigos y familiares en videollamadas como medida de cuidado y distanciamiento social (Euromonitor International, 2021t, 2021h; Roa, 2021).

Otro factor de cambio de uso de los DMC fue para el acceso en el uso educativo, donde los jóvenes al no poder acceder a los espacios físicos de formación, fueron reemplazados por plataformas digitales de aprendizaje como medio de comunicación a distancia; el uso de estos servicios en smartphones fue aceptado por parte de los consumidores, como un producto de bajo costo para el estudio frente a un computador o Tablet (Euromonitor International, 2021b, 2021k; Hernández-Ortega & Rayón-Rumayor, 2021).

Frente a estos casos, se ve reflejado un cambio de paradigmas en el uso de los DMC, debido a la adaptación forzada de las regiones en respuesta directa a la necesidad de comunicarse a distancia. No obstante, existe el factor de ingresos que se convierte en limitante para obtener estos artefactos en zonas vulnerables, lo que genera una brecha social en la población joven (Euromonitor International, 2021s, 2021o, 2021n; Ruiz-Palmero et al., 2021).

El distanciamiento social, se convirtió en la nueva realidad durante el confinamiento de los picos del virus, lo que transformó las relaciones humanas en un entorno digital dependiente de las redes sociales, entretenimiento, aprendizaje y trabajo. En respuesta a estas necesidades, los DMC se han convertido en la opción preferida de los consumidores para suplir la ausencia del contacto físico.

1.2 Desarrollo de los DMC en el marco empresarial

El impulso de los DMC por parte de las empresas implica un proceso de gestión de los productos a nivel global en factores de planeación, producción y comercialización, estos factores implican ser apoyados por la cobertura de redes, políticas de gobierno local y de aplicaciones digitales en cada región. Con este fin, se revisa el marco empresarial de las organizaciones en conjunto con la asociación de operadoras móviles, las actividades en las áreas de gestión corporativa, sostenibilidad, campañas frente a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y proyecciones en el mercado de los DMC.

En este sentido, se determina la exploración de las compañías Samsung y Apple como las dos empresas de mayor venta de DMC en el año 2021 (BBK no entra en la exploración porque no es una marca, sino la agrupación de varias organizaciones de China) y la empresa Fairphone, la cual fue seleccionada debido a la participación del DMC con mayor sustentabilidad a nivel global (Crumbie, 2019; Ettinger, 2022; Fairphone, 2022d; Marasigan, 2022; Murray, 2022).

Otro aspecto a explorar, es la asociación de las compañías de operadores móviles y empresas relacionadas a las redes de telefonía conocida como la GSMA, cuyo papel es generar participaciones de los servicios, redes y productos de telefonía móvil de cada región según las políticas locales establecidas (GSMA, 2016, 2018).

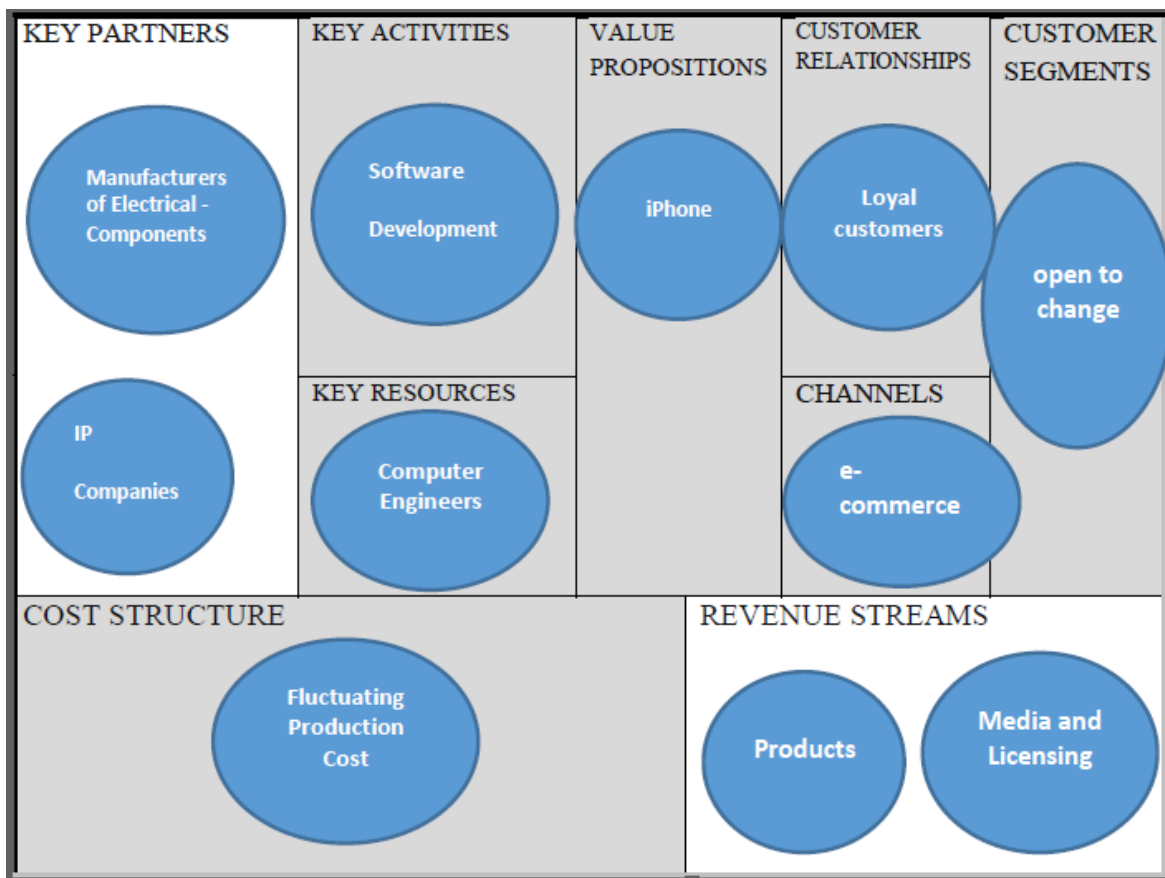
La gestión empresarial ha desarrollado cambios a través de los años, a causa de las dinámicas de los productos y la marcha de nuevas tecnologías, aplicaciones, servicios e interfaces entre otros (Irwin et al., 2015). Con lo anterior, las empresas seleccionadas a continuación, presentan las acciones para adaptarse al mercado de los DMC al igual que los programas de sustentabilidad.

1.2.1 Apple y su fidelidad de marca

La empresa norteamericana Apple®, ha desarrollado un posicionamiento de sus productos como línea de estatus y de calidad a los consumidores en los últimos años, siendo esta marca representada en la serie iPhone de teléfono móvil. Estos productos tienen relevancia en desarrollo de plataformas de seguridad, innovación, experiencia y servicios para clientes leales a la compañía (Gazerani, 2020).

El iPhone en su modelo de negocio (Figura 1-7) funciona por dos corrientes: hardware y software. Por un lado, los fabricantes de componentes eléctricos que desarrollan las partes del dispositivo trabajan en conjunto con las empresas de propiedad intelectual, para establecer la identidad de diseño del producto como experiencia exclusiva de la marca. En otro lado, Apple se ha consolidado como una empresa de software, donde el sistema operativo iOS y aplicaciones, se convierte en un servicio exclusivo de los productos que fomentan la innovación de la industrial de telefonía móvil (Gazerani, 2020).

Figura 1-7: Modelo CANVAS diseñado para Apple Inc



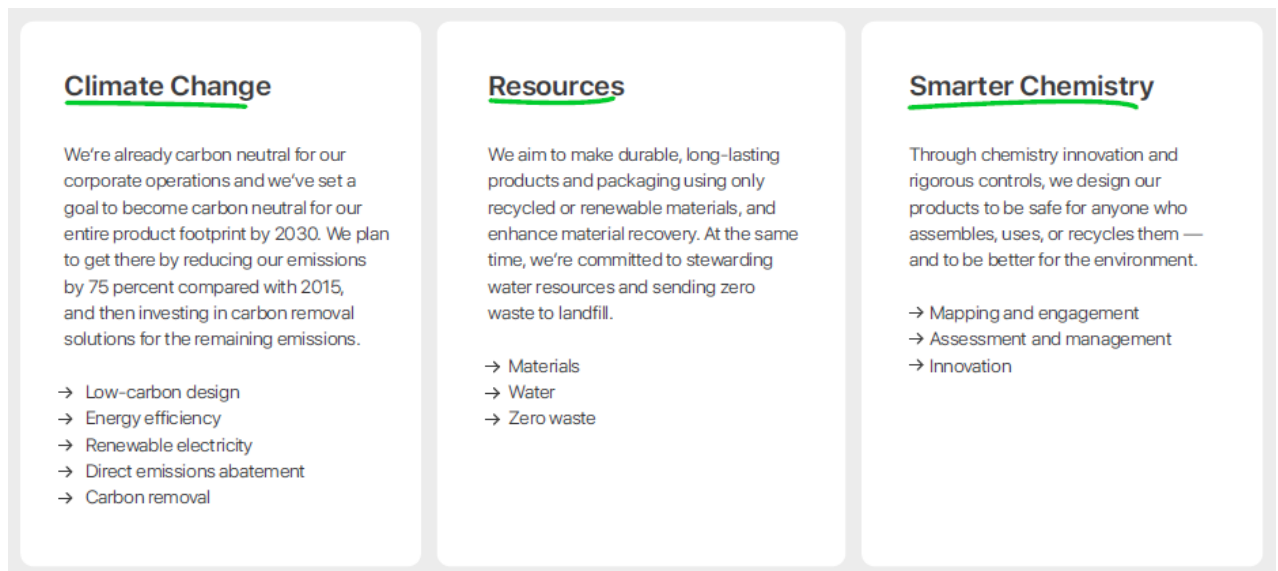
Fuente: Gazerani (2020).

La empresa se enfoca en ofrecer productos a clientes leales y establecen la experiencia de cambio, donde los productos son ofrecidos en el comercio electrónico y en más de 400 tiendas y 1000 puntos de contactos minoristas alrededor del mundo (Gazerani, 2020).

En aspectos de sostenibilidad (Figura 1-8), Apple se enfoca en trabajar el cambio climático, recursos, química inteligente, la población y el ambiente en las cadenas de suministros

(Apple Inc., 2021e, 2022e), con proyectos enfocados a la mejora sostenible de la empresa, reducción a cero emisiones contaminantes, apoyos a comunidades vulnerables con instalaciones de energía renovable, reutilización y reciclaje de componentes entre otros.

Figura 1-8: Ejes ambientales de Apple



Fuente: Apple Inc. (2022).

Las cadenas de suministros de la compañía son supervisadas bajo diferentes códigos establecidos por Apple, donde establecen controles en condiciones de (1) salud: enfermedades de los trabajadores, prevención y cuidado del SARS COVID-19, (2) derechos laborales: trabajo digno, apoyo y no explotación al trabajador extranjero, cero tolerancia a violaciones y explotación infantil, apoyo educativo a trabajadores jóvenes, (3) suministro de minerales: revisión y control de minerales extraídos, investigación y socialización de zonas mineras con comunidades locales, seguimiento de la cadena de suministros del Oro, Tungsteno y Litio entre otros, (4) ambiental: reducción de químicos, cuidado del agua, reciclaje y eliminación del desperdicio industrial. Estos códigos, son apoyados y supervisados por organizaciones independientes, enfocados en diferentes ramas ambientales, laborales, sociedades civiles en la industria, migración, derechos humanos y de la niñez (Apple Inc., 2021e, pp. 17, 22–29, 39, 42–50, 56–61, 65, 81–84).

1.2.2 Samsung como organización de múltiples servicios

La empresa Coreana Samsung ha creado un portafolio de productos que permite generar versatilidad y complementos a los usuarios según las necesidades, en este caso la serie Galaxy de telefonía móvil. Esta línea ha generado un interés de participación para diferentes tipos de clientes, que buscan desde productos asequibles financieramente al consumidor, hasta productos de alta calidad y de servicios premium de alto valor (Samsung Electronics, 2020).

Samsung como modelo de negocio (Tabla 1-4), funciona por divisiones comerciales que trabajan de forma independiente, las cuales son: (CE): Electrónica de consumo, (IM): Tecnología de la información y Comunicaciones Móviles, (DS): Soluciones para dispositivos, (Harman): Empresa Harman Industries y sus subsidiarias, que producen componentes electrónicos para automóviles. Estas divisiones están organizadas comercialmente en dos tipos: (1) Negocios de conjuntos: productos y marcas consolidadas de la compañía, (2) Componentes: partes y piezas que son comercializadas a empresas terceras en la fabricación de otros productos y/o marcas a nivel mundial (Samsung Electronics, 2020, pp. 4, 26, 2022a).

Tabla 1-4: Divisiones comerciales de Samsung

Division	Key products
CE	TVs, monitors, refrigerators, washing machines, air conditioners, etc.
IM	HHPs, network systems, computers, etc.
DS	DRAM, NAND flash, mobile APs, OLED panels for smartphones, etc.
Harman	Digital cockpits, telematics, speakers, etc.

In December 2021, the Company merged the CE and IM Divisions to create the DX Division.

Fuente: Samsung Electronics Corp. (2022).

La serie Galaxy cumple un papel importante en los productos para la división IM, que produce y vende telefonía móvil, tabletas y dispositivos portátiles. Esta división se enfoca para los DMC, establecer un portafolio variado y óptimo en cada región según las condiciones de mercado y el entorno competitivo, generando bienes y servicios a un sector masivo hasta un entorno de productos premium. Cabe resaltar que la empresa lleva liderando desde el 2011 las ventas de telefonía móvil a nivel global (Samsung Electronics, 2020, pp. 26, 29, 2022a).

En aspectos de sostenibilidad (Tabla 1-5), la empresa desarrolla el comité de gobernanza de la compañía, donde desarrolla las actividades en el siguiente orden: (1) tabla de directores: determinan la agenda de sostenibilidad de la organización en áreas como cambio climático, economía circular, aportes de la ciudadanía, derechos laborales y humanos, seguridad y salud, crecimiento mutuo con proveedores y ética entre otros. (2) Ejecutivos: desarrollan el consejo de sustentabilidad, donde ingresan los equipos de recursos humanos, gerencia, colaboración de socios, marketing global y equipo de comunicaciones. (3) Departamentos dedicados: son las áreas especializadas divididas en consejos de medio ambiente, ecológico, protección de información, seguridad cibernética, trabajo y derechos humanos y co-prosperidad de proveedores. Igualmente dentro de los planes de la compañía, es el cumplimiento de 12 de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), como un proceso en concordancia a los planteamientos de las Naciones Unidas (Samsung Electronics, 2021a, pp. 16–19, 74).

Con lo anterior, la compañía designa las actividades y grupos de interés sostenibles en las siguientes áreas: (1) Ambiental: Cambio climático, reducción de la huella de carbono, energías renovables, reducción del gasto energético y desperdicios electrónicos. (2) Empoderamiento de las comunidades: Servicio voluntario de trabajadores, actividades ciudadanas y programas de apoyo a educación joven en innovación y fabricas inteligentes. (3) Responsabilidad digital: Sistemas de protección de datos, accesibilidad a usuarios con discapacidad, seguridad y salud. (4) Empleados: Derechos laborales y humanos, liderazgo de las mujeres, diversidad de genero (LGBTIQ+), satisfacción laboral, tolerancia cero a la explotación laboral infantil y empleo justo para extranjeros. (5) Cadena de suministros sostenibles: Derechos de trabajadores y humanos, revisión y control de minerales extraídos, reducción de agentes contaminantes y control del consumo del agua. Estas actividades las desarrolla principalmente auditores internos de la compañía que son especializados en las áreas a investigar, también incluyen las auditorias de terceros enfocadas en ambiente, derechos humanos y de la niñez (Samsung Electronics, 2021a, pp. 24–34, 38–40, 45–48, 52–56, 65–71).

Tabla 1-5: Participación y comunicación de las partes interesadas en sostenibilidad

Stakeholders	Key Topics of Interest	Communication Channels	Activities
Customers 	<ul style="list-style-type: none"> Product and service quality Safe product use Accurate product information Transparent communication 	<ul style="list-style-type: none"> Customer satisfaction surveys Contact centers (call centers), customer service centers Samsung Electronics Newsroom Samsung Semicon Story Young Samsung Community 	<ul style="list-style-type: none"> Enhance product quality and safety management system Provide product information on country-specific websites Gather and address voice of customers
Shareholders and Investors 	<ul style="list-style-type: none"> Economic performance Risk management Disclosure of information Sustainability issues (environmental, social, governance, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Investor relations (IR) meetings General shareholder meetings 1 on 1 meetings Analyst Day 	<ul style="list-style-type: none"> Stable profit generation Enhanced shareholder return policy Transparent operation of external sponsorships
Employees 	<ul style="list-style-type: none"> Workplace health and safety Diversity and inclusion Training and career development Employment stability and benefits Labor relations 	<ul style="list-style-type: none"> Works Council Employee counseling centers Employee satisfaction surveys Samsung LIVE (Intranet) Reporting systems (compliance, ethics) 	<ul style="list-style-type: none"> Management Mentoring by Millennial and Gen Z employees Work environment management Creative working culture Customized career development program Business divisions town hall meetings (Employee briefings on business status and other topics)
Suppliers 	<ul style="list-style-type: none"> Fair trade Shared growth Labor & human rights protection 	<ul style="list-style-type: none"> Hotline, online reporting system Supplier's conference Partner Collaboration Day Shared Growth Academy Supplier Consulting Office 	<ul style="list-style-type: none"> Promote fair trade and shared growth Support suppliers on their innovation initiatives Tech Trans Fair Support funds for suppliers Responsible management of suppliers' work environment
Local Communities 	<ul style="list-style-type: none"> Local recruitment and economy revitalization Indirect economic effects Environmental protection Financial contributions and volunteer work 	<ul style="list-style-type: none"> Local volunteer centers Local community councils Local community blogs (Suwon, Gumi and Gwangju work-sites) Yongin, Hwaseong community blog 	<ul style="list-style-type: none"> Local SMEs support including Smart Factory assistance Preservation activity for streams nearby work-sites Corporate citizenship programs in education and employment Employee volunteer groups
NGOs, Associations, Specialized Institutions 	<ul style="list-style-type: none"> Social responsibility for local communities and environment Contribution to the UN SDGs Prompt and transparent disclosure of information 	<ul style="list-style-type: none"> Corporate conferences Meetings with NGOs Civil organization conferences 	<ul style="list-style-type: none"> Gather feedback from global NGOs RBA and BSR activities EPRM and RMI activities
Governments 	<ul style="list-style-type: none"> Indirect economic effect Fair trade Health and safety Compliance 	<ul style="list-style-type: none"> Policy meetings National Assembly Policy consultative bodies 	<ul style="list-style-type: none"> Cooperate with the government to establish and operate SME support program and venture investment system
Media 	<ul style="list-style-type: none"> Prompt and transparent disclosure of information 	<ul style="list-style-type: none"> Press releases Samsung Electronics Newsroom 	<ul style="list-style-type: none"> News coverage Media Day

Fuente: Samsung Electronics Corp. (2022).

1.2.3 Fairphone y la ética corporativa

La empresa de Países Bajos Fairphone fundado en 2013, es una organización enfocada en lo social que ha desarrollado DMC orientados en la reparación, medio ambiente, trabajo justo y el consumo ético. La serie Fairphone de teléfonos móviles, está orientado en la longevidad, sostenibilidad, fácil recuperación, comercio y trabajo justo de los dispositivos. Actualmente presenta la serie Fairphone 4 (las líneas anteriores estaban enumeradas hasta la serie Fairphone 3+), donde se orienta para un consumidor ético y responsable en la compra dentro de la región europea (países dentro del EEE (Espacio Económico Europeo), Suiza, el Reino Unido, Noruega y Croacia) (Fairphone, 2022a).

El modelo de negocio se enfoca en un portafolio de servicios en áreas de reparación, personalización, actualizaciones de software y disponibilidad a largo plazo en las piezas de repuesto (Fairphone, 2022a; iFixit, 2021).

La orientación corporativa es desarrollada en cuatro áreas de impacto sostenible en las siguientes áreas: (1) Longevidad: Crean productos para larga duración, donde la garantía en los productos es de 5 años y dan un soporte tanto de software como de hardware a los usuarios. (2) Residuos electrónicos: Manejan programas de recuperación, reutilización y reciclaje no solo de la propia marca sino de otras marcas, ofrecen bonos de compra a clientes que entreguen modelos Fairphone para su disposición. (3) Materiales justos: Se enfoca en el origen de los materiales, la producción, recuperación y reutilización de materiales sostenibles. (4) Fabricas justas: Comercio justo en los componentes, trabajo justo y decente en las manufacturas, control y gestión de materiales libres de conflicto (Fairphone, 2021e).

Otro aspecto de la compañía es el enfoque en dos pruebas de ingresos financieros por medio del servicio de alquiler de los DMC, el primer caso fue para negocios con Dutch PGGM, un administrador de activos de fondos de pensiones cuyo objetivo era proporcionar teléfonos móviles, con la condición de que estos regresaran a la empresa después de su uso con una tarifa mensual de alquiler de 25 euros.

El segundo caso es el servicio de Fairphone Easy de uso exclusivo para usuarios de Países Bajos, donde ofrecen planes de servicios sostenibles por una tarifa mensual y programas de descuento según el estado físico del producto (Fairphone, 2022d).

En aspectos de sostenibilidad, Fairphone trabaja con 5 de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en todo el ciclo de la compañía. Igualmente, la empresa funciona bajo los Indicadores Claves de Desempeño (KPI) (Tabla 1-6), orientado en 7 principales: (1) Venta de Fairphones: Celulares como mensaje de responsabilidad del consumo. (2) Puntuación de longevidad: DMC enfocados a durar más tiempo en el producto como en los componentes, para reducir la huella de carbono en la producción. (3) Neutralidad de residuos electrónicos: Reducir la extracción de recursos vírgenes y reutilizar, reciclar y reusar los componentes ya existentes. (4) Materiales justos: Realizan un seguimiento de los materiales desde su origen (Figura 1-9) como el oro, tungsteno, aluminio, plásticos, litio, cobalto y estaño. (5) Empresas justas: Realizan auditorias con empresas terceras y la misma compañía para revisar el pago de salario a los trabajadores, tiene una fábrica aliada con certificado SA8000 donde generan incentivos de bono a los trabajadores por cada dispositivo construido. (6) Puntuación de influencia en la industria: Busca generar impacto a otras compañías productoras, hacia la opción de economía circular para los DMC. (7) Resultados financieros netos: Enfocado en las ganancias obtenidas bajo el mercado social, demostrando oportunidades alternas al consumismo actual (Fairphone, 2021e, pp. 10, 12, 15, 19, 21–28, 30–32).

Tabla 1-6: KPI de la empresa Fairphone

KPI Name	Unit of measure	Results 2021	Target 2021	Target 2023
Outcome KPI				
KPI 2: Longevity score	Expected lifetime in years of activated FP3/+ and FP4	5.5	4.5	4.5
KPI 3: E-waste neutrality	% of electronic end-of-use products taken back vs. new FP4 and FP4 modules sold	100%	100%	100%
KPI 4: Fair materials	Average % of 14 focus materials sustainably sourced	31%	55%	70%
KPI 5: Fair factories	% of strategic suppliers who demonstrate improvements or high maturity	38%	12.5%	50%
KPI 6: Industry influence score	Number of points scored on key industry players	19	15	31
Impact KPI				
E-waste avoided	T of e-waste avoided	8	N/A	N/A
CO2 avoided	T of CO2e avoided	668	N/A	N/A
People benefitting	Number of people	25,699	N/A	N/A

Fuente: Fairphone (2021).

Figura 1-9: Seguimiento de materiales justos



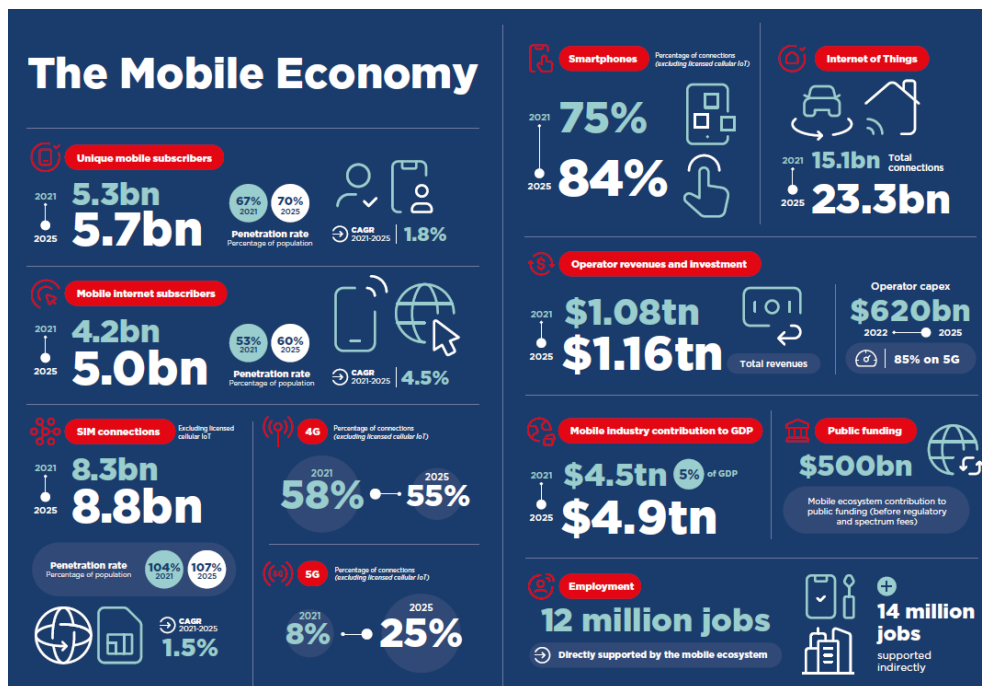
Fuente: Fairphone (2021).

1.2.4 Proyecciones del mercado de los DMC

La asociación de compañías de operadores móviles y empresas relacionadas a las redes de telefonía (GSMA), trabaja en datos, pronósticos y análisis de operadoras móviles alrededor del mundo. Su propósito es descubrir, desarrollar y ofrecer innovación esencial para entornos comerciales dentro del ecosistema móvil (GSMA, 2022).

Explica que el desarrollo de la economía móvil durante el 2021 (Figura 1-10), las tecnologías y servicios móviles generaron cerca del 5% del PIB mundial, al igual que 26 millones de puestos de trabajo (directa e indirectamente) y contribuyó a la financiación del sector público, con casi US\$500 mil millones recaudados a través de impuestos al sector. Igualmente, la proyección del 2025 en la participación de los dispositivos móviles sería aproximadamente de US\$400 mil millones, dependiendo de la aceptación de los países en la integración de los servicios móviles. Para desarrollar el objetivo, el mercado móvil se enfoca actualmente en el público adulto y joven siendo este último, como la proyección de consumo en crecimiento para las suscripciones de teléfonos móviles por primera vez (GSMA, 2022, pp. 31–37).

Figura 1-10: La economía móvil en el 2021



Fuente: GSMA (2022).

La GSMA ha enfocado sus esfuerzos en la cobertura de la tecnología 5G como medio de comercialización de los servicios digitales que pueden ofrecer las operadoras y DMC. Igualmente buscan que sea más integrales a la sociedad después de la pandemia (el Covid-19 incremento los impactos de la brecha digital¹), con el propósito de reducir el riesgo de ser excluidos de los servicios en la telefonía móvil. Aunque los enfoques en el desarrollo y el establecimiento de las tecnologías 5G, ya planifican el avance de la red 6G (diez años para la investigación) donde vinculan el desarrollo del metaverso, como medio de comunicación futura en la realidad aumentada y la realidad virtual (GSMA, 2022, pp. 18–29).

La asociación desarrolla metas empresariales en función de los 17 ODS para el 2030, sin embargo, la situación de la pandemia afectó la desigualdad social, económica, el acceso a las comunicaciones y el cambio climático (GSMA, 2021a, 2022). Aunque las restricciones impuestas por la pandemia del virus SARS COVID-19 perturbó los ODS por parte de las empresas operadoras y de telefonía móvil, se evidencia que a principios del 2020 estas metas no estaban en camino de ser cumplidos para los próximos diez años. La asociación en el plan de ODS iniciado en el 2015 (con puntuación de 33 como base), ha logrado llegar hasta el 2020 en un puntaje promedio de 50 puntos frente a los 48 obtenido en el año 2019, indicando un fortalecimiento en los objetivos de hambre cero, buena salud y bienestar, educación, trabajo digno y crecimiento económico, esto se debe al incremento de personas que usan los servicios financieros virtuales, las videollamadas, seguimiento de salud y acceso a la información por redes sociales (GSMA, 2021a).

Como plan de actividades sostenibles por parte de la asociación, desarrollan opciones de generación de redes verdes, eficiencia energética y reducciones de CO₂, como modelo de negocio en la búsqueda de aportar cumplimiento a los 17 ODS a nivel global como lo muestra la Figura 1-11, donde las regiones presentan falencias en los objetivos: 12- producción y consumo responsable, 16- paz, justicia e instituciones sólidas, 5- igualdad de género, 17- alianza para lograr los objetivos, 14- vida submarina. A pesar de buscar modelos de negocio sostenible en áreas de fortalecimiento al cambio climático, el

¹ Debido a la existencia de poblaciones que todavía siguen desconectadas en un rango aproximado de 3.400 millones de personas que no utilizan el internet móvil, a pesar de estar en áreas de cobertura de banda ancha (GSMA, 2022).

seguimiento productivo, residuos y propuestas sociales, demuestran que la búsqueda sostenible solo logra abarcar una parte de la complejidad que implica el medio ambiente y sus relaciones (GSMA, 2021a, pp. 22–25).

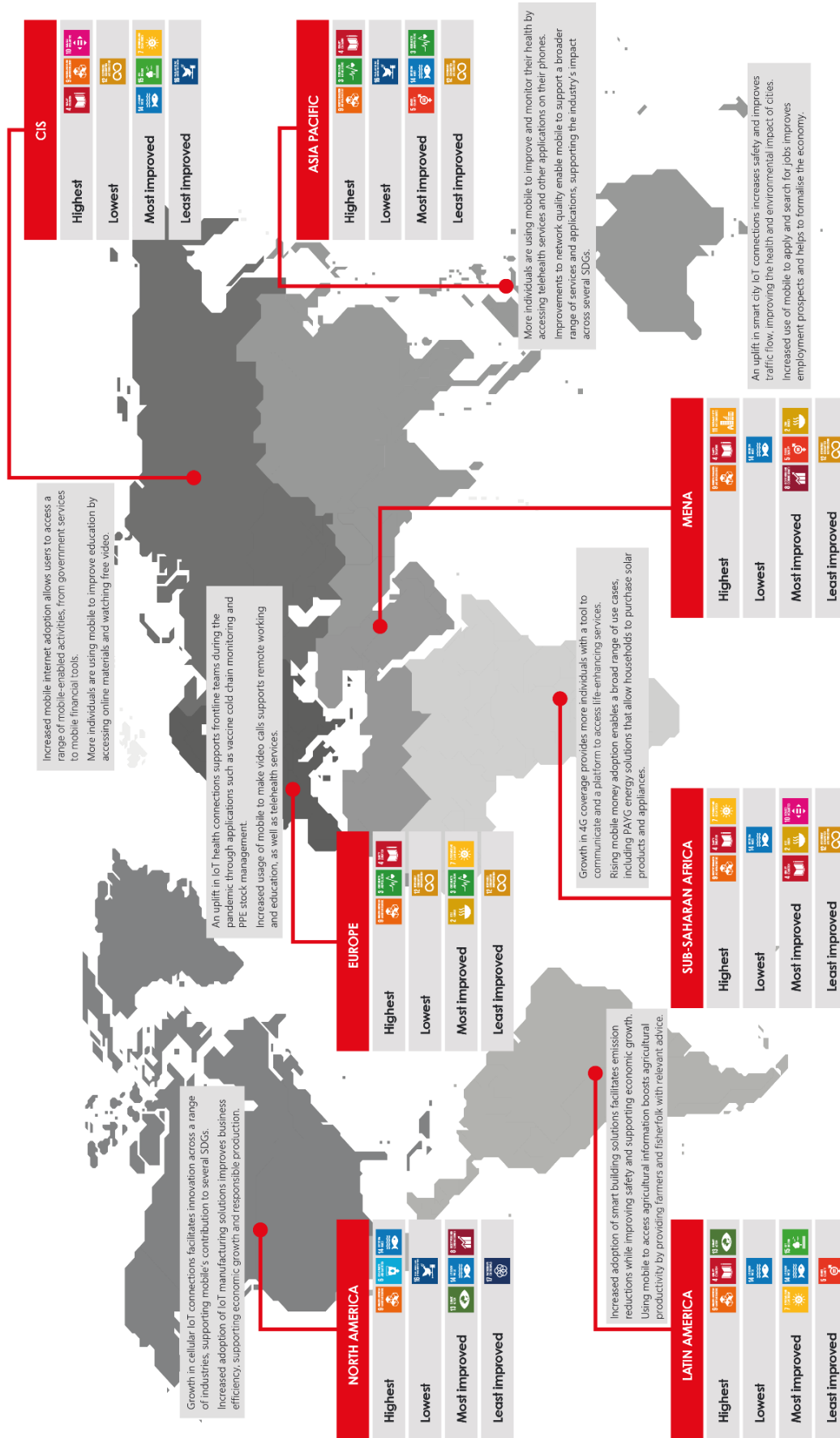
En ese aspecto, la GSMA ha gestionado iniciativas por parte de empresas operadoras y gobiernos, en regulaciones y evaluaciones de sostenibilidad como el caso Eco Rating: Lanzado en el 2021 por las operadoras Vodafone, Deutsche Telekom, Orange, Telefónica y Telia Company, cuyo objetivo es informar el impacto ambiental en la producción, comercialización, uso y desuso de los DMC en el mercado minorista.

Para ello, utilizan un etiquetado en los puntos de venta de Europa, donde se le otorga una puntuación sobre 100 en cinco criterios de evaluación: durabilidad, reparabilidad, reciclabilidad, eficiencia climática y eficiencia de recursos. La idea de estas iniciativas es contribuir a la transparencia corporativa y crear conciencia sobre los impactos que generan los DMC (GSMA, 2022, pp. 23–25).

Frente a los ODS por parte de la GSMA, desarrollan el plan de "Operación responsable" que se centra en la divulgación, gestión y desempeño en cuestiones de sostenibilidad dentro de las propias operaciones y su cadena de valor, donde fueron evaluados 25 operadoras móviles en el año 2019 y 2020, cuyos resultados en promedio mostraron un incremento en los objetivos pero una reducción en el seguimiento de los desechos electrónicos y transparencia fiscal (GSMA, 2021a, pp. 40–41).

El efecto de la pandemia demostró en diferentes espacios a nivel mundial, las problemáticas de acceso a las comunicaciones y desigualdad, reflejando que los países de mayor ingreso son los que pueden acceder a mejor información y soporte, a diferencia de los países en desarrollo donde el teléfono móvil es la principal o en muchos casos, la única forma de acceso al internet. Con lo anterior, el impulso de mantener conectada a las sociedades por medio de las redes y dispositivos vinculados, fomentaron un incremento de compra y uso de los DMC a pesar de las limitantes económicas ocasionadas por el confinamiento. El uso en el ámbito educativo reportado por la GSMA en el 2020, explico que más de dos millones de personas usaron los DMC como medida de acceso a la información educativa personal o de sus hijos, demostrando que el uso solo depende de la capacidad de redes, financiamiento y conectividad de la región (GSMA, 2021a, 2022).

Figura 1-11: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a nivel global en la GSMA



Fuente: Adaptado de GSMA (2021).

La asociación proyecta los DMC como piezas claves en el desarrollo de los países frente a la generación de nuevas conexiones para los servicios de bien público o privado, donde la pandemia amplificó la necesidad de la comunicación social, las problemáticas de educación, salubridad, empleo, información, comercio electrónico y relación a distancia en medio del confinamiento. Si bien estas proyecciones dan parte del desarrollo para los DMC, todavía existen desafíos que requiere de la participación conjunta entre los gobiernos, empresas y operadoras, que permitan no solo gestionar el producto y el servicio, sino de generar conciencia al consumo como objetivo presente (GSMA, 2021a, pp. 60–61, 2022).

1.3 Conflicto de los DMC

En el desarrollo productivo de los DMC y las cadenas de suministros, existen problemáticas que son presentes en diferentes escenarios a nivel global. Si bien las empresas y asociaciones gestionan el control de los insumos dentro del área de participación corporativa, persisten falencias en el seguimientos de la información en la cadena de suministros (Amnesty International, 2017; Brix-Asala et al., 2018, 2021; Callaway, 2017; Évole et al., 2016; Hendrianto et al., 2015).

Con lo anterior, los desafíos en la sustentabilidad de los DMC en factores: (1) ecológicos: manejo y uso del agua, emisión de gases, productos químicos y desechos, (2) sociales: salarios insuficientes, horas de trabajo extendidas, minerales en conflicto, (3) tecnológicos: obsolescencia, reciclaje poco aprovechado, presión del avance tecnológico y la reparación de los componentes, serán parte del acercamiento a los conflictos de los DMC para comprender la complejidad y las paradojas de sustentabilidad (Brix-Asala et al., 2018).

Las paradojas de las cadenas de suministros dentro de la industrial móvil son presentadas como conflictos entre la economía y las practicas sostenibles, donde persisten elementos contradictorios en las actividades corporativas. La paradoja vincula diferentes dimensiones que afectan el propósito de realizar un concepto integral para impulsar productos sustentables (Brix-Asala et al., 2018, 2021; Van den Bergh, 2011).

Estas paradojas explicadas dentro de la Tabla 1-7, identifica las tensiones y practicas dentro del ciclo de la cadena de suministros las cuales tienen las siguientes relaciones: (1) La responsabilidad en la extracción de materiales vs creación económicamente prospera

en la extracción. (2) No sobreexplotación laboral vs capacidad de entrega en la fase de producción. (3) Condiciones de producción socialmente responsables vs producción competitiva en la manufactura. (4) Demanda por transparencia vs funcionalidad en la cadena de suministros. (5) Producción amigable con el medio ambiente vs mantenimiento de la producción en todo el ciclo. (6) Incrementar el uso y disponibilidad de materiales reciclados vs búsqueda eficiente de materiales en la extracción (Brix-Asala et al., 2018).

Tabla 1-7: Categorías identificadas en las paradojas de sostenibilidad

Organizational Tensions [16]	Paradox Sustainability Tension and Its Localization in the SC [13]	Inductively Identified Practices and Related Categorization into Deductive SSCM Practices [18]
<i>Performing</i>	(1) Responsible raw material extraction vs. Creation of economic prosperity in the extraction stage	Supplier Selection <ul style="list-style-type: none"> • Continuity: SC partner selection Site visits and informal assessments <ul style="list-style-type: none"> • Risk-Management: selective monitoring Certifications <ul style="list-style-type: none"> • Risk Management: standards and certification Collaboration with NGOs <ul style="list-style-type: none"> • Pro-Activity: stakeholder management • Risk Management: pressure groups Substitute critical materials with recycling sources <ul style="list-style-type: none"> • Pro-Activity: innovation
	(4) No work overtime in production vs. Delivery capability in the manufacturing stage	Long-term relationships <ul style="list-style-type: none"> • Continuity: long-term relationships Timely communication <ul style="list-style-type: none"> • Collaboration: enhanced communication • Pro-Activity: stakeholder management
<i>Performing:organizing</i>	(3) Socially responsible production conditions vs. Competitive production site in the manufacturing stage	Supplier Selection <ul style="list-style-type: none"> • Continuity: SC partner selection Worker welfare fund <ul style="list-style-type: none"> • Continuity: SC partner development Training programs <ul style="list-style-type: none"> • Continuity: SC partner development Systematic documentation <ul style="list-style-type: none"> • Collaboration: enhanced communication
	(5) Demand for transparency vs. Functioning SC in the entire SC	Cost break-down <ul style="list-style-type: none"> • Pro-Activity: Stakeholder Management Source Map <ul style="list-style-type: none"> • Pro-Activity: Stakeholder Management
	(6) Environmental friendly production vs. Maintaining of production in the entire SC	Research <ul style="list-style-type: none"> • Pro-Activity: innovation LCA <ul style="list-style-type: none"> • Pro-Activity: LCA
<i>Learning:Organizing</i>	(2) Increasing use and availability of recycling materials vs. Efficient sourcing of raw materials in the extraction stage	Searching for opportunities <ul style="list-style-type: none"> • Pro-Activity: innovation Supporting Initiatives <ul style="list-style-type: none"> • Pro-Activity: stakeholder management Information of customers <ul style="list-style-type: none"> • Pro-Activity: stakeholder management

Fuente: Brix-Asala et al. (2018).

La tabla demuestra que las compañías desarrollan procesos de sustentabilidad eficiente en algunos aspectos, pero no logra abarcar de forma íntegra un contexto complejo en el

desarrollo de productos a nivel global, para ser enfocados hacia la efectividad sustentable (García-Acosta et al., 2016). Con lo observado, los escenarios en el ciclo productivo de los DMC permitirán comprender las tensiones existentes, desde la perspectiva no solo interna de la compañía en base a los informes corporativos, sino de la inclusión de revisiones y estudios externos, para dar un mejor análisis en los DMC.

La explicación de los siguientes conflictos permitirá tener mejor perspectiva del ciclo productivo de los DMC, con el propósito de construir un análisis de sustentabilidad a mejor profundidad y con un criterio más acertado.

1.3.1 Social

El conflicto social dentro de las cadenas de suministros en la producción de los DMC, son principalmente caracterizados por el origen de los minerales al igual que la condición laboral en las fábricas para los insumos y procesos.

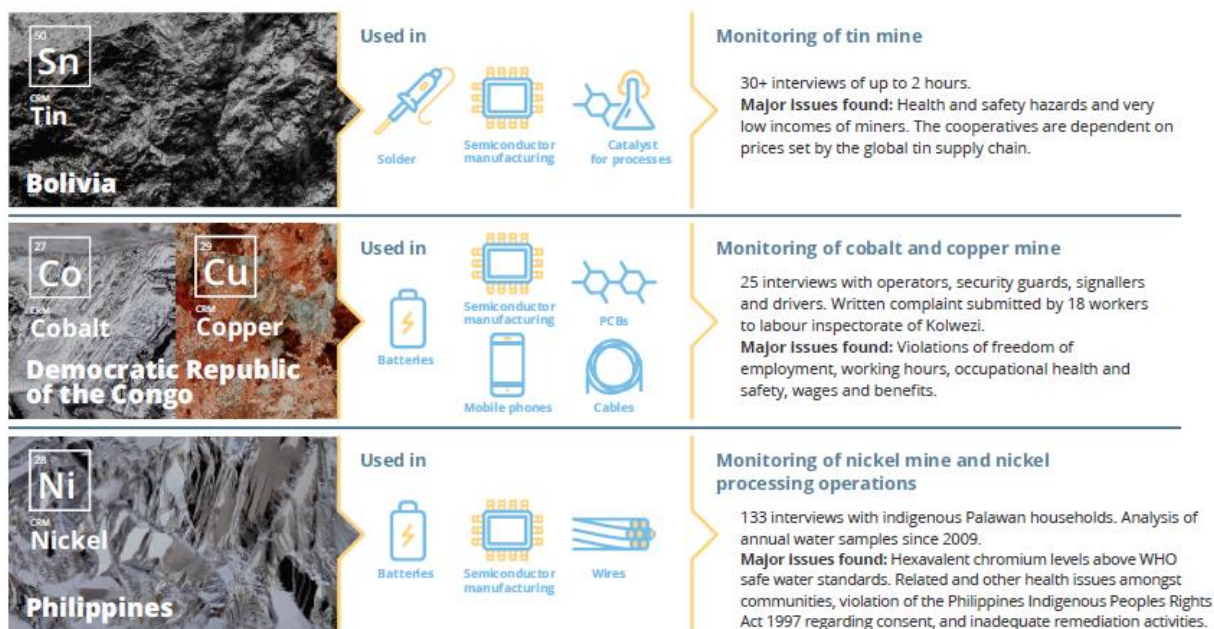
El origen de los recursos y componentes (Figura 1-12), se identifica en la situación de los minerales en conflicto que son obtenidos en la República Democrática del Congo (RDC), la cual, extraen los insumos denominados 3TG (mineral en zonas de conflicto) con las siguientes clasificaciones: (a) el tungsteno tiene el doble de densidad que el acero y se usa como contrapeso para el motor giratorio que hace que el teléfono vibre, (b) el tantalio ayuda a controlar el flujo de electricidad en los circuitos de un teléfono, (c) el estaño se usa para la construcción de pantallas táctiles, (d) el oro se usa como conductor para los teléfonos y su resistencia a la corrosión (Electronics watch, 2021). Se sugiere por antes de control internacional la investigación del comercio del cobalto, siendo un porcentaje aproximado del 75% del suministro mundial en la RDC para el uso de baterías eléctricas (Amnesty International, 2017; Amnesty International & African Resources Watch Afrewatch, 2016; Callaway, 2017; Electronics watch, 2021; Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a, 2022b; Lezhnev & Hellmuth, 2012).

La RDC ha sido testigo de conflictos armados por grupos paramilitares que quieren tener control sobre las minas dentro de un estado de gobernanza débil, ocasionando violaciones de derechos humanos, desigualdad social, trabajo indigno, inequidad de género y la explotación infantil. Esta situación se agudiza con la poca información en el seguimiento y control en las rutas de comercialización a los proveedores, ocasionando el riesgo de

ofrecer al consumidor, DMC con minerales en conflicto (Callaway, 2017; Electronics watch, 2021; Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b).

Frente a este escenario, la Ley Dodd-Frank creado en los Estados Unidos en el año 2012 exige a las empresas que cotizan en bolsa de valores norteamericana, revelen sus cadenas de suministro que contengan estaño, tungsteno, tantalio y oro que puedan obtenerse de la RDC o de los países vecinos. Caso similar en la Unión Europea con la legislación que entró en vigor el primero de enero del 2021, donde se busca garantizar que los minerales 3TG son obtenidas de manera responsable. Ambas organizaciones gubernamentales exigen que sean presentes auditorias de terceros, diligencias debidas, consultas y reportes anuales en el seguimiento y control de las cadenas de suministros (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b, pp. 14–15). Estas legislaciones han permitido gestionar un control y seguimiento de los minerales en cuanto a las auditorias, modificando el comercio de los componentes hacia una mayor participación del mercado en minerales libres de conflicto y trabajo libre de grupos armados entre otros, haciendo una transición corporativa y gubernamental en el seguimiento de los suministros (Callaway, 2017; Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a, 2022b).

Figura 1-12: Monitoreo de minerales en zonas de conflicto



Fuente: Electronics Watch (2021).

Sin embargo, estas legislaciones se basan en la Guía de Debida Diligencia de la OCDE para Cadenas de Suministro Responsables de Minerales en las Áreas de Conflicto o de Alto Riesgo (OCDE, 2016), que establece cinco pasos a seguir de la empresa: (1) establecer sistemas sólidos de gestión empresarial, (2) identificar y evaluar el riesgo en la cadena de suministro, (3) diseñar e implementar una estrategia para dar respuesta a los riesgos identificados, (4) llevar a cabo auditorías independientes de terceros con la debida diligencia en la cadena de suministro, (5) informar anualmente sobre la cadena de suministro (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b; OCDE, 2016). Esta guía solo lo realiza las empresas que estén obligadas a hacerlo sin voluntad corporativa, donde los reportes no describen en detalle los pasos de la debida diligencia (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a, 2022b).

Otro escenario es el rastreo de origen de las minas, donde las zonas que son validadas como libres de conflicto (minería verde), está a corta distancia de zonas en conflicto (minería roja) (Évole et al., 2016), ocasionando un reporte publicado por Global Witness en 2022, indicando que empresas como Apple y Samsung confían en los procesos de seguimiento en las cadenas de suministros. Sin embargo, se detectó contrabando y lavado de minerales en conflicto en la RDC, donde evidenciaron en una zona minera que el 90% de los minerales no provenían de minas validadas para cumplir con los estándares de seguridad y derechos humanos. Frente a esto, Fairphone desarrollo soluciones alternativas en el rastreo del oro en la bolsa de Shanghái, pagando una cantidad equivalente de oro a las refinerías certificadas Fairtrade², para ser comercializada en la bolsa (Arnbethnic, 2022; Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022a; Global Witness, 2022).

En la situación laboral de las fábricas, las marcas electrónicas hacen encargar el ensamblaje del producto a otras empresas en el extranjero, siendo la multinacional taiwanesa Foxconn la más grande en este aspecto. Con 12 plantas de operación incluida la Foxconn City localizado en la ciudad de China Shenzhen, donde trabajan 450.000 personas y desarrollan el ensamblaje de marcas como Apple, Microsoft, Amazon, Google,

²Fairtrade es una organización orientada al comercio justo, donde certifica con un sello único para empresas que consumen y comercializan materias primas, en el caso de Fairphone, es la primera empresa en tener un certificado Fairtrade Gold (Fairtrade, 2019).

HP, Dell y Huawei entre otros (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a, 2022b).

Figura 1-13: Análisis de riesgos en trabajos forzados como esclavitud moderna



Fuente: Electronics Watch (2021).

Con lo anterior, la corporación se ha visto implicada en problemáticas de suicidio de los trabajadores debido a la sobre explotación laboral dentro de las fábricas, lo que ocasiono construir barreras anti-suicidio. Igualmente, debido a las restricciones impuestas por la pandemia del virus del SARS COVID-19 se agudizo la situación laboral, cuando en mayo del 2022 los trabajadores protestaron y atravesaron las barreras de confinamiento debido al encierro dentro de la propia empresa, forzando a quedarse trabajando semanas bajo aislamiento en condiciones en las que no podían ver a sus familiares durante semanas seguidas. Esta situación ocurre de manera similar con los estudiantes pasantes en las fábricas ensambladoras, debido al abuso de trabajo en jornadas nocturnas y horas extras para cumplir con los objetivos de producción, donde no solo está la presión laboral en los

ingresos sino también en la academia la cual, los gerentes hablan con los profesores para influenciarles en las notas de grado y solicitudes futuras en becas de estudio (Electronics watch, 2021; Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a, 2022b).

Asimismo, existe la situación de trabajo forzado en la minoría étnica musulmana uigur en China, donde son internados en campamentos de reeducación religiosa, social y política, para luego ser enviados a trabajar en las fábricas ensambladoras con una fracción de pago que sus homólogos chinos, considerándose como un tipo de esclavitud moderna (Figura 1-13) según los grupos de derechos humanos. El Instituto de Política Estratégica de Australia (ASPI), ha identificado 82 empresas extranjeras y chinas que podrían beneficiarse del uso de trabajadores uigures, donde incluyen a las marcas electrónicas como Acer, Apple, ASUS, Dell, Google, HP, HTC, Huawei, Lenovo, LG, Microsoft, Nokia, Oppo, Samsung, Sony, Xiaomi y ZTE (Electronics watch, 2021; Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b; Xu et al., 2020).

A causa de esta situación, en junio del 2022 en los Estados Unidos entro en vigor la Ley de prevención del trabajo forzoso uigur, en el cual se prohíbe la importación de cualquier producto producido en la región uigur en China, si bien esta legislación permite controlar a las empresas norteamericanas en la producción y en el seguimiento de las cadenas de suministros, no quedan afectadas estas políticas en el resto del mundo (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b).

1.3.2 Tecnológico

El conflicto tecnológico dentro de la producción de los DMC se centra principalmente por la obsolescencia, una situación que se ve afectada tanto el producto como el consumidor. En ese aspecto, la obsolescencia está clasificada en diferentes tipologías: (a) Obsolescencia programada: El dispositivo deja de funcionar después de un determinado tiempo o número de usos realizado. (b) Obsolescencia técnica: Cuando se vuelve obsoleto por utilidad en el tiempo y ya no cumple su función para futuro. (c) Obsolescencia por compatibilidad: Los productos dejan de ser compatibles con las nuevas tecnologías o no existen repuestos. (d) Obsolescencia psicológica: Ocurre cuando se presenta un producto más avanzado ya sea por apariencia o percepción social de consumo (García Goldar, 2021; Martínez-Bernal et al., 2017; Schallmo et al., 2012).

La obsolescencia programada dentro de los DMC ha generado un consumo acelerado de productos que tienden a durar muy poco, con el objetivo de mantener la demanda de dispositivos en el mercado (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a). Estos dispositivos son afectados por la arquitectura del producto, obligando a operarios y reparadores a usar herramientas especializadas de alto costo. En 2018, las autoridades italianas detectaron que las empresas utilizan métodos para pegar partes esenciales de un teléfono, con el objetivo de romperse esas piezas al abrirse. En el 2019, Estados Unidos propuso la ley de derecho a reparar de los ciudadanos, la cual fue retirado del congreso debido a las presiones de Apple, sin embargo, en el 2022 New York entró en proceso de ser el primer estado en aprobar la Ley de Reparación Digital Justa, donde los fabricantes ofrezcan documentación, herramientas, piezas y talleres de reparación, para que los clientes puedan reparar los dispositivos electrónicos sin pagar elevados costos o la presión de adquirir otro dispositivo. Otro caso es la empresa iFixit, que ofrece un portafolio de productos que pueden ser reparados por los usuarios bajo una guía de piezas, manuales y herramientas, a precios accesibles dentro de la red comunitaria (Durán, 2022; Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a, 2022b).

Apple presenta el Self Service Repair, un programa que permite a los clientes acceder a las piezas y herramientas para completar el trabajo en productos dañados y lograr extender la vida útil, sin embargo, el manual de usuario indica que la reparación requiere de herramientas especializadas que debe comprar el consumidor para realizar las reparaciones, ostentando un costo aproximado de 700 dólares como mínimo, en la adquisición de herramientas para realizar cualquier tipo de reparación, las cuales son: el kit de herramientas, la placa adhesiva para la pantalla, la bandeja de reparación, la prensa de pantalla, la bandeja de calor para la pantalla, la prensa de batería y el accesorio de extracción de pantalla entre otros (Apple Inc., 2021f, 2021d; GSMA, 2021a, 2022).

En el caso de la obsolescencia técnica, la tendencia de cambio de los dispositivos móviles básicos a los smartphones se aceleró debido a las restricciones impuestas por la pandemia del virus del SARS COVID-19, por la necesidad de usuarios reacios al avance tecnológico, en usar dispositivos que logren comunicarse con las familias por videollamadas en temporadas de aislamiento. Sin embargo, existe usuarios que gestionan la compra de DMC de segunda mano, ya que estos procesos le dan una segunda oportunidad a productos que entran en la obsolescencia del avance tecnológico, para dar un proceso continuo y

sostenible de recursos, energía y el bajo uso de mano de obra (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a, 2022b; Euromonitor International, 2021a, 2021d, 2021j, 2021l, 2021v, 2021f, 2021o, 2021z, 2021b, 2021e, 2021y, 2021c, 2021k, 2021t, 2021x, 2021r).

En la obsolescencia por compatibilidad, las empresas desarrollan actualizaciones a los productos tanto en software como en hardware, donde algunas generan fallas técnicas en los dispositivos, o hacen que la capacidad de almacenamiento disminuya por el elevado peso de las aplicaciones instaladas, lo que reduce la eficiencia como producto. En el 2018 Apple y Samsung fueron multados por las autoridades italianas, debido a las actualizaciones del sistema operativo que alentó a los usuarios a aceptar, lo que causó fallas graves y significativas en el rendimiento acelerando la sustitución de los teléfonos (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a). Otro factor es el apoyo al soporte técnico, donde muchas piezas o programas dejan de recibir actualizaciones después de tres años de su fecha de lanzamiento, lo que limita la capacidad de ser compatible con las nuevas innovaciones y aplicaciones que se renuevan constantemente. En Fairphone, el soporte técnico se mantiene bajo el modelo de negocio en ofrecer garantías de larga duración de cinco años, a diferencia de otras marcas que el servicio es de 12 o 24 meses, lo que permite al usuario tener confianza en un dispositivo que logre mantenerse actualizado (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a, 2022b).

En el contexto de la obsolescencia psicológica, la presión social de obtener nuevos productos que tengan relación a las actividades diarias y la incesante demanda de nuevas tecnologías impulsa al uso constante de obtener nuevos productos que tienden a ser usados aproximadamente durante 24 meses antes de su actualización. Sin embargo, existen consumidores que indagan si los nuevos avances tecnológicos, logran demostrar un cambio significativo en el reemplazo de estos productos al igual que el elevado precio (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b; Euromonitor International, 2021d, 2021i, 2021a, 2021h, 2021p, 2021u, 2021m).

1.3.3 Ecológico

El conflicto ecológico dentro de las cadenas de suministros de los DMC radica en las afectaciones en escenarios ecosistémicos, desechos electrónicos y toxicidad de materiales. Aspectos que afecta al ambiente y en los siguientes ODS: (6) agua potable y saneamiento, (12) consumo responsable, (13) lucha contra el cambio climático, (14) flora

y fauna acuática, (15) flora y fauna terrestre, establecidos en los programas de sostenibilidad por parte de la GSMA para mejorar los procesos productivos (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019b, 2022b; GSMA, 2021a).

En el entorno ecosistémico, la extracción de los materiales en las minerías de la RDC afecta los recursos hídricos, debido al uso de productos químicos para el lavado del coltán, ocasionando afectaciones en la salud de las comunidades y de animales dentro de la zona minera y periferias. Igualmente la explotación de estas zonas han hecho que pierdan desde el año 2000 el 8,6% de zona Arborea en la RDC, generando un mayor acceso a los cazadores furtivos en la reducción de gorilas en el Parque Nacional Kahuzi Biega, al igual que la caza del gorila de *Grauer* por parte de los mineros para abastecerse de alimento para las familias (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a; Fairphone, 2017).

Otro escenario es la situación del cambio climático que genera la producción de los DMC, donde la fabricación aporta alrededor del 1% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. En el caso de la Unión Europea (UE), la emisión fue de alrededor de 14,12 millones de toneladas de CO₂ en el año 2019. En este aspecto, la importancia de extender la vida útil del dispositivo permitiría ahorrar en el caso de la UE, 2,1 millones de toneladas de CO₂ por año, generando un mejor impacto en la reducción de gases (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a).

La situación con los desechos electrónicos ha generado un impacto ambiental en entornos vulnerables de países en desarrollo como África y Asia, donde el proceso de reciclaje se basa principalmente en centros de vertederos, para luego ser quemados a campo abierto con el objetivo de separar los componentes más valiosos y ser comercializados, lo que libera sustancias nocivas como dioxinas y furanos en el aire, causando graves problemas de salud en los trabajadores y la población local que está expuesta a los humos (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a; Fairphone, 2017).

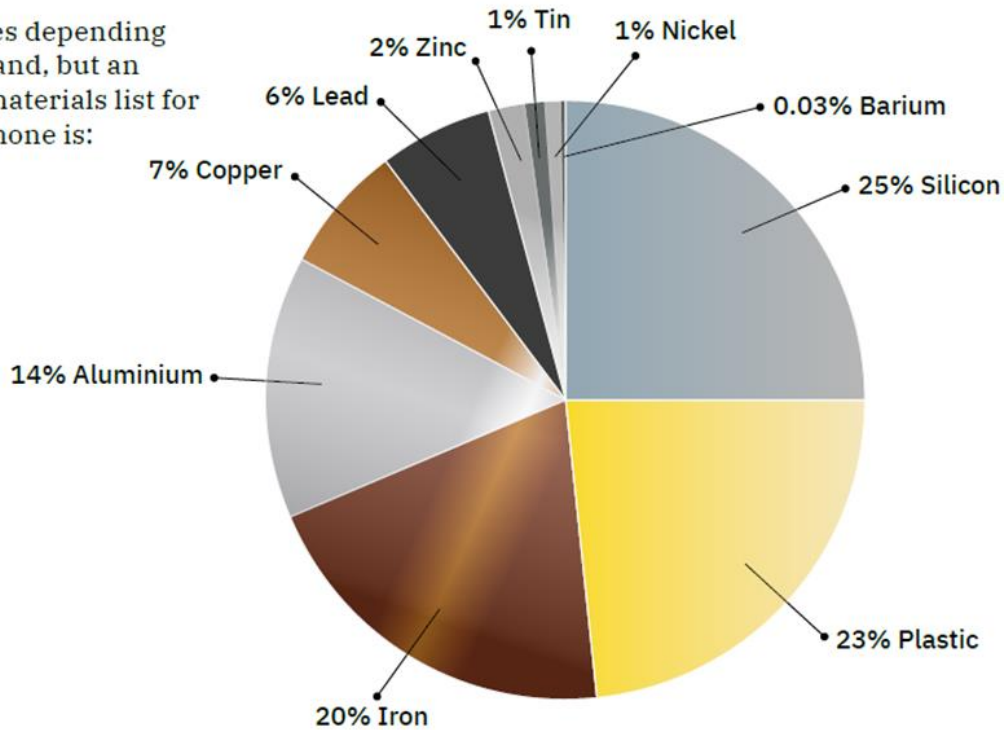
Los desechos electrónicos a nivel global han generado 57,4 millones de toneladas en el 2021, ocasionando que campañas de reciclaje garanticen la recuperación de las partes, sin embargo en la actualidad, solo el 20% de estos residuos terminan en instalaciones de reciclaje controladas y luchan por recuperar algunas sustancias que lo componen (Figura 1-14), al igual que los materiales plásticos que pierden parte de la calidad (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a).

Esto genera inquietud frente al propósito del reciclaje en proporción a la demanda de desechos, ya que puede incurrir en el riesgo de volverse dependiente del consumo excesivo (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b).

Figura 1-14: Composición promedio de materiales dentro de un DMC

What are smartphones made of?

This varies depending on the brand, but an average materials list for a smartphone is:



Fuente: Ethical Consumer Research Association Ltd. (2022b).

La toxicidad de los químicos usados para la elaboración de los DMC genera afectaciones sin una respectiva separación de los componentes en zonas de incineración. Los materiales que tienen un alto grado de toxicidad son el cloruro de polivinilo (PVC) y los retardantes de llama bromados (BFR), altamente riesgosos por la liberación de dioxinas altamente tóxicas y cancerígenas, que afectan el hígado, los riñones, los pulmones y los sistemas reproductivos (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b).

1.4 Conclusiones

Los DMC demuestran versatilidad y diversidad que puede ofrecer en términos de entretenimiento, comunicación, estudio y trabajo, logrando impulsar el crecimiento del producto a diferentes escenarios. Este aspecto es relevante cuando la sociedad entra en estados de aislamiento de cuarentena, creando la necesidad de comunicarse, educarse o entretenerse, incrementando la dependencia de estar conectados constantemente convirtiéndose en una necesidad social.

Las cadenas de suministros usadas para la producción de los DMC, evidencia problemáticas críticas en los procesos que generan impactos ecológicos, sociales y tecnológicos durante el desarrollo, demostrando las falencias que persisten en las organizaciones productoras. Es importante que las mismas empresas desarrollen planes de auditorías enfocadas en el seguimiento y control de los procesos, e informar de manera efectiva las actividades y rutas de obtención de los insumos, igualmente acciones en la defensa de los derechos civiles, de la niñez y laborales.

Se evidencia que la alta demanda de consumo de los DMC es proporcional al uso de las redes de internet, demostrando la carga de información, productos y servicios que requiere la sociedad para mantenerse en el ritmo de la comunicación. Esto indica la necesidad de gestionar acciones colectivas por parte de organizaciones públicas, privadas, auditores y el mismo consumidor, para construir políticas y acciones que desarrollen un sistema integral sustentable del producto, acorde a las relaciones y necesidades complejas que presenta la sociedad.

2.Exploración y construcción: acercamiento de metodologías sostenibles de diseño, para el desarrollo del análisis de los DMC

El planteamiento del desarrollo de los DMC a demostrando que, a pesar de las gestiones empresariales y asociaciones en el cumplimiento y avance en los ODS, existen afectaciones sociales, naturales, económicas y tecnológicas durante el desarrollo de su ciclo de producción, uso, desuso y generación de residuos (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2019a, 2022b). Indicando que el avance en los productos en términos de sostenibilidad solo es eficiente en el marco productivo, como lo representan las publicaciones frente a sus campañas de responsabilidad corporativa (Apple Inc., 2022e; Samsung Electronics, 2021a).

Uno de los desafíos para las empresas productoras de DMC, es la generación de herramientas enfocadas en la sustentabilidad que permitan definir estrategias frente a la complejidad del desarrollo de estos productos, abarcando una mejor relación de los entornos naturales, sociales y tecnológicos. El desarrollo de estas herramientas debe ser guiadas por una metodología que posibilite dar pautas y criterios de revisión, análisis y evaluación sustentable de estos dispositivos, con el propósito de otorgar una mejor capacidad interdisciplinar en el desarrollo dentro del ciclo.

La metodología que se desarrolla en este trabajo se soporta en los enfoques conceptuales planteados desde la economía ecológica (EE) y el ciclo de la cuna a la cuna (C2C), estos enfoques aportan criterios para la construcción de un método integral que otorgue la capacidad de comprender las relaciones complejas en el desarrollo de los DMC, sus principales postulados se resumen a continuación:

1. La economía ecológica (EE) permite comprender las relaciones energéticas de los procesos productivos en función a los principios de la termodinámica en donde establece que: (a) El primer principio define “como la transformación de materiales

y energía de un estado a otro, sin que se produzcan aportes suplementarios, en relación a la cantidad de energía invertida originalmente” (Hauwermeiren, 1999, p. 55), indicando que la energía no se crea ni se destruye en los procesos productivos, solo es la transformación de un proceso a otro (Lizarazo, 2018; Lorente et al., 2008; Røpke, 2005). (b) El segundo principio indica que “en cualquier proceso y especialmente en los procesos económicos, se degradan recursos de baja entropía (combustible fósiles o materiales), para convertirlos en recursos de alta entropía: residuos contaminantes (energía y materia degradada)” (Castiblanco, 2007, p. 12), asimismo Hauwermeiren (1999) lo reitera como “el proceso económico (producción y consumo), es un convertidor de recursos en residuos” (p.56), de este modo, no existe el reciclaje de manera perfecta, dispersando la energía como residuo generado (Lorente et al., 2008; Røpke, 2005). (c) El Tercer principio explica “sobre la imposibilidad de extraer de los sistemas biológicos más de lo que se puede considerar como su rendimiento sostenible o renovable (...) pues de lo contrario se acabaría con ellos e indirectamente también con los seres humanos” (Lorente et al., 2008, p. 274) es decir, la carga de asimilación de los residuos no debe superar la capacidad sustentable de los ecosistemas, al igual que no se debe extraer más de lo que se puede considerar renovable y que garantice la sustentabilidad para las futuras especies (Hauwermeiren, 1999; Lizarazo, 2018).

2. El ciclo de la cuna a la cuna (C2C) vincula a fabricantes y diseñadores, procesos sostenibles de mejora en los sistemas productivos establecidos bajo criterios de ciclos biológicos y técnicos cerrados. Sus premisas se enfocan en los siguientes ejes: (a) el desperdicio es equivalente a nutrientes, (b) el respeto por la diversidad, (c) la utilización de energías renovables en los procesos dentro del ciclo, (d) la puesta en práctica del diseño en áreas de la eco-efectividad en el desarrollo de productos y servicios. Igualmente, el C2C establece criterios de calidad dentro del ciclo que permita garantizar procesos sostenibles más complejos, los cuales son: (a) salud de los materiales, (b) reutilización de los materiales, (c) energía renovable y gestión del carbono, (d) gestión del agua, (e) justicia social y biodiversidad (Aliau Pons, 2015; Cadenas, 2019; Ceschin & Gaziulusoy, 2016; Giuliano, 2014; McDonough & Braungart, 2002).

Con lo anterior, el desarrollo de este capítulo se enfocará en comprender las relaciones de sustentabilidad en el diseño de productos, para identificar la eficiencia y efectividad dentro del ciclo de los DMC. Frente a esto, se define tres herramientas de diseño sostenible según los enfoques conceptuales, que tienen una mejor aproximación en los objetivos de la investigación.

Así mismo, se realiza la exploración de metodologías de diseño orientadas al desarrollo de productos, para guiar la construcción de una metodología integral que conecte los ciclos socios-tecnológicos y enfoques conceptuales de la EE y el C2C, para definir criterios de sustentabilidad en los DMC, con el fin último de establecer puntuaciones y valoraciones dentro de su ciclo.

2.1 La efectividad como método sustentable para los DMC

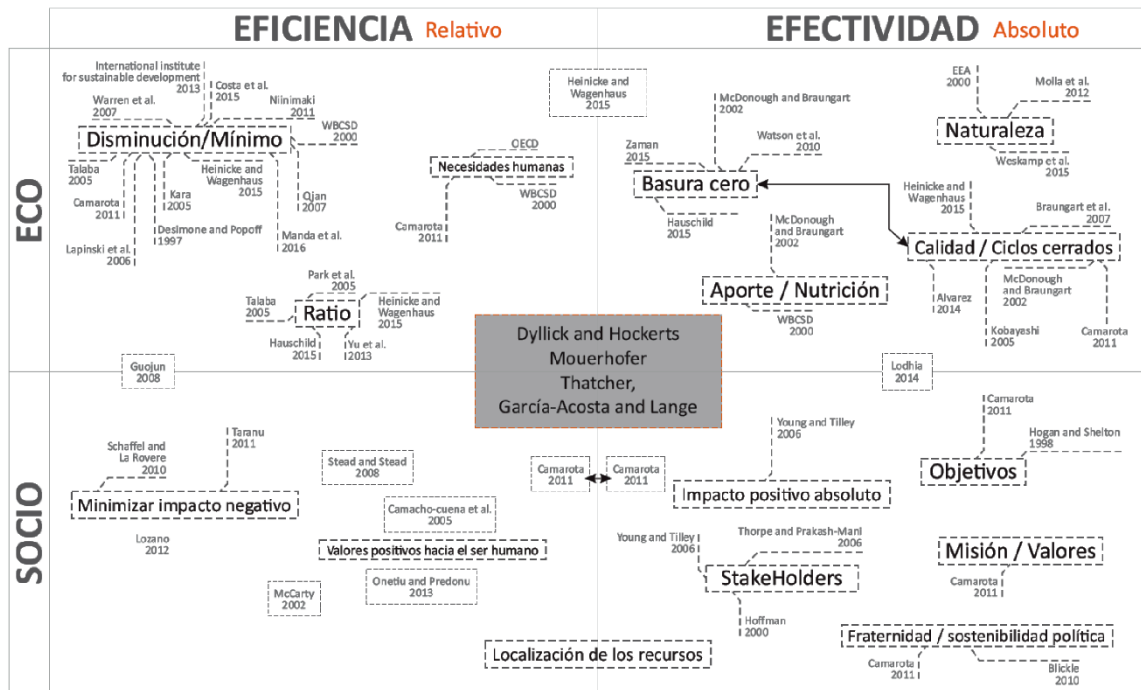
En el ámbito de desarrollo de las herramientas de diseño en el campo de la sustentabilidad, existen procesos dentro del ciclo productivo empresarial enfocados en la minimización de los impactos ecológicos (reducción). Sin embargo, persisten debilidades en el uso debido a la utilización específica de ciertos procesos dentro del ciclo, sin la posibilidad de generar resultados desde un contexto inter y trans disciplinar, que contemple todas las etapas de existencia de un producto y sus relaciones (Aliau Pons, 2015; Cadenas, 2019; Giuliano, 2014; McDonough & Braungart, 2002; Muriel Guisado & García Acosta, 2019).

Generalmente, los enfoques de sustentabilidad en productos se centran en los aspectos ecológicos dejando por fuera aspectos sociales, privilegiando la eficiencia frente a la efectividad sustentable. Para una mejor comprensión de estos términos, la eficiencia se define como el cumplimiento de los logros u objetivos establecidos dentro de una actividad, mientras que, la efectividad se define como el cumplimiento de estos mismos, pero con la condición de presentar resultados no previstos frente a los objetivos planteados inicialmente (Cashmore et al., 2004, 2010; Ceschin & Gaziulusoy, 2016; García-Acosta et al., 2016; Giuliano, 2014; Mokate, 2002).

Como se presenta en la Figura 2-1, Estas definiciones permiten identificar que la efectividad en el uso ecológico (Eco-efectividad) y social (socio-efectividad), dan un aporte significativo como método en el uso de herramientas de diseño sustentable, dirigidas a un enfoque que no dependa de limitantes orientadas hacia la eficiencia (Cadenas, 2019;

García-Acosta et al., 2016). Con ello, permite demostrar que estos métodos de efectividad logran establecer relaciones integrales con otras profesiones, lo que otorga una mejor comprensión de la realidad en el desarrollo de productos sustentables.

Figura 2-1: Eficiencia y efectividad relacionado a lo ecológico y social



Fuente: Segura & García-Acosta (2017).

Para el desarrollo de esta investigación, la importancia de la efectividad como metodología en el uso de herramientas de diseño y desarrollo de productos, permite construir criterios que se aproximen a la realidad del ciclo en los DMC para su evaluación, lo que posibilita la integración de diferentes perspectivas que guíen hacia un objetivo común sustentable.

2.2 Herramientas sostenibles en el diseño y desarrollo de productos

Para proponer una metodología de evaluación de la sustentabilidad aplicada a los DMC fue necesario establecer, que herramientas orientadas al diseño sustentable son pertinentes a los enfoques conceptuales establecidos. Dentro de estos enfoques, el ciclo del producto hace énfasis en reconocer que el producto es parte de una conjunto de etapas relacionadas en espacios temporales, donde contempla su existencia desde la concepción

hasta el desuso (Muriel Guisado & García Acosta, 2019). En la Figura 2-2, se evidencia que un producto no hace parte de un ciclo de vida sino de la existencia y propósito de uso, por lo que su función e impactos generados, sigue estando latente a pesar de la culminación dentro del ciclo.

Figura 2-2: Gráfica de ciclo del producto



Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

Bajo esta idea, la elección de las herramientas de diseño y desarrollo de productos para la investigación, están acordes a la búsqueda de integrar ciclos cerrados que contemplen su existencia y propósito, en función de construir una metodología sustentable hacia a la efectividad.

Con lo anterior, se detecta dentro de la búsqueda de información diferentes opciones en el uso de herramientas de diseño sustentable, orientados en el desarrollo de productos que son utilizados según el enfoque de la investigación (Awan & Sroufe, 2022; Faludi et al., 2020; Félix, 2014; García Acosta, 2016; Romero Larrahondo, 2012). Sin embargo, se observa que no existe un documento que compile la información de las herramientas, con el objetivo de guiar al investigador en un óptimo desarrollo de su estudio, este aspecto se refleja en un artículo que se realizó por parte de Charter & Tischner (2001), donde explica las diferentes herramientas enfocadas en el diseño sustentable como un primer acercamiento general a los objetivos del ecodiseño (Canale, 2010, p. 4; Charter & Tischner, 2001, p. 270; Rivera Pedroza & Hernandis Ortuño, 2012, p. 5), esta construcción permitió a los diseñadores, realizar diferentes estudios en el desarrollo de productos que estén guiados hacia la sustentabilidad (Canale, 2010; Faludi et al., 2020; Rivera Pedroza & Hernandis Ortuño, 2012). Sin embargo, este documento presenta las herramientas de manera general y no se especializan en el uso de cada uno, con el fin de identificar sus fortalezas, debilidades, limitantes, alcances e interrelaciones, que logren dar un mejor estudio a la investigación (Charter & Tischner, 2001; Muriel Guisado & García Acosta,

2019). Igualmente, los autores reconocen que el uso de estas herramientas sustentables solo están orientadas a un perfilamiento de estudio ecológico y tecnológico, donde el análisis social y ético de los productos es escaso (Charter & Tischner, 2001, p. 280). Con lo anterior, se detecta dentro de la investigación una guía desarrollada por Muriel Guisado & García Acosta (2019), donde presentan un portafolio detallado de herramientas, métodos, aplicaciones y software, en el diseño y desarrollo de productos sustentables en el marco de la efectividad. Este documento permite orientar al lector la construcción de metodologías enfocadas en el diseño sustentable, con criterios profundos que logran generar oportunidades de mejora para el desarrollo de la investigación.

Con base en el trabajo de Muriel Guisado & García Acosta (2019), se identificaron las herramientas que son usadas en el ámbito del diseño para el desarrollo de productos sustentables. Se destacan las siguientes herramientas como aquellas que pueden generar un aporte significativo en la construcción de la metodología propuesta, las cuales son: (a) El análisis del ciclo de vida (ACV), (b) ábaco de diseño. (c) rueda de LiDS, (d) lista de chequeo, (e) matriz MET, (f) ecoindicador 99, (g) ReCiPe, (h) EDIP.

A partir del texto de García y Muriel (2019), también se identificaron los criterios relevantes para el desarrollo de la metodología planteada en el presente trabajo, donde sus apreciaciones son determinadas por: (a) tipo de análisis, valores cualitativos o cuantitativos en los resultados, (b) robustez, valores de mayor o de menor información, (c) duración del análisis, tiempo de estudio corto o prolongado, (d) complejidad, baja o alto nivel de uso de variables y facilidad de comprensión para su desarrollo.

Para la definición de estas cualidades, la guía presenta una clasificación de las herramientas de diseño sustentable tal como lo muestra la Figura 2-3, donde permite esclarecer la información y el direccionamiento de uso. Por consiguiente, la elección respectiva para el desarrollo de la investigación es definida por los siguientes criterios:

1. Elección de tres herramientas que permitan construir una participación del diseño sustentable, como parte de la metodología integral con el fin de lograr generar diferentes variables de uso.
2. Que permitan ser adaptadas y complementadas a los requerimientos y objetivos planteados dentro del marco investigativo de los DMC.

3. El tiempo de uso sea acorde con el desarrollo del documento y de las entregas de revisión y avance respectivo.
4. Que sean conectadas con otras perspectivas de pensamiento ambiental, al igual que se integren con otros criterios de calificación y evaluación en el desarrollo de la metodología integral.

Figura 2-3: Esquema comparativo de tipo de análisis del método o herramienta



Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

Los criterios mencionados permiten identificar qué aplicaciones son acordes a la construcción de la metodología que logre integrar valores efectivos en su ciclo, y sean complementados en el transcurso de la investigación. Por lo anterior la elección de las herramientas metodológicas mencionadas, cumple con los criterios de elaboración para un respectivo análisis de sustentabilidad de los DMC, a continuación, se describen: (a) Rueda de LiDS (Life Cycle Design Strategies), (b) Eco Indicador 99, (C) Matriz MET (Materiales, Energía y Toxicidad).

2.2.1 Rueda de LiDS - Life Cycle Design Strategies

Esta herramienta permite proyectar estrategias a lo largo del ciclo de existencia de un producto, cuyo objetivo es minimizar el impacto negativo al medio ambiente por medio de calificaciones. La herramienta permite identificar oportunidades de mejora para futuros productos relacionado desde un punto de vista ambiental (Muriel Guisado & García Acosta, 2019).

Figura 2-4: Formato de aplicación para Rueda de LiDS



Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

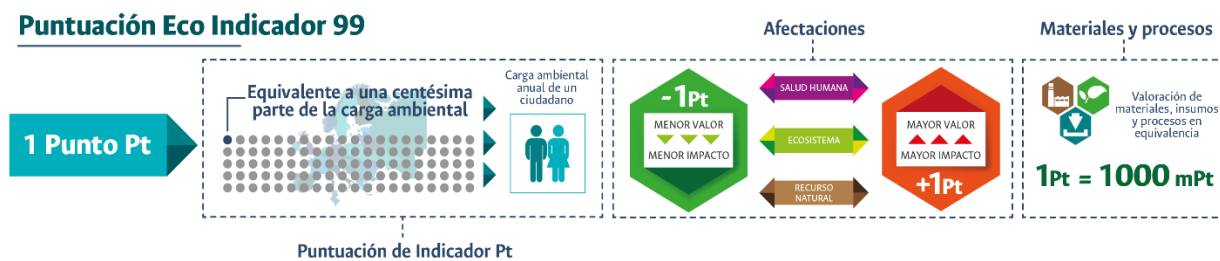
Las estrategias son presentadas por medio de un radar (Figura 2-4) donde se hace una calificación de desempeño de un producto, iniciando desde el centro hacia la periferia valores numéricos de menor a mayor (siendo el mayor el que tiene mejor calificación), para lograr una visualización de aristas que se conectan dentro del radar con su eje de calificación, y proyectar áreas que cubre la evaluación según el criterio de sostenibilidad del producto

El uso de esta herramienta es ideal para el desarrollo de nuevos diseños, rediseños y comparaciones de productos relacionados en la misma categoría de evaluación. Igualmente su uso puede ser complementado con la matriz MET, la cual le otorga una mejor comprensión de desarrollo ya que fue elaborada por el mismo equipo de trabajo (Muriel Guisado & García Acosta, 2019, p. 54,57).

2.2.2 Eco Indicador 99

Esta herramienta es usada para realizar análisis cuantitativos dentro del ciclo de existencia del producto a evaluar, su enfoque es la identificación del nivel de impacto ambiental que puede generar mediante el uso de eco indicadores. Generalmente el indicador hace referencia al valor unitario de un material o proceso, al daño que genera al medio ambiente, donde la calificación es proporcional a la afectación que puede generar (mayor valor es igual a mayor daño). El sistema de puntuación (Figura 2-5) se determina en función al daño a la salud humana, calidad del ecosistema y los recursos naturales, esta calificación se determina con un valor de 1 punto (Pt): Equivalente a una centésima parte de la carga ambiental anual de un ciudadano europeo promedio, igualmente para la valoración de materiales y procesos se determina en milipuntos (mPt), dando razón que $1\text{Pt} = 1000\text{ mPt}$ (Félix, 2014, p. 19; Goedkoop et al., 1999; Muriel Guisado & García Acosta, 2019, p. 83).

Figura 2-5: Infografía de puntuación Eco Indicador 99



Para su calificación, se debe determinar la cantidad aproximada de cada material utilizado dentro del desarrollo del producto al igual que sus procesos; para ello, se utiliza como referente una tabla designada (Anexo 1) en la puntuación de los eco indicadores, donde está la clasificación del material, impacto y tipo de proceso. A continuación, se realiza el diligenciamiento del formulario en la Figura 2-6 con un listado de la cantidad de materiales y procesos desarrollados, con esta información se calcula cada ítem del formulario con el respectivo valor asignado en la tabla de eco indicadores, para finalizar con la suma total de cada fase de desarrollo del producto (Goedkoop et al., 1999, p. 7; Muriel Guisado & García Acosta, 2019).

Esta herramienta permite detectar qué materiales o procesos dentro de su análisis, poseen mayor impacto a la salud de los seres humanos como al medio ambiente, igualmente el uso del formulario dará un acercamiento comparativo con otros productos similares en el

desarrollo y estudio, con valores cuantitativos en sus criterios de juicio (Félix, 2014, pp. 18–22; Goedkoop et al., 1999, pp. 4–6; Muriel Guisado & García Acosta, 2019, pp. 84–87).

Figura 2-6: Formato de aplicación para Eco indicador 99

Producto o componente	Proyecto		
Fecha	Autor		
Notas y conclusiones			
PRODUCCIÓN (materiales, procesos y transporte)			
Material o proceso	cantidad	indicador	resultado
TOTAL			
USOS (transporte, energía y materiales auxiliares)			
Material o proceso	cantidad	indicador	resultado
TOTAL			
Desechos (para todo tipo de material)			
Material o proceso	cantidad	indicador	resultado
TOTAL			

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

2.2.3 Matriz MET

Es una herramienta de evaluación cuya matriz permite analizar el ciclo de un producto en tres aspectos principales: (a) los materiales e insumos que son utilizados en la producción y uso del producto, incorporando el proceso de extracción de dichos materiales, (b) el gasto energético consumido durante el proceso de producción y transporte, (c) las emisiones tóxicas que se generan en las salidas a lo largo de su ciclo de producción, ya sea emisiones atmosféricas, vertimientos o residuos tóxicos. Su característica radica en establecer las entradas y salidas a lo largo del ciclo del producto y las relaciones que ocurren internamente en el desarrollo del mismo, logrando detectar aspectos relevantes que ocurren de manera global en las etapas (Félix, 2014, pp. 15–16; Muriel Guisado & García Acosta, 2019, pp. 67–68). Esta herramienta permite analizar valores cuantitativos y cualitativos dentro de su ejecución, logrando plasmar información pertinente del producto.






La herramienta consta de 5 etapas de evaluación (Figura 2-7) que permite identificar acciones y efectos en el ciclo del producto, las cuales son: (1) Obtención y consumo de materiales y componentes, (2) Producción, (3) Distribución, (4) Uso, (5) Sistema de fin de vida o sistema de eliminación (Félix, 2014; Muriel Guisado & García Acosta, 2019). Estos aspectos permiten identificar la cadena de materiales que son extraídos, procesados, distribuidos, usados y dispuestos finalmente, para un mejor criterio sobre el impacto que puede generar.

Para ejecutar la herramienta, se debe identificar la cadena de ciclo del producto en cuanto a los materiales y los componentes que son utilizados y generados durante sus etapas, para continuar con el diligenciamiento de la matriz donde se determinan las cantidades utilizadas de cada material en los procesos (Kg, Litros) y el gasto energético dentro de los procesos (Watts/Julios), como lo muestra el ejemplo de la Figura 2-7. Al finalizar el diligenciamiento, se analiza cada una de las etapas dentro de su ciclo con tres aspectos para identificar las áreas donde se producen mayor cantidad de residuos, emisiones tóxicas e impactos negativos en su extracción, con el objetivo de generar soluciones que puedan dar vías hacia procesos sustentables (Muriel Guisado & García Acosta, 2019, pp. 68–72).

Este diligenciamiento se toma de estimaciones cercanas a la realidad, para tener una aproximación compleja a los componentes dentro de su cadena, igualmente se puede

complementar con la rueda de LiDS, para dar mejor apreciación y análisis de los materiales y su ciclo.

Figura 2-7: Formato de ejemplo para la aplicación de la matriz MET

OBTENCIÓN Y CONSUMO DE MATERIALES Y COMPONENTES	USO DE MATERIALES (entradas)	USO DE ENERGÍA (entradas)	EMISIONES TÓXICAS (salidas: emisiones, residuos)																										
	<table border="1"> <tr><td>Polipropileno</td><td>0,91 kg</td></tr> <tr><td>Acero</td><td>0,12 kg</td></tr> <tr><td>Aluminio</td><td>0,08 kg</td></tr> <tr><td>Vidrio borosilicatado</td><td>0,33 kg</td></tr> <tr><td>Nicromo</td><td>0,026 kg</td></tr> <tr><td>Piezas electrónicas</td><td>0,007 kg</td></tr> <tr><td>PVC</td><td>0,12 kg</td></tr> <tr><td>Cobre</td><td>0,035 kg</td></tr> <tr><td>Compuesto fenólico</td><td>0,037 kg</td></tr> <tr><td>Latón</td><td>0,03 kg</td></tr> <tr><td>Espuma polimérica</td><td>0,015 kg</td></tr> <tr><td>Policarbonato</td><td>0,125 kg</td></tr> <tr><td>Cartón</td><td>0,04 kg</td></tr> </table>	Polipropileno	0,91 kg	Acero	0,12 kg	Aluminio	0,08 kg	Vidrio borosilicatado	0,33 kg	Nicromo	0,026 kg	Piezas electrónicas	0,007 kg	PVC	0,12 kg	Cobre	0,035 kg	Compuesto fenólico	0,037 kg	Latón	0,03 kg	Espuma polimérica	0,015 kg	Policarbonato	0,125 kg	Cartón	0,04 kg	-Consumo energético en materiales y producción: 184.45 MJ	-Emisiones de gases de efecto invernadero -PUR: isocianato -Licuantes para inyección -Agua contaminada -Material particulado
Polipropileno	0,91 kg																												
Acero	0,12 kg																												
Aluminio	0,08 kg																												
Vidrio borosilicatado	0,33 kg																												
Nicromo	0,026 kg																												
Piezas electrónicas	0,007 kg																												
PVC	0,12 kg																												
Cobre	0,035 kg																												
Compuesto fenólico	0,037 kg																												
Latón	0,03 kg																												
Espuma polimérica	0,015 kg																												
Policarbonato	0,125 kg																												
Cartón	0,04 kg																												
PRODUCCIÓN 	-Materiales auxiliares (desengrasantes, lubricantes).	-Alto gasto de energía, agua y químicos en manufactura de componentes. -Transporte de componentes electrónicos -Energía en procesos varios en manufactura y ensamble	-Emisiones de gases de efecto invernadero -Residuos metálicos y plásticos (recortes y rechazos). -Residuos de lubricantes y desengrasantes. -Agua contaminada -Material particulado																										
DISTRIBUCIÓN 	-Gasóleo para transporte (camiones, avión, marítimo). -Material para embalaje	-Consumo energético por unidad: 5.1 MJ	-Emisiones de gases de efecto invernadero -Residuos sólidos																										
USO 	-Mantenimiento (piezas rotas o averiadas)	-Consumo energético por uso (incluyendo filtro de papel): 668 W -Consumo energético en stand by: 0,3 Wh -Transporte por mantenimiento.	-Emisiones de gases de efecto invernadero -Filtros de papel -Residuos de piezas averiadas.																										
SISTEMA DE FIN DE VIDA SISTEMA DE ELIMINACIÓN 		-En caso de terminar en vertederos, el consumo energético es de: 0.187 MJ.	-Componentes electrónicos -Piezas metálicas y plásticas																										

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

2.3 Criterios complementarios para la construcción del análisis

El desarrollo de estas herramientas de diseño, permitirán dar valoraciones complejas frente a la producción y desarrollo de los dispositivos en el marco ecológico de la sustentabilidad (eco-efectividad), sin embargo, es importante complementar la información de estas herramientas con áreas de sustentabilidad social (socio-efectividad), y fortalecer las relaciones ecosistémicas con las culturales, que permitan construir una aproximación hacia un enfoque de sustentabilidad integral.

Frente a lo anterior, se determina el uso de dos criterios complementarios para la construcción del análisis de sustentabilidad de los DMC, que den aportes tanto ecológicos como sociales. Esta información tiene como objetivo, mostrar diferentes perspectivas del desarrollo de un producto y sus interacciones complejas dentro del ciclo.

Para esto, se define el uso de reportes empresariales y ambientales, evaluadores de terceros y organizaciones no gubernamentales (ONG) entre otros, como primer criterio de revisión en el desarrollo de un producto y la marca que lo acompaña. Como segundo criterio, se define la revisión de la revista inglesa independiente sin ánimo de lucro llamada "Ethical Consumer", que desarrolla la guía de compra sostenible para productos que demuestren tener un avance en la ética corporativa y sustentable. Su propósito es informar al consumidor, los análisis en detalle sobre las políticas y acciones de empresas con respecto al medio ambiente, la política y la sustentabilidad de los productos, los derechos humanos y laborales (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2020). Igualmente, la revista no solo se enfoca en el producto a evaluar sino también a las empresas que están detrás de la marca.

Las calificaciones se establecen en un rango aproximado de trescientas (300) subcategorías de las diecinueve (19) áreas clave, que a su vez son parte de cinco categorías principales: (a) Animales, (b) Ambiente, (c) personas, (d) políticas y (e) sustentabilidad. El desarrollo de los puntajes se fundamenta en la compilación de su base de datos, que se actualiza cada día con la información respectiva. Estas fuentes son obtenidas bajo solicitudes directamente a las empresas que son calificadas según los informes ambientales, pruebas con animales y gestión de los derechos de los trabajadores en las fábricas proveedoras entre otros. Igualmente ellos incorporan investigaciones

publicadas por parte de organizaciones como Oxfam, War on Want, Friends of the Earth, otras fuentes de noticias, registros públicos y directorios (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022c).

Su sistema de puntuación se caracteriza en otorgar un máximo de quince (15) puntos a la empresa y a los productos de veinte (20). Como se observa en la Figura 2-8, se inicia dando a todas las empresa una calificación de catorce (14) puntos que, a medida del desarrollo investigativo, se resta puntaje según las críticas y afectaciones que genera en las respectivas categorías. Igualmente, estas empresas pueden ganar calificaciones positivas dentro de la categoría de ética empresarial, siempre y cuando cumplan con ciertas condiciones dentro de su grupo corporativo. Se resalta la posibilidad de que un producto logre tener un puntaje mayor que el de la misma empresa que lo desarrolla, al igual que se tiene un registro histórico de la misma en los últimos cinco años, como referencia para analizar su desarrollo ético (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b, 2022c).

2.4 La integración del Modelo de ciclos socio-tecnológicos para los DMC

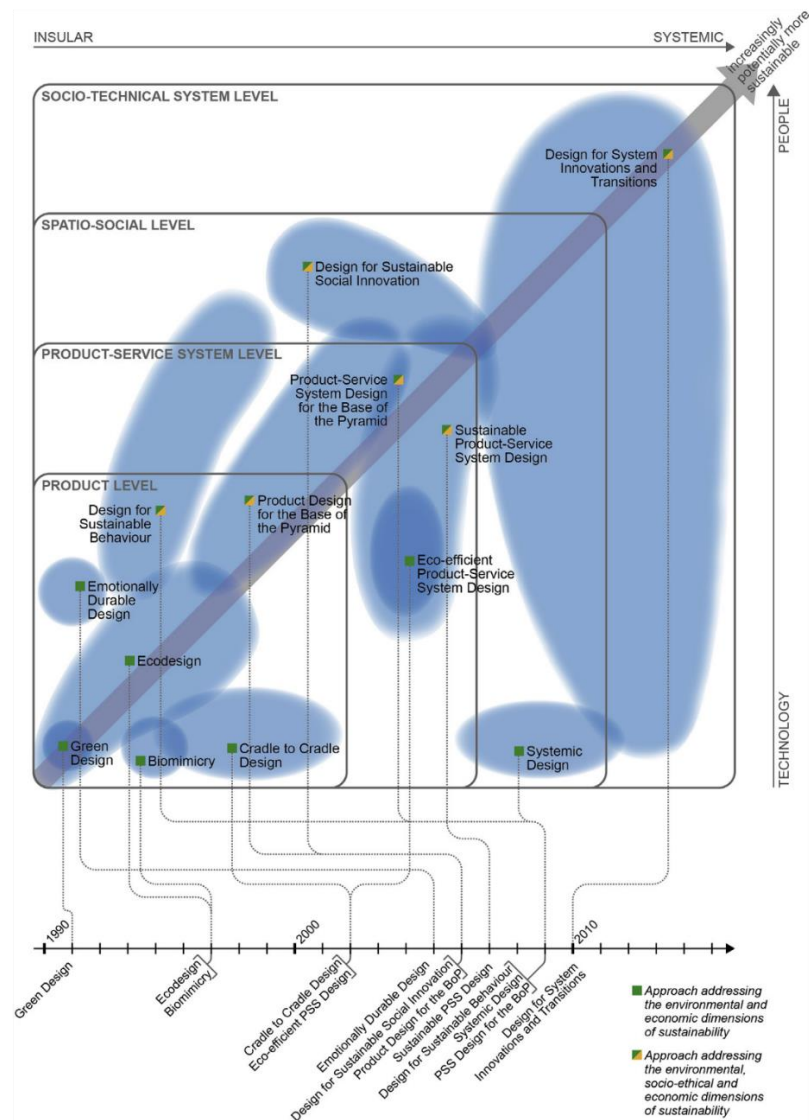
Con los criterios y el uso de las herramientas definidas para el análisis, se procedió a establecer un sistema que permitiera unificar la información obtenida anteriormente, como guía de uso y de interpretación para en el análisis de sustentabilidad integral de los DMC.

El artículo de revista científica titulado: Evolution of Design for Sustainability: From Product Design to Design for System Innovations and Transitions (Ceschin & Gaziulusoy, 2016), identificó la evolución de las metodologías de diseño sustentable a través de la historia, para categorizarlos en cuatro niveles de innovación:

1. Nivel Producto: (a) Diseño verde, (b) Ecodiseño, (c) Diseño emocionalmente duradero, (d) Diseño para el comportamiento sostenible, (e) Diseño de cuna a cuna, (f) Diseño de biomimética o biomímesis, (g) Diseño para la base de la pirámide.
2. Nivel Producto-Servicio: (a) Diseño de Sistemas Producto-Servicio.
3. Nivel Sistema Espacio-Social: (a) Diseño para la Innovación Social, (b) Diseño Sistémico.
4. Nivel Sociotécnico: (a) Diseño para innovaciones y transiciones de sistemas.

Con lo anterior, se explora el nivel de innovación que este acorde a los lineamientos de la investigación (Figura 2-9), donde el nivel sociotécnico presenta la mejor opción en términos de sustentabilidad. Asimismo, se identifica al diseño para las innovaciones y transiciones de sistemas, como la transformación de los sistemas socio-técnicos a través de innovaciones tecnológicas, sociales, organizativas e institucionales, donde se incorpora el diseño de productos y servicios, como medio de transformación de los sistemas de producción y consumo a través de la innovación (Ceschin & Gaziulusoy, 2016, p. 138).

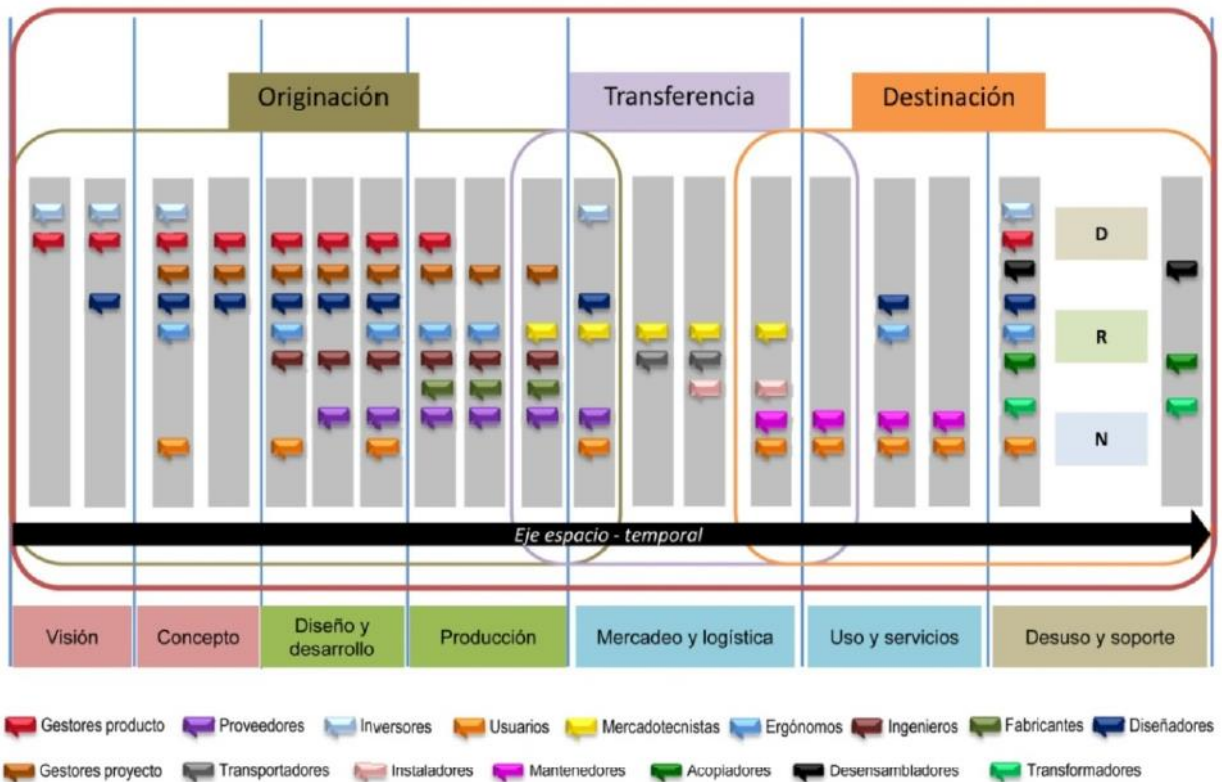
Figura 2-9: Marco evolutivo del diseño para la sustentabilidad



Fuente: Ceschin & Gaziulusoy (2016).

Por lo tanto, se establece como guía en la construcción de la metodología, denominada: Modelo de Ciclos Socio-Tecnológicos para Productos Social y Ambientalmente Responsables (García Acosta, 2016). Este modelo descriptivo, explica el ciclo de existencia de un producto desde la concepción hasta su terminación y/o retorno, con el objetivo de identificar aspectos relevantes en la sustentabilidad de un producto (García Acosta, 2016).

Figura 2-10: Los estados asociados de las partes interesadas y las fases/etapas



Fuente: García Acosta (2016).

Como lo muestra la Figura 2-10, el desarrollo del modelo se determina en tres escenarios que ordena el proceso de su ciclo: (a) Originación, hace parte del conjunto de fases que gestionan origen de un producto, donde el eje principal es el constructor o creador, (b) Transferencia, indica la agrupación de fases que realiza la transición del producto creado, hacia su comercialización en la generación de valor para el usuario final, (c) Destinación, se refiere a las fases que se destinan hacia el usuario dentro de su uso, para llegar a la terminación y/o retorno de su ciclo (García Acosta, 2016, pp. 115–118). En la Figura 2-10,

se incluye la participación de las partes interesadas (representadas con el ícono de dialogo en colores), lo cual posibilita establecer perfiles profesionales que logren dar un acercamiento productivo integral, para la ejecución de cada proyecto, según lo planteado por el autor.

Con base en lo anterior, el autor explica que estos escenarios son agrupados con diferentes fases que se desarrollan en el ciclo socio-tecnológico del producto (Cs-Tp), al igual que se presentan diferentes subcategorías de clasificación durante el desarrollo, las cuales son:

1. Originación

- a. Visión: aspiraciones y valores de los interesados, propósito estratégico
- b. Concepto: selección y ensamble de métodos, requerimientos y determinantes, ideas y alternativas.
- c. Diseño y desarrollo: desarrollo del producto, diseño a detalle, modelos virtuales y reales, prototipos y validaciones.
- d. Producción: determinación de preseries y series, decisión de la fabricación, desarrollo de los procesos y sus tecnologías, manufactura de componentes, ensamblaje y embalaje.

2. Transferencia

- a. Mercadeo / logística: almacenamiento, exhibición, distribución y transporte, exportaciones e importaciones, venta y compra, instalación, verificación e instalación.

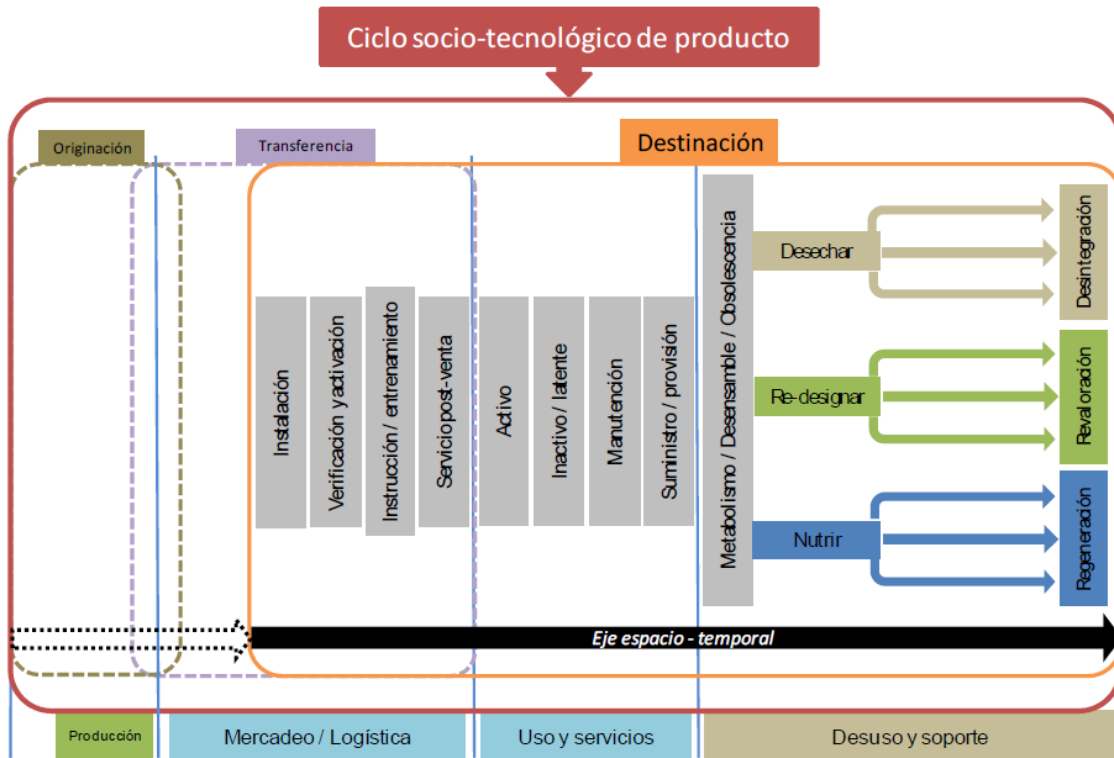
3. Destinación

- a. Instrucción entrenamiento, servicio postventa, manutención, suministro y provisiones, metabolismo, desensamble y obsolescencia.

Como se observa en la Figura 2-11, el ultimo escenario tiene como aspectos finales del ciclo las opciones de nutrir, re-designar y desechar, como rutas que puede generar un producto según su terminación o retorno, lo que puede provocar aspectos de contaminación (desintegración), sustentabilidad eficiente (revalorización) o efectiva (regeneración) (García Acosta, 2016). Con lo anterior, este modelo permite identificar y relacionar aspectos que pueden existir dentro del ciclo, como medio de uso en la

vinculación de herramientas que logren dar un acercamiento integral en el desarrollo de productos sustentables.

Figura 2-11: Grupo de procesos/pasos que hacen parte del estado de destinación



Fuente: García Acosta (2016).

Estos aspectos son fundamentales en la descripción, revisión y desarrollo de un producto, debido al nivel de complejidad que puede generar un artefacto al medio ambiente, sin embargo para determinar las relaciones en su ciclo, se debe vincular los conceptos de la economía ecológica al igual que el ciclo de la cuna a la cuna, como fundamentos en la construcción de una metodología integral, que logre determinar el nivel de sustentabilidad de un producto efectivo.

2.5 Construcción y desarrollo de la metodología integral de ciclos sustentables (MICS)

La información presentada anteriormente, demuestra que los procesos que se desarrollan para un producto pueden generar diferentes variables según su enfoque, logrando

identificar aspectos sociales, ecológicos y tecnológicos en diferentes vías. Sin embargo, se debe integrar la información obtenida de estos procesos de manera cualitativa y cuantitativa, de manera que logre dar pautas de calificación y puntuación en todo su ciclo.

Para esto, se define la construcción de una metodología integral de ciclos sustentables (MICS) que permita desarrollar la vinculación de las herramientas de diseño sostenible, los criterios de evaluación complementarias y el modelo Cs-tP, con los conceptos de economía ecológica y de la cuna a la cuna como base. Con la aplicación de esta metodología se busca realizar un análisis de sustentabilidad, que logre evidenciar el ciclo de un producto en términos de efectividad sustentable aplicado a los DMC.

Por consiguiente, se establecen lineamientos de desarrollo de la metodología en los siguientes aspectos: (a) la transición de la información presentada hacia conceptos de la EE y de C2C para la MICS, (b) designación de las herramientas y criterios de evaluación, (c) funcionamiento del ciclo al igual que su propósito en la información, (d) calificación y puntuación del ciclo según el producto a evaluar, en este caso los DMC.

2.5.1 Transición de la información, hacia la EE y el C2C

En el marco del modelo Cs-tP, se detecta que su aporte en el desarrollo de productos sustentables permite generar una retroalimentación descriptiva de los procesos que se crean en su ciclo. Frente a esto, la interpretación de este modelo puede ser elaborado desde otra perspectiva que permita vincular aspectos cuantitativos y cualitativos de otras herramientas, al igual que la vinculación de los conceptos de la economía ecológica (EE) y del ciclo de la cuna a la cuna (C2C).

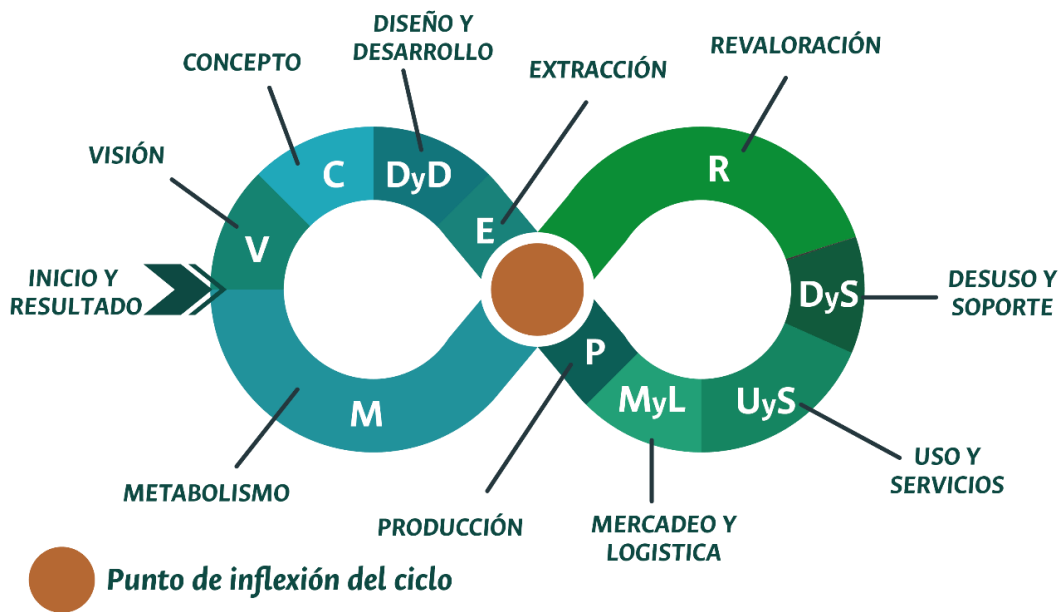
En este caso como lo muestra la Figura 2-12, donde se proyecta la interpretación del Cs-tP, se identifica que las fases del modelo se utilizan como referente en la distribución y desarrollo del ciclo, al igual que la etapa de revalorización como puente de sostenibilidad eficiente, e igualmente se propone que la etapa de metabolismo sea parte fundamental en el retorno de su ciclo, como conclusión de una sostenibilidad efectiva. Con lo mencionado anteriormente, se define implementar como identidad al MICS, las relaciones de los dos conceptos bajo las siguientes características:

- En la economía ecológica: Las fases desarrollan diferentes procesos de transformación de la energía en el transcurso del ciclo (primer principio). Los

procesos desarrollados en cada fase se degradan, convirtiéndose en residuos contaminantes (segundo principio) que deberán ser tratados para prevenir, mitigar o resarcir los impactos ambientales generados. La carga de los procesos de cada fase no debe superar la capacidad de asimilación de los ecosistemas (tercer principio), como medida de precaución en la sustentabilidad del ciclo.

- En el ciclo de la cuna a la cuna: Cada fase tendrá la capacidad de transformar los desperdicios generados, en nutrientes que garanticen el flujo del ciclo (complementando el segundo y tercer principio). Por lo tanto, cada fase puede direccionar los procesos a la revalorización (reciclaje) o al metabolismo (regeneración).

Figura 2-12: Interpretación de los Cs-tP, en el método MICS



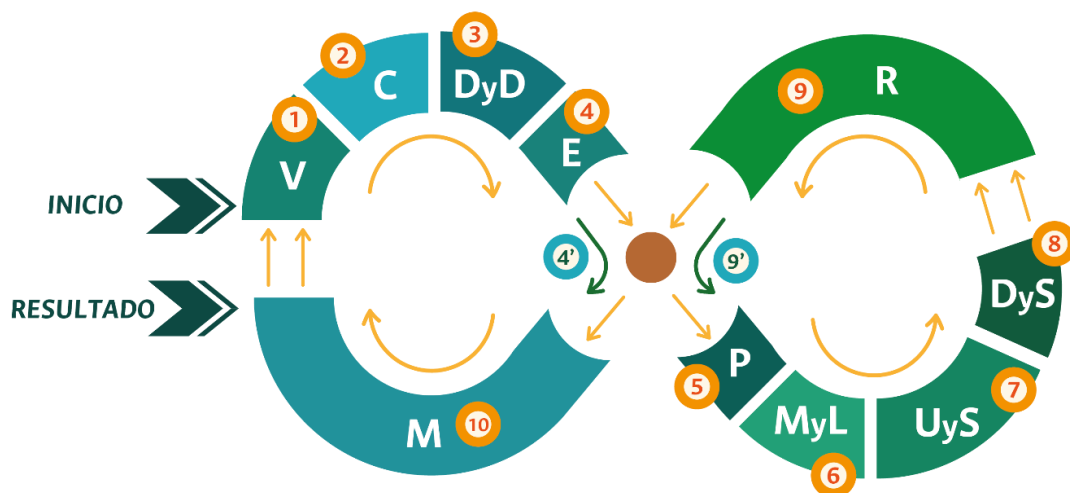
El objetivo de esta ilustración es presentar las rutas que pueden desarrollarse durante el ciclo productivo de los DMC, la cual permite vincular diferentes herramientas ecológicas, sociales, tecnológicas, éticas, entre otras, para la construcción integral de diferentes profesiones, visiones y perspectivas complejas.

Para el desarrollo de la MICS, se establece un direccionamiento de lectura y uso del método para identificar diferentes aspectos en su análisis. Este funcionamiento está enfocado en demostrar si un producto puede regresar a su ciclo inicial (cuna a la cuna), y logre exponer su nivel de efectividad sustentable. Como lo muestra la Figura 2-13, las fases

están enumeradas del uno (1) al diez (10) indicando la ruta de desarrollo de un producto, con esto se presenta los criterios de revisión y evaluación de cada una de las fases para determinar su puntuación y calificación respectiva:

1. Visión (V): proyectar las políticas que desarrolla la empresa en términos de sustentabilidad y su nivel de compromiso.
2. Concepto (C): planteamiento de sustentabilidad del producto desde su concepción, y coherencia con la identidad de la marca.
3. Diseño y Desarrollo (DyD): los profesionales de diseño son éticos en el desarrollo de un producto en términos de sustentabilidad, y exploran innovaciones para fortalecer el ciclo.
4. Extracción (E): las empresas cumplen con criterios éticos y responsables en la obtención de insumos.
5. Producción (P): las organizaciones cumplen condiciones justas para los trabajadores dentro de su cadena de suministros.
6. Mercadeo y Logística (MyL): el transporte, embalaje y comercialización de sus productos son sustentables, como su acceso en el mercado.
7. Usos y Servicios (UyS): el consumidor es informado sobre las acciones sustentables por parte de la empresa, como su responsabilidad en el producto.
8. Desuso y Soporte (DyS): el soporte técnico y acompañamiento al consumidor en la extensión del ciclo de existencia del producto.

Figura 2-13: Direccionamiento y funcionamiento del MICS



En el caso de los ítems nueve (9) y diez (10), se ejecuta en el desarrollo de una sostenibilidad eficiente o efectiva de un producto bajo las siguientes condiciones:

9. Revalorización (R): esta fase se caracteriza por desarrollar procesos enfocadas en las cinco "R": reparar, reusar, recuperar, reducir y reciclar durante el ciclo del producto. En el caso que un artefacto se recupera, se repara o se reúsa, entra en el punto de inflexión del ciclo, lo que hace que su proceso genere un retorno a la fase de producción (9'), indicando que su producto realiza un proceso de gestión empresarial sustentable.
10. Metabolismo (M): esta fase se caracteriza en identificar y recibir los nutrientes sustentables que fueron generados durante los procesos del ciclo, estos pueden ser tanto físicos, energéticos, naturales y sociales, retroalimentando el proceso a ciclos sustentables efectivos. En el caso de la fase de extracción (E), el proceso puede ingresar en el punto de inflexión (4') si los materiales y componentes extraídos, regenera la carga de asimilación con la restauración, preservación y conservación en el mismo territorio.

Figura 2-14: Niveles de clasificación de cada fase dentro del MICS



Dentro de cada fase del MICS, se establece el nivel de sustentabilidad de un producto durante su desarrollo (como lo muestra la Figura 2-14), se encuentra en una escala de uno a diez siendo la mayor puntuación asignada, si el proceso de un producto en cada fase llega en un estado de efectividad sustentable. Estos niveles están organizados bajo una paleta de colores cuyo objetivo es generar una representación cromática de cada fase, que logre identificar el nivel de estado de cada una durante la puntuación y calificación del ciclo en general.

Tabla 2-1: Designación de herramientas y criterios para la evaluación de los DMC

Fases del ciclo	Herramientas designadas para el estudio			Criterios complementarios	
	Rueda de LiDS	Eco indicador 99	Matriz MIET	Ethical Consumer	Reportes
Visión	Políticas de empresa	Políticas de materiales e insumos	Reducción y optimización de energía, materiales y toxicidad (Política)	Actividad Política	Políticas empresariales, Certificados voluntarios de la misma empresa (auditores internos)
Concepto	Desarrollo de un nuevo concepto de sustentabilidad que se refleje en el producto	Uso de materiales sostenibles desde su concepción	Grado de toxicidad de materiales usados desde su concepción	Conflictos éticos en materiales, conducta de impuestos y financiamiento antisocial	Coherencia entre la identidad de producto y su concepto
Diseño y Desarrollo	Selección de materiales de bajo impacto	Implementación de energías renovables	Sustentabilidad como criterio de gestión empresarial	Tecnologías controversiales en la obsolescencia y toxicidad en su desarrollo	Innovación y desarrollo sustentable
Extracción	Reducción del uso de materiales	Impacto en la extracción de los materiales	Uso de materiales tóxicos o peligrosos y el uso de energías renovables en la extracción	Impactos no remediados en lo ambiental, salud derechos humanos y laborales	Cadenas de suministros en la extracción
Producción	Optimización de técnicas de producción	Impactos no remediados en el procesamiento de los materiales	Incorporación de prácticas sustentables en la producción	Afectación de los derechos laborales y generación de externalidades	Cadenas de suministros, tráfico de personas y violaciones de derecho humanos
Mercado y Logística	Optimización del sistema de distribución	Tipos de materiales de empaque y transporte	Tipos de transporte, combustibles y emisiones GEI	Accesibilidad al mercado de productos sostenibles y publicidad engañosa	Fuentes de publicidad y financiamiento
Usos y Servicios	Reducción del impacto durante el uso, gasto y uso de energía	Requerimientos de materiales tipo accesorios para su uso	Toxicidad de los materiales en el uso y desgaste	GEI, emisiones durante el uso promedio	Guía de compra sostenible, información del producto
Desuso y Soporte	Optimización del ciclo de existencia	Tratamiento sostenible de los residuos	Toxicidad de los residuos	Políticas de responsabilidad del productor sobre el manejo de residuos	Soporte técnico y garantías
Revalorización	Optimización del sistema de vida	Reciclaje y recuperación de materiales	Sistema fin de vida, sistema de eliminación	Reporte ambiental, obsolescencia de productos, reparación, reúso y recuperación	Informes y procesos ambientales
Metabolismo	Genera nutrientes en su proceso empresarial	Transforma nutrientes de los materiales extraídos y desechados	Eliminación de toxicidad de sus residuos para generar nutrientes de estos	Ética corporativa, producto sostenible, apoyo en suplementos militares y armas	Ética y responsabilidad empresarial, certificados independientes (auditores externos)

Se puede usar con la herramienta para dar un valor de puntaje aproximado

No se encuentra en la herramienta, se busca un indicador similar en el tema para la puntuación de la herramienta

Revisión según diferentes fuentes de información

Gestión Empresarial

Transición Empresarial Sustentable

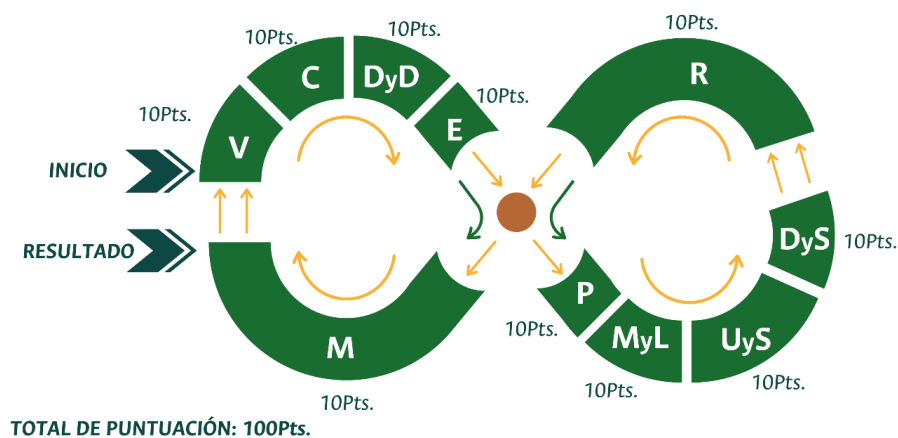
2.5.2 Designación de las herramientas y criterios en el ciclo

Se utiliza una pieza gráfica para representar las herramientas de diseño sostenible y los criterios complementarios descritos en la Tabla 2-1, donde se establecen las fases, calificaciones y puntuaciones dentro del ciclo, según los criterios de evaluación.

De ese modo, la tabla está distribuida en dos (2) categorías principales y divididas en diez (10) subcategorías, cada una presentando diferentes enfoques de evaluación del producto según su fase. Así mismo, se define la información que ofrece cada categoría según la clasificación de colores: (a) Blanco: indica que el criterio coincide con la evaluación de su fase y puede ser calificado. (b) Azul: indica que su criterio no coincide con la evaluación de su fase por lo cual, se complementa su información con indicadores similares al enfoque correspondiente para ser calificado. (c) Amarillo: indica que su criterio está conformado por la recopilación de diferentes fuentes de información. Estas clasificaciones permiten construir otras perspectivas de conocimiento orientadas a la complejidad del ciclo.

Por otra parte, existen dos escenarios que pueden ser desarrollados por la organización según su nivel de compromiso en términos de sustentabilidad: (a) la empresa realiza procesos sustentables desde la fase de visión hasta soporte y desuso, indicando su interés de construir practicas eficientes orientadas a la gestión empresarial, (b) la empresa realiza procesos sustentables desde la fase de visión hasta metabolismo, indicando su interés de construir practicas efectivas orientadas a la transición empresarial sustentable. El uso de la tabla sirve como guía de puntuación y calificación, para conectar la información de los DMC a evaluar con las fases del MICS.

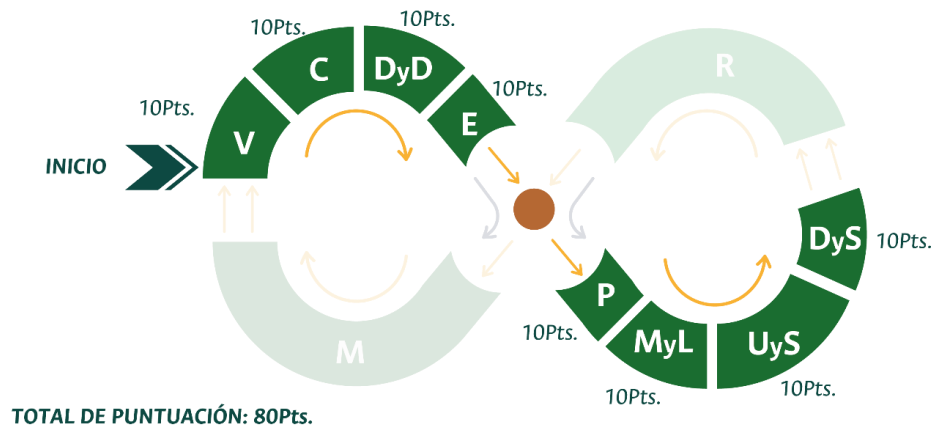
Figura 2-15: Puntuación máxima en la ruta MICS



La Figura 2-15 representa la puntuación de todo el ciclo en el desarrollo de su ruta sustentable, en caso de que la organización logró cumplir de manera efectiva todas sus fases tendrá su máxima calificación, ratificando su transición empresarial sustentable.

En el caso de la Figura 2-16, se presenta el escenario de una empresa que solo logre desarrollar aspectos sustentables hasta la fase de desuso y soporte, esto indica que la organización tendrá una puntuación máxima de ochenta (80) puntos, llegando solo a ser una empresa enfocada en la gestión empresarial de manera eficiente.

Figura 2-16:Puntuación de gestión empresarial eficiente



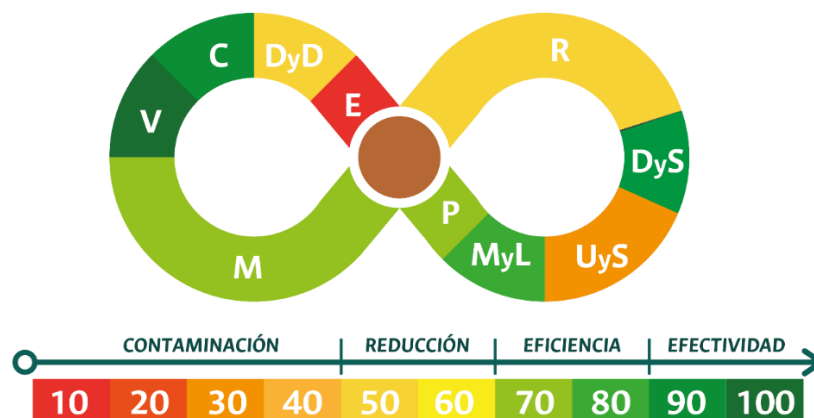
Para determinar la calificación general de cada una de las herramientas y sus criterios complementarios en el análisis, se establece en la Tabla 2-2 la matriz de puntuación de la MICS, que vincula el resultado de cada una de las herramientas con las fases que se están evaluando dentro del ciclo. Esta matriz está valorada con las siguientes características: (a) Todas la herramientas poseen la puntuación máxima de veinte puntos, debido a que las calificaciones dentro de sus fases tienen variables complejas, lo que determina generar un mayor rango de calificación, (b) el puntaje sumado de cada fase otorgara un puntuación general de cien (100) puntos, sin embargo esta calificación tendrá un ajuste para dar con el resultado principal, haciendo una división de su total por diez (10), lo que garantiza que su puntaje tenga la misma coherencia con el nivel de sustentabilidad de la Figura 2-14.

Tabla 2-2: Matriz de puntuaciones del MICS en los DMC

Puntuación método integral de ciclos sustentables MICS							
Fases del ciclo	Herramientas designadas para el estudio					Puntaje	
	Rueda de LiDS	Eco indicador 99	Matriz MET	Ethical Consumer	Reportes	Total de las pruebas	Clasificación dividida en 10
Visión	20	20	20	20	20	100	10
Concepto	20	20	20	20	20	100	10
Diseño y Desarrollo	20	20	20	20	20	100	10
Extracción	20	20	20	20	20	100	10
Producción	20	20	20	20	20	100	10
Mercado y Logística	20	20	20	20	20	100	10
Usos y Servicios	20	20	20	20	20	100	10
Desuso y Soporte	20	20	20	20	20	100	10
Revalorización	20	20	20	20	20	100	10
Metabolismo	20	20	20	20	20	100	10
Total Puntaje	200	200	200	200	200	1000	100
							Puntuación total

En la definición de puntajes totales al final de la tabla, permitirá identificar como lo muestra de ejemplo la Figura 2-17 los niveles cromáticos de sustentabilidad que representa, indicando sus fortalezas y debilidades que está desarrollando la empresa en general para su producción de DMC. Igualmente se determina realizar tres pruebas de marcas de celulares, para verificar y comparar las actividades organizacionales de cada una, en su gestión de ciclos sustentables. Al finalizar cada prueba, se busca como objetivo presentar un plan de mejora de los productos al igual que las empresas, para generar una guía de procesos óptimos sustentables, enfocadas en la efectividad de su ciclo.

Figura 2-17: Ejemplo cromático de los niveles de sustentabilidad del MICS



2.6 Propuesta y aplicación para la evaluación de la sustentabilidad de los DMC

Dentro del capítulo, se presentaron las herramientas para el análisis de sustentabilidad en el diseño y desarrollo de productos, con la inclusión de algunos principios de la economía ecológica y del análisis del ciclo de vida para la construcción del Método Integral de Ciclos Sustentables (MICS). Con lo anterior, se determinan realizar ajustes a las herramientas con base a los criterios de evaluación (Tabla 2-1) y de puntuación (Tabla 2-2), para adaptar sus aplicaciones en torno a los objetivos de la investigación.

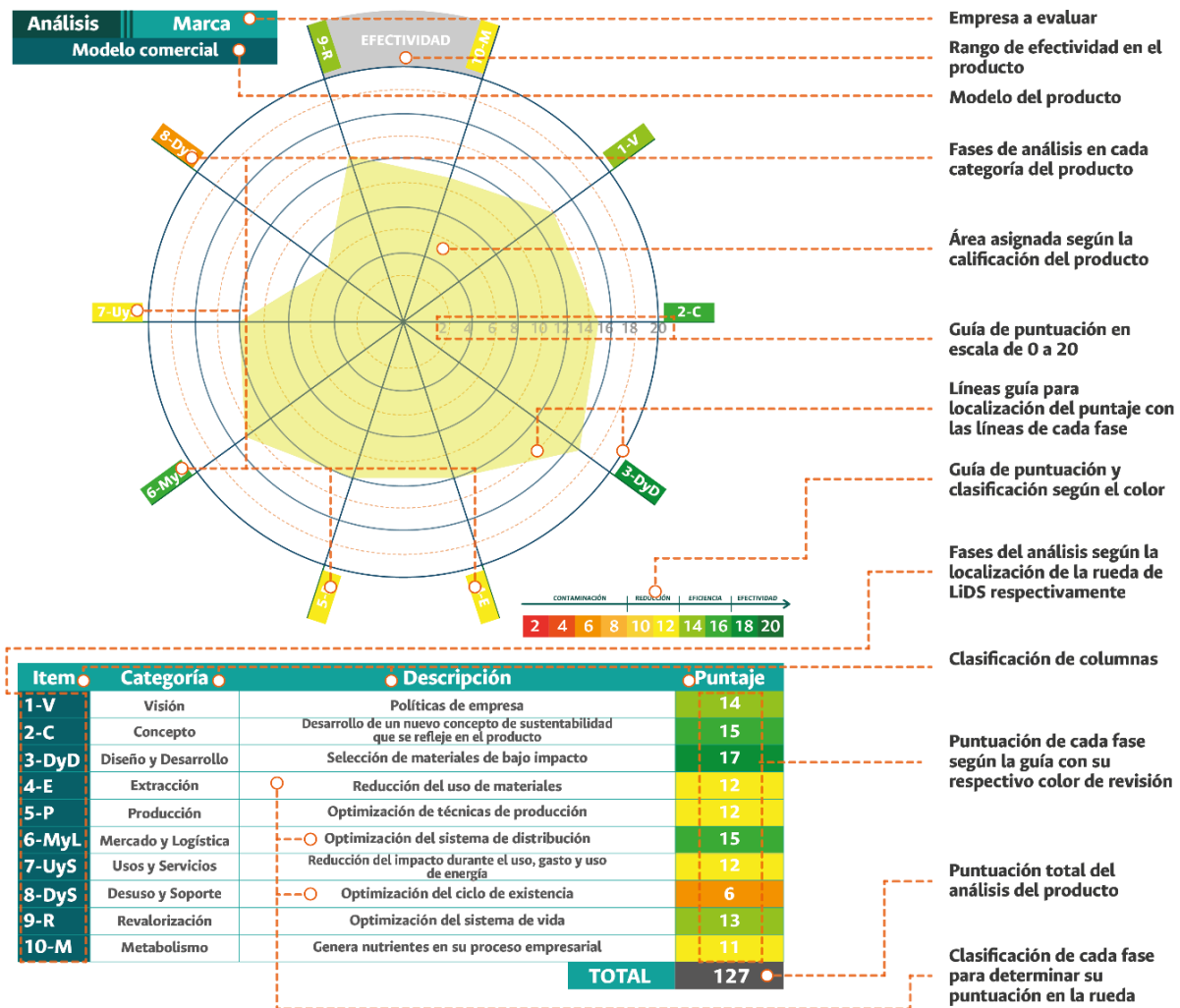
Estos ajustes permiten aportar desde la investigación y el análisis de las herramientas, ampliar el campo de sustentabilidad del producto con factores ecológicos, sociales y tecnológicos, que logran generar un mejor desarrollo a la investigación y un análisis profundo, lo que permite construir variables que dan mejor acercamiento a la complejidad de los productos en términos de efectividad sustentable (Charter & Tischner, 2001; García-Acosta et al., 2016).

En esta sección se define la hoja de ruta para la aplicación de este método, como también se definen los procedimientos de puntuación de las herramientas usadas, como guía para identificar las acciones empresariales en términos de sustentabilidad del producto, aplicados a las tres marcas de DMC seleccionados para el presente estudio.

A continuación, se describen los ajustes que se realizaron a las herramientas y sus procedimientos para la respectiva evaluación:

- Rueda de LiDS: en la Figura 2-18 se modificaron los criterios de calificación de ocho a diez fases de ciclo del MICS, igualmente se estableció el nivel de calificación de cada criterio en un nivel máximo de 20 puntos. Este aspecto se refuerza con una paleta de colores que indica el puntaje de sustentabilidad en cada fase, al igual que una tabla con los criterios de evaluación y su respectivo puntaje de sustentabilidad del producto.

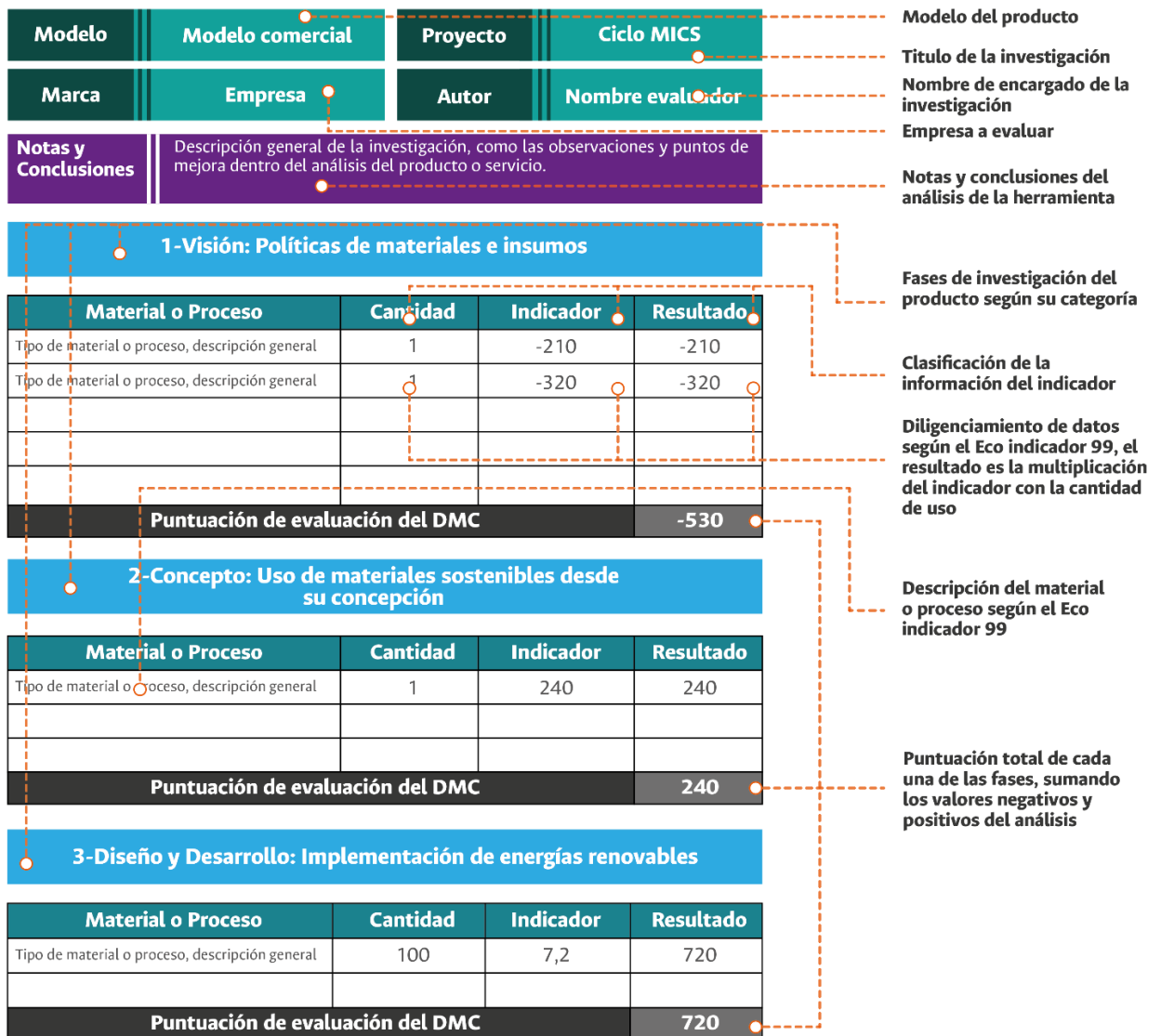
Figura 2-18: Guía de uso de la rueda de LiDS para el MICS



- Eco indicador 99: aunque esta herramienta presenta criterios de puntuación de materiales y procesos, se agregaron nuevos elementos de este tipo según su aproximación y referencia con otros, debido a la ausencia de información que presenta la misma herramienta en su portafolio de insumos, procesos e impactos

de un producto, con el objetivo de construir un análisis profundo en la detección sustentable. Igualmente se agregaron actividades que influyen directa e indirectamente con los materiales del producto a evaluar, con sus respectivas puntuaciones aproximadas según la herramienta.

Figura 2-19: Guía de uso del Eco indicador 99 para el MICS, aspectos generales



Al igual que la rueda de LiDS, se modificaron los criterios de calificación que tiene la herramienta hacia las diez fases correspondientes al ciclo del MICS (Figura 2-19), como medida para dar los lineamientos complementarios en su ejecución. Se incluye dentro de cada fase, la puntuación de evaluación de los DMC en los

materiales y procesos, que permiten detectar el estado de sustentabilidad que realiza el producto dentro de su ciclo.

A su vez, se establecieron en la Tabla 2-3 las puntuaciones que se obtienen en el uso de la herramienta, para otorgar una valoración equivalente de un total de veinte puntos como máximo, con el propósito de definir puntajes direccionados a la MICS.

Tabla 2-3: Puntuación equivalente del Eco indicador 99 para la MICS

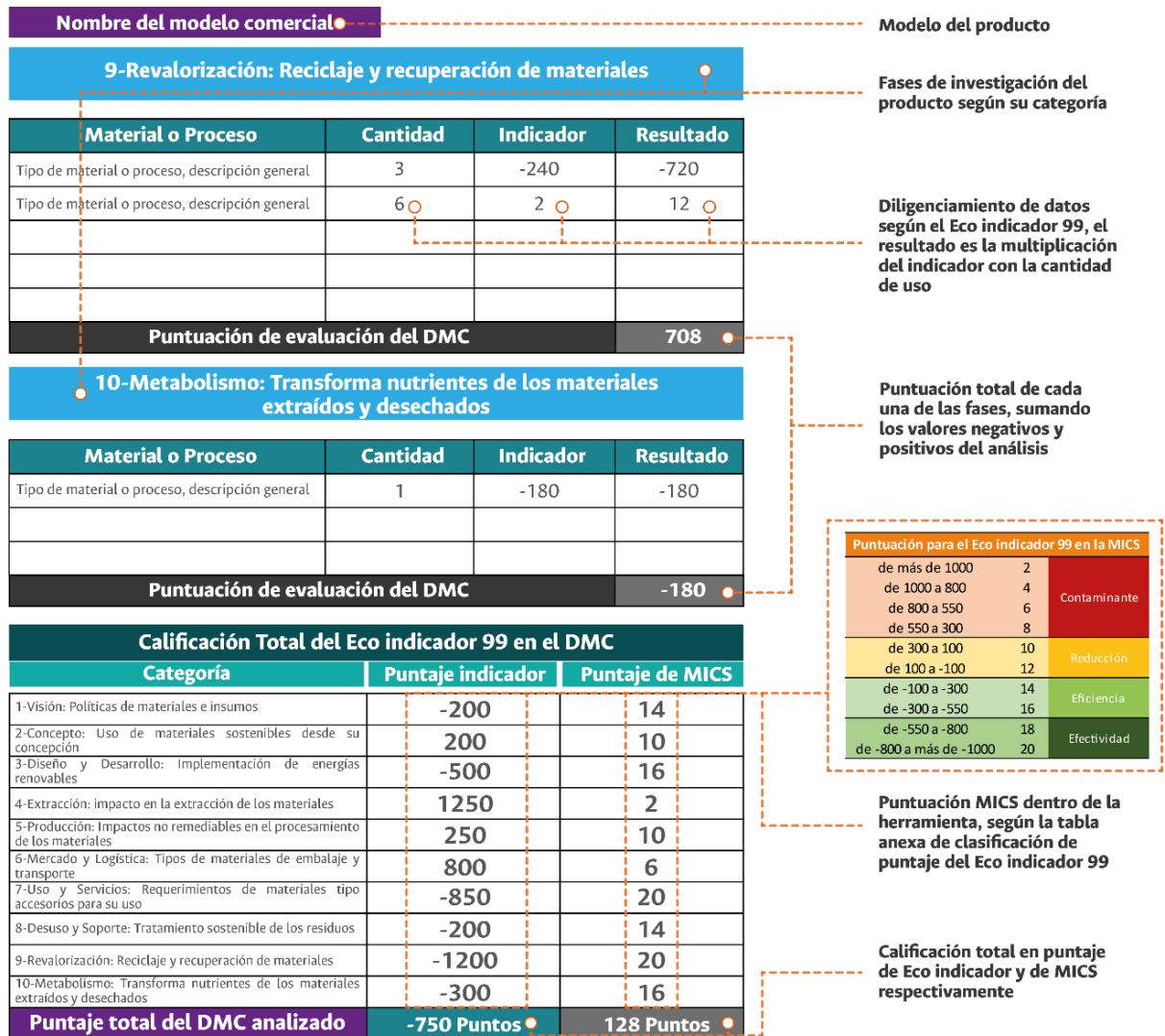
Puntuación para el Eco indicador 99 en la MICS		
de más de 1000	2	Contaminante
de 1000 a 800	4	
de 800 a 550	6	
de 550 a 300	8	
de 300 a 100	10	Reducción
de 100 a -100	12	
de -100 a -300	14	Eficiencia
de -300 a -550	16	
de -550 a -800	18	Efectividad
de -800 a más de -1000	20	

Con lo anterior, en la Figura 2-20 se presenta la guía para realizar la calificación total del Eco indicador 99 con la respectiva indicación en su puntuación. Asimismo, se crea una tabla que recopila la información obtenida en cada fase según la puntuación obtenida de la herramienta, de la cual, se realiza la equivalencia de puntaje general con la tabla de puntuación, para indicar su calificación según la MICS en el producto.

Este aspecto es importante, debido a la adaptación de un valor creado con el eco indicador 99, lo que permite focalizar el impacto que puede generar un producto. Si bien la herramienta por si sola puede dar puntajes en un rango menor de -1000 a uno mayor de +1000, no establece un nivel de impacto y de sustentabilidad en el producto, ya que solo presenta un dato numérico como resultado de la evaluación. Por esta razón, la tabla de puntuación MICS (Tabla 2-3) permite delimitar la información, con el objetivo de guiar al investigador en criterios más complejos en

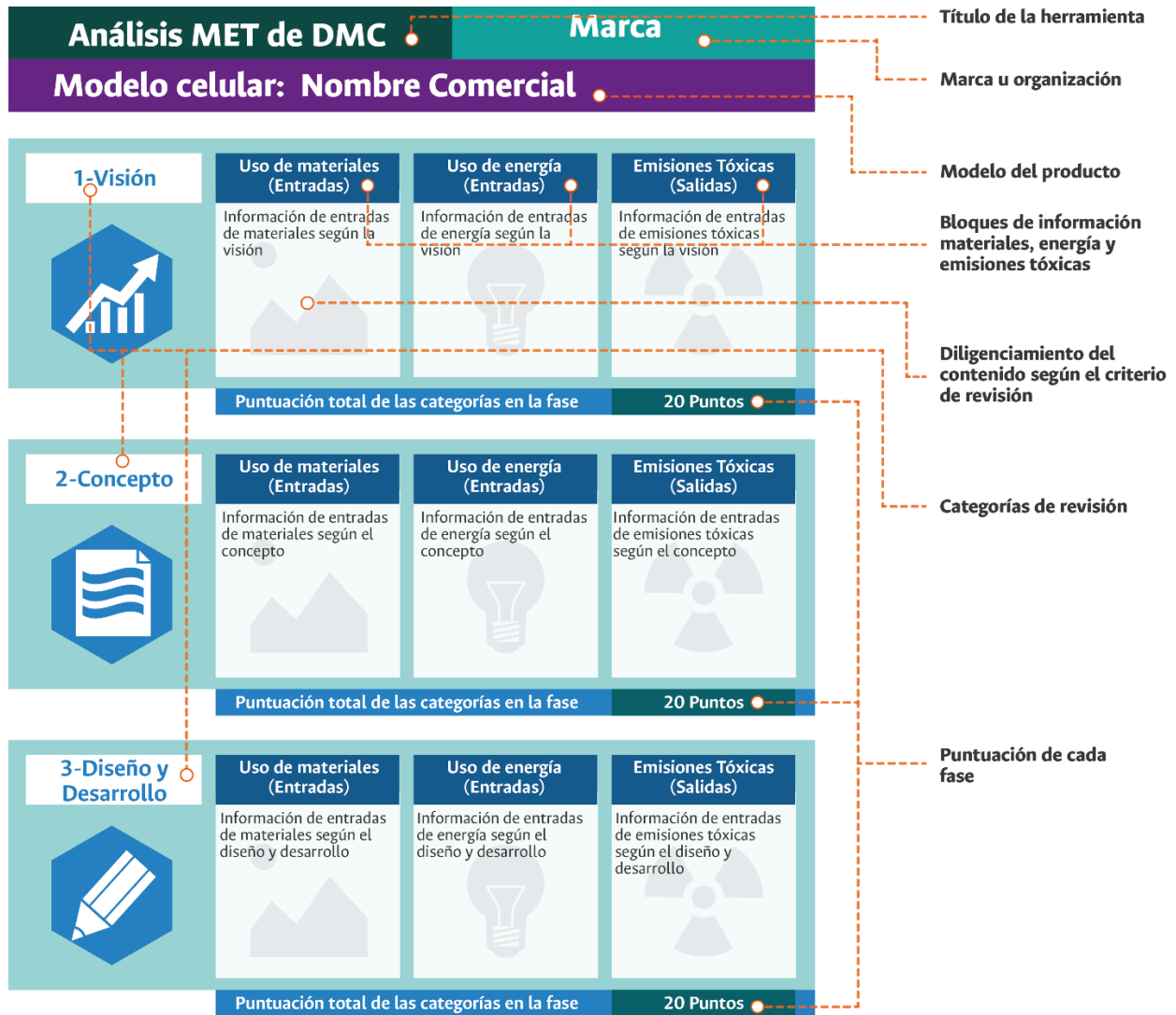
la realidad de un producto, con el fin de indicar los datos que representa la sustentabilidad de los DMC.

Figura 2-20: Guía de uso del Eco indicador 99 para el MICS, diligenciamiento y puntuación



- Matriz MET: al igual que las herramientas anteriores, se modifica los criterios de su calificación de tres etapas (Figura 2-21), a las diez fases en concordancia al MICS como medio de evaluación del producto. Asimismo, se estableció en cada fase dentro de la herramienta, la calificación obtenida según la interpretación de los datos obtenidos.

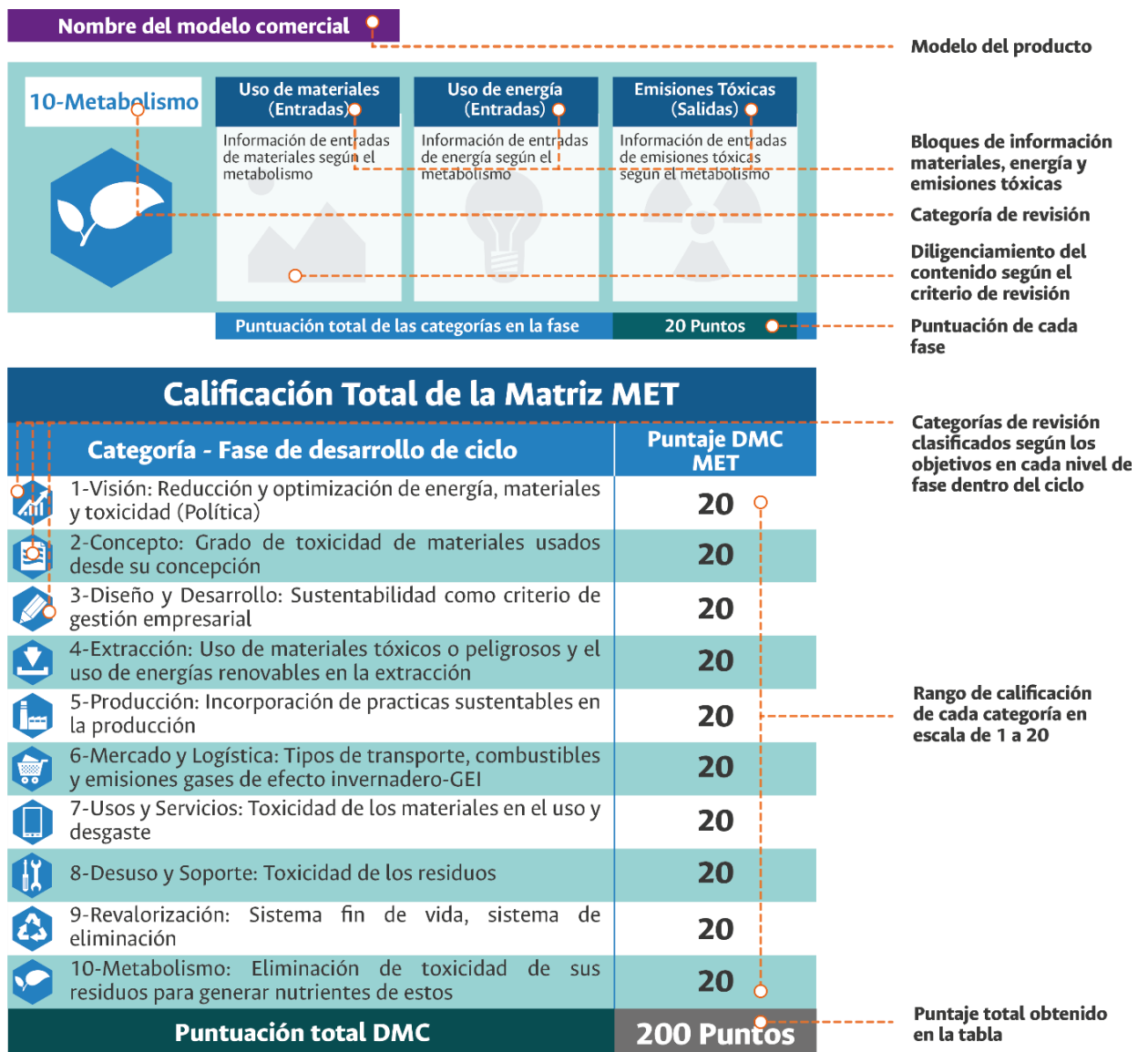
Figura 2-21: Guía de uso de la matriz MET para el MICS, aspectos generales



Con lo anterior, se integra una tabla de puntuación construida con las fases de la herramienta (Figura 2-22), con el fin de indicar al investigador cuales son los criterios de puntuación según las categorías de revisión y evaluación para la matriz MET en el MICS.

Este aspecto se desarrolla para centrar la información con variables cualitativas y cuantitativas dentro de la herramienta, ya que por sí sola, la matriz presenta información únicamente cualitativa y no un enfoque medible en el nivel de sustentabilidad de un producto, generando un aporte significativo a la complejidad que se desarrolla durante su ciclo.

Figura 2-22: Guía de uso de la matriz MET para el MICS, diligenciamiento y puntuación

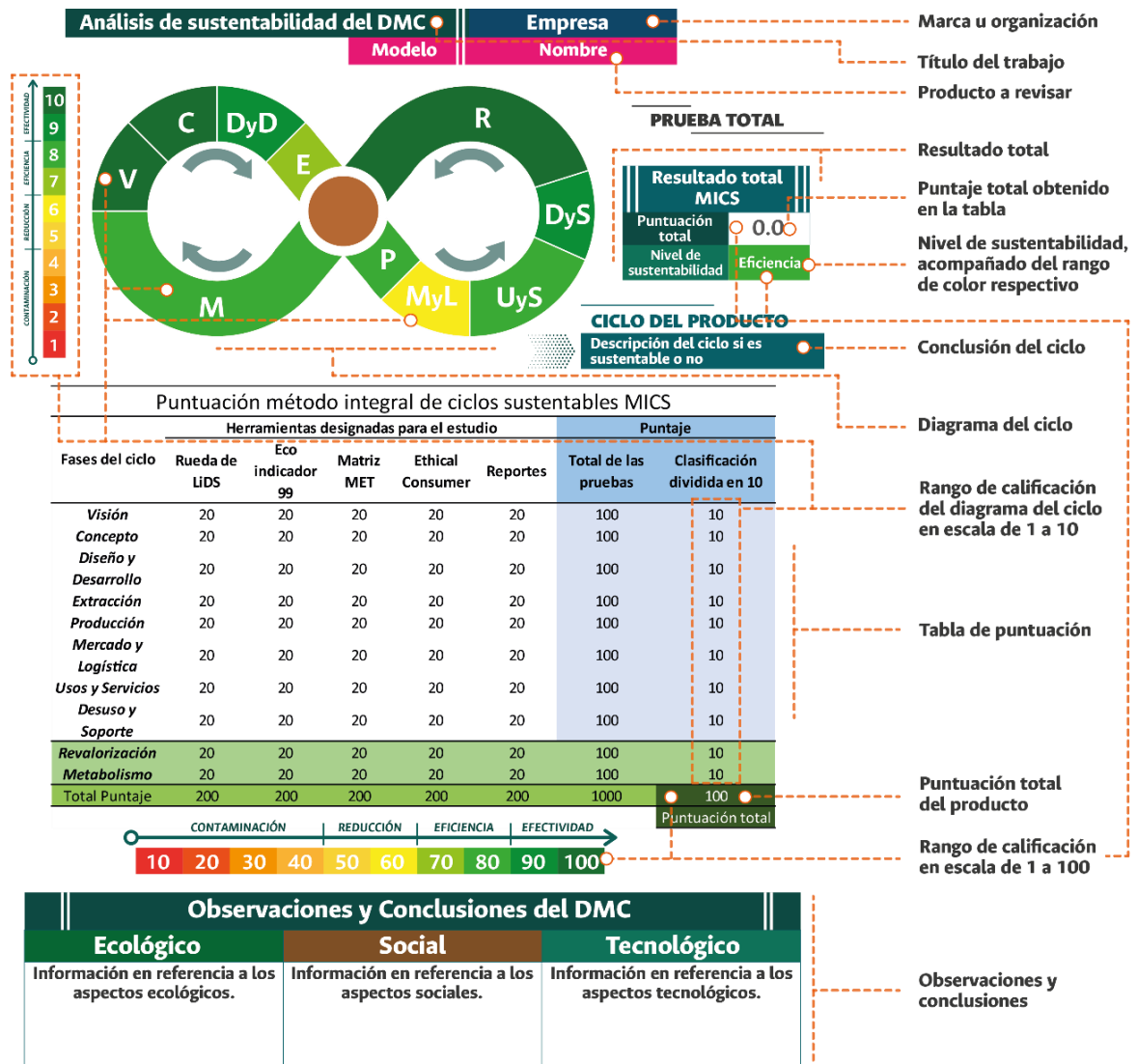


Estos ajustes son fundamentales para complementar y mejorar las herramientas, logrando determinar variables y perspectivas diferentes para su análisis y aplicación. Además, estas adaptaciones permiten proponer al MICS, opciones que fortalezcan las herramientas de sustentabilidad en el diseño y desarrollo de productos, como ruta para construir un portafolio de posibilidades en cuanto a calificaciones cualitativas y cuantitativas, a métodos que busquen un desarrollo a realidades complejas.

Incorporando estos cambios, se establece el formato de diligenciamiento del MICS que se presenta en la Figura 2-23, cuyo objetivo es guiar al lector sobre el funcionamiento del modelo del celular evaluado y su característica de uso. Este formato tiene las siguientes características:

- El producto evaluado es representado en franjas de colores dentro del diagrama del ciclo, indicando su nivel de sustentabilidad en cada fase haciendo uso de una paleta de colores para su identificación.
- La puntuación total del MICS se establece con el total definitivo en la tabla, lo que permitirá dar un rango de evaluación según su clasificación en la franja de colores.
- Es posible identificar a partir de la interpretación de la tabla y la pieza gráfica, si los procesos generan un ciclo cerrado (transformación de la energía) o abierto (desvío de la energía), para determinar si el ciclo es sustentable (de la cuna a la cuna) o no lo cumple (de la cuna a la tumba).
- El análisis busca generar conclusiones y observaciones de cada producto evaluado en tres escenarios: (a) ecológico, identificar sus acciones frente a los recursos naturales, especies que interactúan, impactos generados al ecosistema en sus fases, toxicidad y políticas sustentables, (b) social, acciones y políticas sociales dentro de cada fase, inclusión a diferentes etnias y LGBTQ+, derechos humanos y laborales, protección a la niñez, pago justo a sus trabajadores, trabajo forzado, actividades raciales y programas de educación en vías a la sustentabilidad, (c) tecnológico, reparación del producto, obsolescencia, innovación en proporción a la sustentabilidad y accesibilidad en el mercado para los usuarios.

Figura 2-23: Guía de lectura en el formato MICS, para el análisis de sustentabilidad de los dispositivos móviles celulares (DMC)



La tabla de calificación del MICS, se refuerza con la puntuación oficial de la revista Ethical Consumer en su edición 199 (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b), donde se presenta la evaluación de las empresas productoras de teléfonos móviles en el año 2022, por medio de una guía de compra para el consumidor (Figura 2-24). Este complemento de la tabla del MICS permite ayudar a comprender la situación actual de las organizaciones en términos de ética corporativa y sustentabilidad.

Figura 2-24: Calificación de guía de consumo de teléfonos móviles

USING THE TABLES		Ethiscore (out of 14 + 6 extra)	Environment					Animals		People			Politics			+ve		COMPANY GROUP				
Ethiscore: the higher the score, the better the company. Scored out of 14. Plus up to 1 extra point for Company Ethos and up to 5 extra points for Product Sustainability. Green (good) = 12+ Amber (average) = 11.5-5 Red (poor) = 4.5-0 ● = worst rating ○ = middle rating - = best rating/no criticisms found			Environmental Reporting	Climate Change	Pollution & Toxics	Habitats & Resources	Palm Oil	Animal Testing	Factory Farming	Animal Rights	Human Rights	Workers' Rights	Supply Chain Management	Irresponsible Marketing	Arms & Military Supply	Controversial Technologies	Boycott Call		Political Activity	Anti-Social Finance	Tax Conduct	Company Ethos
★	Fairphone 4 [TCO, S]	16.5																		☆	2	Fairphone B.V
★	Fairphone [S]	15.5																		☆	1	Fairphone B.V
	Realme GT2 & GT2 Pro [TCO]	8.5	●	●	●	●				●	●							○			1	BBK Electronics
	Teracube	8.5	○	●	●	●				●	●											Teracube Inc.
R	iPhone	8				○				●	●	○					●	●				Apple Inc
R	Nokia	8	●	●		●				●	●							○	○			HMD Global Oy
	Doro	7.5	●	●	●	●				●	●							○				Doro AB
	OnePlus	7.5	●	●	●	●				●	●								○			BBK Electronics
	Oppo	7.5	●	●	●	●				●	●								○			BBK Electronics
	Realme	7.5	●	●	●	●				●	●								○			BBK Electronics
	Alcatel	7	●	●	●	●				●	●							●				TCL Technology Group
	Motorola	7	●		○	○			○	●	○	○	○				●	●				Lenovo Group Limited
	TCL	7	●	●	●	●				●	●							●				TCL Technology Group
X	Google Pixel	5.5		●		○				●	●	●	●				●	●				Alphabet Inc, Google LLC
	HTC	5.5	●	●	●	●				●	○	●					○	○	●			HTC Corporation
	Huawei	5.5	○	●	●	●				●	○	●					●	○	●			Huawei Investment & Holding
	Sony Xperia	5.5	○		●				○	●	●	●	○				●	●	●			Sony Group Corporation
	ZTE	5.5	●	●	●	●				●	○	●						●	●			ZTE Corporation
X	Xiaomi	5	○	●	●	●				●	○	●					●	●	●			Xiaomi Corporation
X	Samsung Galaxy	4	○	○	○				○	●	●	●	●	●			●	●	●			Samsung Group

All the research behind these ratings is available for subscribers to see on the score tables on www.ethicalconsumer.org
 Definitions of all the categories are at www.ethicalconsumer.org/our-ethical-ratings
 [TCO] = TCO certified - see page 15. [S] = modular design for repairability

Best Buys are decided by the editorial team based on the research we have undertaken, the scoring system and the unique insight into the issues that our editorial team has. 9 times out of 10 this will be the brand (or brands) that are top of the table but sometimes an ethical company which is truly innovative scores less well on our rigid scoring system and we use the Best Buy and Recommended section to acknowledge this. A company cannot be a Best Buy if it scores worst for Supply Chain Management but it can be a Recommended brand.

Fuente: Ethical Consumer Research Association Ltd. (2022).

2.7 Propuestas potenciales de la metodología MICS

Con lo presentado anteriormente, el desarrollo de este método permite generar diferentes líneas inter y transdisciplinarias según los ejes de investigación elaborados. Para esto, se resalta la importancia de su flexibilidad y adaptabilidad a diferentes herramientas y criterios de uso, en diferentes profesiones que permitan construir el MICS hacia un producto sustentable en común.

Un ejemplo de uso puede ser tomado en el mismo contexto de los DMC, donde existen afectaciones a las especies de gorila de montaña, principalmente a la especie *Grauger* o *Graugeri*, considerada en vía de extinción por la inestabilidad política en la República Democrática del Congo, afectaciones en su caza para abastecer a los mineros y enfermedades que padecen, al estar en contacto con los humanos (Fairphone, 2017; Greenpeace, 2017; Tascón et al., 2017).

Frente a este escenario, la MICS ofrece la capacidad de vincular herramientas de investigación por parte de antropólogos, biólogos y profesionales en conservación, para dar un análisis complementario en el ciclo de procesos de los DMC, ofreciendo la posibilidad de construir con las empresas desarrolladoras de celulares, planes de recuperación y conservación de una especie en vía de extinción, en las regiones que son afectadas por la minería de metales usados para la construcción de los DMC.

Con el ejemplo anterior, la construcción de la MICS permite generar estudios de mayor complejidad en áreas de la sustentabilidad, en proporción a la cantidad de información, investigación y puntuación realizada, hacia el desarrollo de nuevos productos y/o servicios sustentables. Igualmente, esta información que se obtiene por parte de las empresas y sus filiales debe contrastada con diferentes fuentes de información que tengan otras perspectivas, con el objetivo de identificar, analizar y construir procesos sustentables, hacia un fin común para las generaciones actuales y futuras del planeta.

2.8 Conclusiones

En el transcurso del capítulo se identificaron las herramientas que son usadas para realizar el análisis de sustentabilidad dentro del área del diseño, estas metodologías permiten vincular y generar adaptaciones, para la búsqueda de un estudio sustentable y efectivo de un producto.

Se propusieron adaptaciones de las herramientas para dar un mejor análisis en el estudio, para dar la oportunidad de entregar aportes y criterios profesionales, desde una perspectiva que logre construir realidades complejas en torno a las problemáticas ambientales existentes y futuras del ciclo de un producto.

Para comprender que los procesos de sustentabilidad actuales tienen un enfoque desarrollado en la eficiencia, es fundamental gestionar técnicas que vinculen la complejidad ambiental propia de los procesos e interrelaciones que se generan entre los participantes tanto directos como indirectos, en la resolución de un producto lo cual posibilita dar los primeros pasos hacia la transición efectiva sustentable.

En este proceso fue muy importante estudiar, analizar y comprender los diferentes conceptos sobre lo ambiental, si se pretende construir lineamientos enfocados a la complejidad del planeta, dando oportunidades de generar conexiones inter y transdisciplinarias dentro de la diversidad ecosistémica y social.

3. Construcción e implementación del MICS en los DMC

Para desarrollar el análisis de sustentabilidad aplicando el Método Integral de Ciclos Sustentables (MICS), se seleccionaron tres modelos de DMC para los cuales fuera posible identificar sus procesos en términos de la efectividad sustentable y evaluar si estas marcas de DMC en sus ciclos, desarrollaban objetivos hacia la gestión empresarial sustentable.

Con este análisis se pretende lograr una mejor comprensión de la complejidad y las implicaciones sociales, ecológicas y tecnológicas del ciclo productivo, la responsabilidad ambiental del productor y el consumidor, la ética empresarial a la par que se pretende tener una mejor comprensión del consumo masivo de estas marcas de DMC.

En la primera parte de este capítulo se presentan los criterios que se tuvieron en cuenta para seleccionar las tres marcas de DMC a las cuales se les aplicó el MICS. En la segunda parte se describe en forma detallada los ajustes realizados a cada una de las herramientas utilizadas para el análisis de sostenibilidad en el diseño y desarrollo de productos, en términos de los procedimientos de puntuación y escalas para calificar la sustentabilidad del producto. Finalmente, en la tercera parte se describe el proceso de aplicación del MICS a las tres marcas de DMC seleccionados para el presente estudio.

3.1 Criterios para la selección de las marcas de celulares para la aplicación del análisis de sustentabilidad

En el proceso de ejecución del análisis de sustentabilidad de los DMC, se seleccionaron tres modelos de celulares a los cuales se les aplicará la metodología MICS, se identificaron las variables y criterios que determinan las empresas al desarrollar un producto dentro de la red de actividades, como la forma de gestionar un producto en vías hacia la sustentabilidad.

Para seleccionar los modelos de las marcas analizadas (previamente en el capítulo uno), se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones: (a) que el modelo de celular hubiera sido sacado al mercado el 2021 al 2022, (b) que el modelo posea las mejores características funcionales, tecnológicas y de innovación, (c) que sea un modelo recomendado en diferentes medios de comunicación enfocadas en la tecnología (Cnet, 2023; The Verge, 2023; Tom's Guide, 2023; Xataka, 2022).

Con esta selección se buscaba proyectar su relación de desarrollo sustentable con los demás modelos subsecuentes (los diferentes modelos según su línea y series de consumo), para demostrar la participación de la empresa no solo en un producto (el mejor de su marca) sino en las demás series, como parte de su nivel de compromiso en la sustentabilidad. A continuación, se presentan para el análisis los modelos de celular seleccionados bajo los criterios presentados anteriormente.

3.1.1 Samsung y su serie Galaxy S22 Ultra, como emblema de una marca de mayor consumo de los DMC

El modelo Galaxy S22 Ultra estrenado en el año 2022 (Figura 3-1), es un producto que ofrece diferentes servicios relacionados con el consumo de redes sociales y de alta fidelidad de la cámara con las siguientes características principales:

- Pantalla de 6.8 pulgadas con resolución 3088x1440.
- Cámara principal de 108 y frontal de 40 Mega Píxeles.
- Memoria RAM de 12 GB y disco duro de 256 GB.
- Procesador de ocho núcleos de 2.99GHz.
- Precio aproximado a la fecha de USD \$920.

Este modelo representa el desarrollo y avance de la marca Samsung en términos de innovación tecnológica y acceso en el mercado para el consumidor a nivel global, ofreciendo un portafolio de accesorios, servicios de uso y aplicaciones digitales para cualquier necesidad que requiera el usuario (Samsung Electronics, 2021a, 2022e).

El celular se ha publicitado en diferentes medios de comunicación, redes sociales, televisión, radio y plataformas de video en diferentes lugares del mundo, generando un alto impacto de participación de la marca al igual que su reconocimiento por parte del público (Euromonitor International, 2022a, 2022b; Samsung Electronics, 2022a).

Figura 3-1: Modelo Samsung S22 Ultra



Fuente: Adaptado de *Especificaciones Galaxy S22 ultra*, por Samsung Electronics (2022), (<https://www.samsung.com/co/smartphones/galaxy-s22-ultra/specs/>). CC BY 2.0.

3.1.2 Fairphone y su modelo Fairphone 4, como símbolo de sustentabilidad y comercio justo

El modelo de la compañía Fairphone sacado al mercado en el año 2021 (Figura 3-2), es un producto que no solo ofrece diferentes servicios, sino también busca informar al consumidor sobre el origen de los materiales usados para su producción, su gestión social en los derechos humanos, protección a la población infantil y pago justo a los trabajadores, con las siguientes características físicas del dispositivo móvil:

- Pantalla de 6.3 pulgadas con resolución 1080x2340.
- Cámara principal de 48 y frontal de 25 Mega Pixeles.
- Memoria RAM de 8 GB y disco duro de 256 GB.
- Procesador de ocho núcleos de 2.20GHz.
- Precio aproximado a la fecha de USD \$628.

El modelo móvil representa el avance de la innovación social en aspectos que van más allá del producto, con este dispositivo se pretende ofrecer un mensaje de responsabilidad corporativa de sus procesos a los consumidores, a su vez que se invita a la participación de estos por medio de la recuperación de los residuos y un soporte especializado, cuyo objetivo es incentivar la responsabilidad del usuario como avance en la innovación ecológica.

En el caso de esta marca, la publicidad ha sido direccionada a un nicho de mercado, limitando la información de su producto solo en países de la región europea y siendo desconocido para las demás regiones del mundo, no obstante, ha desarrollado campañas de información de la procedencia y fin del ciclo de los DMC, como la colaboración en la plataforma virtual WaterBear cuyo documental titulado *Behind the Screens* (2022), explican las implicaciones de consumo irresponsable de los DMC (Fairphone, 2021c; Fairphone & WaterBear, 2022; Fairtrade, 2019; Forti et al., 2020; The Dragon Initiative & Fairphone, 2017).

Figura 3-2: Modelo Fairphone 4



Fuente: Adaptado de *Fairphone 4 especificaciones*, por Fairphone (2022), (<https://shop.fairphone.com/es/>). CC BY 2.0.

3.1.3 Apple y su serie iPhone 14 Pro Max, como emblema de productos para usuarios exclusivos y diferentes

Con el lanzamiento del modelo iPhone 14 Pro Max, la compañía Apple entrega un producto con un alto desarrollo de innovación tecnológica, al igual que ofrece servicios exclusivos de la plataforma iOS (sistema operativo de la empresa, aunque ofrece la posibilidad de instalar sistema Android para sus productos), este dispositivo posee las siguientes características:

- Pantalla de 6.7 pulgadas con resolución 2796x1290.
- Cámara principal de 48 y frontal de 12 Mega Píxeles.
- Memoria RAM de 6 GB y disco duro de 1 TB.
- Procesador de seis núcleos de 3.00MHz.
- Precio aproximado a la fecha de USD \$1099.

El producto representa el avance de la compañía en desarrollo tecnológico, acceso a los consumidores a nivel global y experiencias de marca, generando un interés a los usuarios por el significado que representa el dispositivo, dando un mensaje de identidad al mercado frente a sus competidores.

Su desarrollo publicitario (al igual que Samsung) se ha dado en diferentes medios de comunicación, redes sociales, televisión, radio y plataformas de video, como escenario competitivo (directamente con Samsung) en generar el mayor interés de los usuarios hacia su marca.

Figura 3-3: Modelo Apple iPhone 14 Pro Max



Fuente: Adaptado de *iPhone 14 Pro Max specs*, por Apple Inc. (2022), (<https://www.apple.com/iphone-14-pro/specs/>). CC BY 2.0.

3.2 Aplicación del MICS al modelo de celular Samsung Galaxy S22 Ultra

Para aplicar el MICS al modelo Galaxy S22 Ultra, se utilizaron los datos obtenidos por la misma empresa, al igual que la información recopilada de fuentes externas y artículos que complementan el estudio del dispositivo, a continuación, se presentan los análisis obtenidos y el resultado final de la aplicación del MICS:

- Rueda de LiDS: en la Figura 3-4, se presentan los resultados de la evaluación del dispositivo según los lineamientos de sustentabilidad, donde se detecta que el producto tiene una puntuación de 127 sobre 200. Este puntaje se deriva de sus fortalezas en el diseño y desarrollo de productos en innovación tecnológica, y en su concepto de producto reflejado en la publicidad y el acceso de mercado. En contraposición, existen falencias en el desuso y soporte a causa de su bajo nivel de reparación, adicionalmente su producto no genera un mensaje hacia la transición sustentable (Euromonitor International, 2022c; iFixit, 2022b; Samsung Electronics, 2021a).
- Eco indicador 99: se observa que la compañía desarrolla programas y políticas enfocadas en la sustentabilidad de los materiales. Sin embargo, en la fase de extracción de los insumos se presenta falencias debido a la alta carga ambiental que se requiere para obtener algunas de las materias primas. La fase de mercadeo y logística presenta un puntaje alto en el tema de la contaminación, debido al transporte del producto hasta los diferentes puntos de venta. En la fase de usos y servicios, su puntaje se eleva a causa del contenido que viene en la caja del producto, donde se entrega únicamente el celular y el cable de datos, forzando al consumidor comprar accesorios importantes como el cargador, el estuche protector (carcasa), pantalla protectora y audífonos, generando una carga ambiental de los empaques por separado del producto, ver Figuras 3-5 al 3-8 (Samsung Electronics, 2020, 2022e, 2022c, 2022g).
- Matriz MET: en el caso de esta marca, la empresa demuestra con su producto, un mensaje de sustentabilidad a los consumidores en sus reportes públicos, donde informan sus acciones políticas en la reducción de contaminantes nocivos para la industria, tales como limpiadores y desengrasantes para los equipos en las

Figura 3-4: Diagrama rueda de LiDS celular Samsung Galaxy S22 Ultra

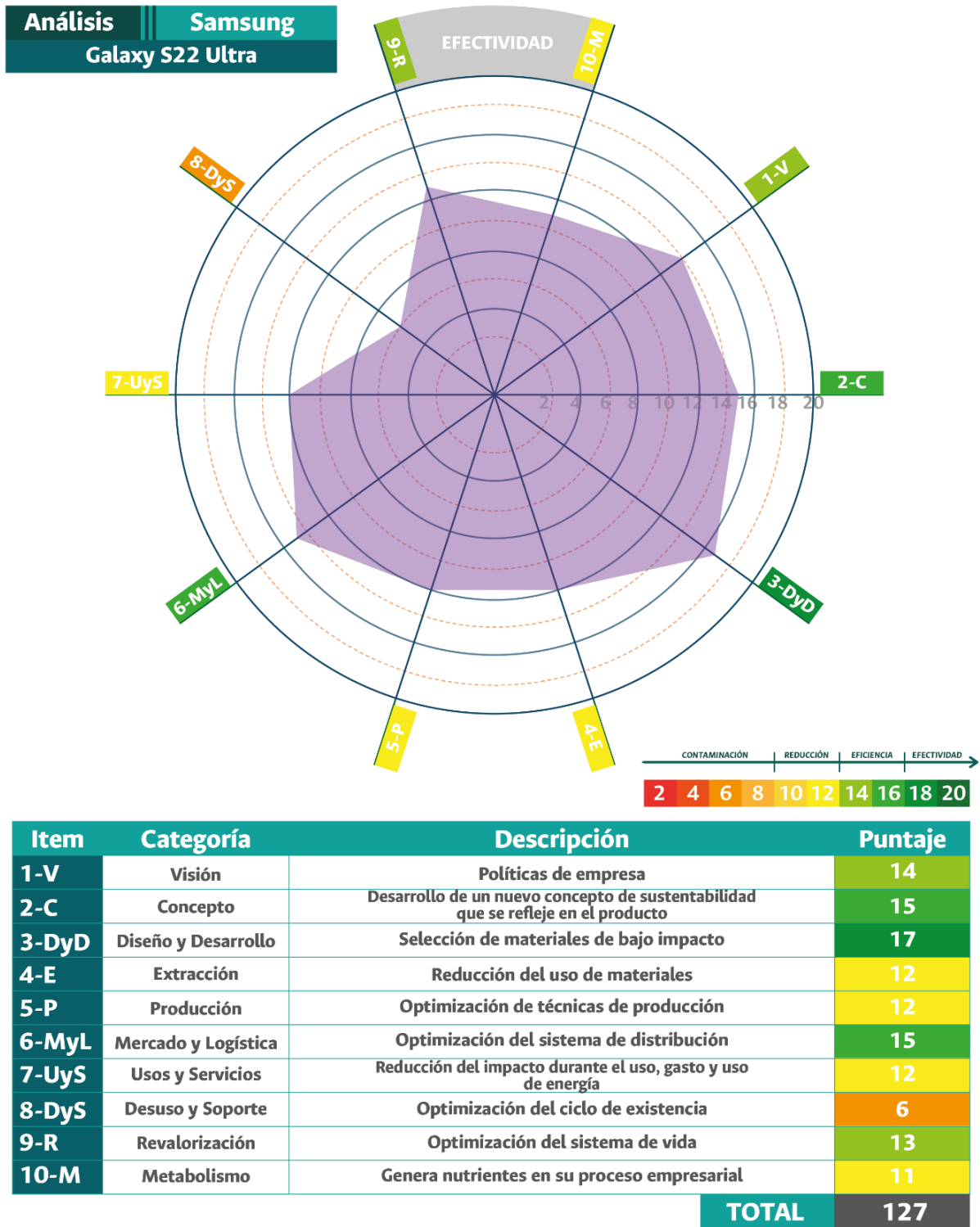


Figura 3-5: Eco Indicador 99 Galaxy S22 Ultra, V-C-DyD

Modelo	Galaxy S22 Ultra	Proyecto	Ciclo MICS
Marca	Samsung	Autor	Gustavo Rincón
Notas y Conclusiones	El análisis se determinó con los accesorios principales (cargador, carcasa, pantalla y audífonos) se venden por separado, y se da un acercamiento aproximado de sus procesos en la fase de producción y revalorización.		
1-Visión: Políticas de materiales e insumos			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Política de reciclado de plásticos para los materiales del producto	1	-210	-210
Política de energías renovables en producción	1	-350	-350
Políticas de reducción de químicos en su producción de DMC	1	-210	-210
Políticas de materiales e insumos renovables	1	-320	-320
Puntuación de evaluación del DMC			-1090
2-Concepto: Uso de materiales sostenibles desde su concepción			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Polícloruro de vinilo PVC flexible	1	240	240
Reciclado de Policetona PK	1	-210	-210
Puntuación de evaluación del DMC			30
3-Diseño y Desarrollo: Implementación de energías renovables			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Techo Solar m-Si	100	7,2	720
Puntuación de evaluación del DMC			720

Figura 3-6: Eco Indicador 99 Galaxy S22 Ultra, E-P

Samsung-Galaxy S22 Ultra

4-Extracción: impacto en la extracción de los materiales

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Extracción de zinc	1	3200	3200
Extracción de cobre	1	1400	1400
Extracción de plomo	1	640	640
Extracción de níquel enriquecido	1	5200	5200
Extracción de aluminio sin reciclar	1	780	780
Puntuación de evaluación del DMC			11220

5-Producción: Impactos no remediables en el procesamiento de los materiales

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Moldeado por presión	3	6,4	192
Electricidad AV Europa (UCPTE)	10	22	220
Productos químicos inorgánicos	2	55	110
Polipropileno Glicol PPG	2	200	400
Moldeado por inyección -2	1	44	44
Soldadura ultrasónica	10	0,098	0,98
Moldeo o conformado por vacío	1	6,4	6,4
Poliestireno PS (GPPS)	1	9,1	9,1
Reciclado de Poliestireno PS	1	-240	-240
Puntuación de evaluación del DMC			748,48

Figura 3-7: Eco Indicador 99 Galaxy S22 Ultra, MyL-UyS-DyS

Samsung-Galaxy S22 Ultra**6-Mercado y Logística: Tipos de materiales de embalaje y transporte**

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Cartón de embalaje	2	69	138
Papel	3	96	288
Camión de 28 toneladas	5	22	110
Buque carguero oceánico	1	1,1	1,1
Transporte aéreo intercontinental	1	80	80
Puntuación de evaluación del DMC			617,1

7-Usos y Servicios: Requerimientos de materiales tipo accesorios para su uso

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Papel, en accesorios	3	96	288
Poliestireno PS (GPPS), productos accesorios	2	9,1	18,2
Cartón de embalaje, cajas de accesorios	5	69	345
Electricidad BV Europa (UCPTE), adaptador	1	26	26
Acrilonitrilo butadieno estireno ABS, carcasa para protección del celular	1	400	400
Empaque ecológico, papel reciclado	3	-70	-210
Puntuación de evaluación del DMC			867,2

8-Desuso y Soporte: Tratamiento sostenible de los residuos

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Residuos urbanos Poliestireno PS	3	2	6
Vertederos de aluminio	1	1,4	1,4
Residuos urbanos cartón	7	0,74	5,18
Residuos urbanos papel	6	0,71	4,26
Puntuación de evaluación del DMC			16,84

Figura 3-8: Eco Indicador 99 Galaxy S22 Ultra, R-M y puntaje final

Samsung-Galaxy S22 Ultra			
9-Revalorización: Reciclaje y recuperación de materiales			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Reciclado de Poliestireno PS	3	-240	-720
Reciclado de papel	6	-1,2	-7,2
Reciclado de cartón	7	-8,5	-59,5
Reciclado de metales de hierro	4	-70	-280
Puntuación de evaluación del DMC			-1066,7
10-Metabolismo: Transforma nutrientes de los materiales extraídos y desechados			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Etiqueta de huella de carbono en su producto	1	-180	-180
Materiales de post-consumo en el uso del Plástico aplicado a los módulos de altavoces	1	-120	-120
Puntuación de evaluación del DMC			-300
Calificación Total del Eco indicador 99 en el DMC			
Categoría	Puntaje indicador	Puntaje de MICS	
1-Visión: Políticas de materiales e insumos	-1090	20	
2-Concepto: Uso de materiales sostenibles desde su concepción	30	12	
3-Diseño y Desarrollo: Implementación de energías renovables	720	6	
4-Extracción: impacto en la extracción de los materiales	11220	2	
5-Producción: Impactos no remediables en el procesamiento de los materiales	748,48	6	
6-Mercado y Logística: Tipos de materiales de embalaje y transporte	617,1	6	
7-Uso y Servicios: Requerimientos de materiales tipo accesorios para su uso	867,2	4	
8-Desuso y Soporte: Tratamiento sostenible de los residuos	16,84	12	
9-Revalorización: Reciclaje y recuperación de materiales	-1066,7	20	
10-Metabolismo: Transforma nutrientes de los materiales extraídos y desechados	-300	16	
Puntaje total del DMC analizado	11762,92 Puntos	104 Puntos	

ensambladoras, reducción de químicos tóxicos para los trabajadores, reducción de los residuos electrónicos en sus tiendas, productos con materiales reciclados al igual que empaques hechos a base de papel, programas de fortalecimiento en la innovación sustentable y preservación de las reservas hídricas en Corea (sede principal de Samsung), el seguimiento de los minerales en países en conflicto con su listado de proveedores e investigaciones sobre sus materiales, y el cumplimiento de 12 de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) ver Figuras 3-9 al 3-12 (Samsung Electronics, 2021a, 2022b).

Sin embargo, a partir del análisis de los reportes de Samsung y en la revisión de la herramienta MET, se observa que la organización se enfoca en desarrollar acciones sustentables dentro de la empresa, principalmente en las ensambladoras y sedes de producción en Corea. Otra deficiencia que se observa es la escasa información acerca de sus proveedores dentro de las cadenas de suministros, principalmente de las empresas aliadas que trabajan en la producción de los dispositivos (como China y Taiwán), esto genera incertidumbre frente a las acciones que ofrece la compañía en términos de sustentabilidad social (Samsung Electronics, 2022a, 2022i).

El producto Galaxy S22 Ultra contiene un reporte resumido del análisis del ciclo de vida (sigla LCA), en el cual informa sobre el impacto tóxico que puede generar su dispositivo en diferentes escenarios, lo que demuestra un elevado impacto ambiental en sus procesos productivos, como en su conversión en residuo electrónico. Aunque la marca ofrece un portafolio de empaques enfocados hacia la sustentabilidad ecológica, igualmente sus procesos productivos como los de mercado, se enfocan en vender las piezas principales del producto por separado, implicando más desgaste energético de procesos en el embalaje y sellado del DMC (Samsung Electronics, 2022c).

El modelo presenta falencias en la sustentabilidad tecnológica principalmente en la facilidad de sus reparaciones, generando un mayor esfuerzo en los operarios técnicos hacia la recuperación del producto, a su vez, su soporte técnico está limitado en su garantía de un año de servicio, como su proyección de ciclo de existencia del producto por un periodo de tres años (como lo explica en su reporte de LCA); el modelo presenta ausencia de informes técnicos detallados de su

producto (siendo este inaugurado en el mes de abril del 2022), ocasionando que la información de su mejor celular, quede a la deriva para su recuperación (iFixit, 2022b; Samsung Electronics, 2021a, 2022f, 2022d, 2021b, 2022e, 2022c, 2022b, 2022h, 2022g, 2022j, 2022i).

Para la definición de sustentabilidad del modelo Samsung S22 Ultra, se integró la siguiente información: la evaluación los conceptos de revisión de la revista Ethical Consumer (Figura 2-24), los reportes empresariales, ambientales, las evaluaciones de terceros y de organizaciones no gubernamentales (ONG) entre otros medios de información, obtuvo la siguiente información con relación al nivel de sustentabilidad del producto:

- Ethical Consumer: en el caso de la empresa Samsung, la puntuación obtenida en el total de sus fases fue de 82 puntos de 200 posibles debido a lo siguiente: (a) a pesar de que la empresa realiza controles de seguridad y seguimiento a los minerales que utiliza como insumos y están ubicados en zonas de conflicto, persiste la incertidumbre sobre la procedencia (legal o ilegal) y sobre los impactos generados por la explotación de estos minerales en las regiones de origen, debido al contrabando de estos minerales procedentes de diferentes minas que pueden estar en investigación (amarilla), o en conflicto (roja), generando vacíos de información sobre la verdadera procedencia de estos insumos, (b) los reportes empresariales de la organización se enfocan en informar sobre el estado social de las minas en conflicto, no hay evidencia sobre los impactos ecosistémicos que se generan debido a la extracción o apoyos a la recuperación forestal en la región de la RDC, (c) Samsung suministra varios productos a las empresas militares como medio de seguridad y defensa para realizar misiones en zonas tácticas, tales como móviles y ordenadores entre otros, esto generó para el director ejecutivo de la empresa más de £ 7 millones en 2021, (d) la empresa no informa sobre la actividad laboral de los empleados uigures, donde se encuentra afectaciones de los derechos laborales y humanos en las sedes ensambladoras de China, (e) en la producción, se mantiene el uso de químicos tóxicos como el policloruro de vinilo (PVC) y los retardantes de llama bromados (BFR), generando afectaciones a la salud no solo de los trabajadores de planta, sino también en las zonas de incineraciones artesanales de las regiones de África, donde la población adulta e infantil sufre el mayor daño (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b).

Figura 3-9: Análisis MET Galaxy S22 Ultra V-C-DyD

Análisis MET de DMC		Samsung	
Modelo celular: Galaxy S22 Ultra			
1-Visión 	Uso de materiales (Entradas) -Política para el reciclaje de plásticos y reutilización. -Política en reutilizar materiales renovables.	Uso de energía (Entradas) -Política de uso de energía renovable en paneles solares. -Cumplimiento del séptimo objetivo de desarrollo sostenible: Energías renovables para la lucha al cambio climático	Emisiones Tóxicas (Salidas) -Política de reducción de químicos en la producción de los celulares, al igual que el uso de químicos seguros para los trabajadores. -Desarrollan controles en base a las regulaciones REACH para sustancias extremadamente preocupantes de la Unión Europea.
	Puntuación total de las categorías en la fase		
2-Concepto 	Uso de materiales (Entradas) -Los productos y envases fabricados y/o suministrados no contienen en su mayoría, las 12 sustancias incluidas en la lista de sustancias candidatas de REACH en concentraciones superiores al 0,1% en peso por artículo.	Uso de energía (Entradas) -Energía eléctrica de plantas a base de carbón. -Energía eléctrica de plantas de hidroeléctricas. -Energía de paneles solares.	Emisiones Tóxicas (Salidas) -Prohibición en el uso de 2 sustancias: Benceno y n-Hexano. -Restricción de 23 sustancias en uso de limpieza y desengrasante de productos electrónicos en la fase de producción y logística.
	Puntuación total de las categorías en la fase		
3-Diseño y Desarrollo 	Uso de materiales (Entradas) -Productos equipados con plásticos reciclados, provenientes del océano, como botellas de PET y redes de pesca desechadas, entre otros. -Desarrollo de Eco-Packaging como medio de reciclaje de artículos pequeños.	Uso de energía (Entradas) -SmartThings Energy Service, está diseñado para ayudar a reducir el consumo de energía mediante el uso de un modo de ahorro, basado en la inteligencia artificial.	Emisiones Tóxicas (Salidas) -Expansión de los sitios comerciales con la certificación de cero residuos al vertedero
	Puntuación total de las categorías en la fase		

Figura 3-10: Análisis MET Galaxy S22 Ultra E-P-MyL

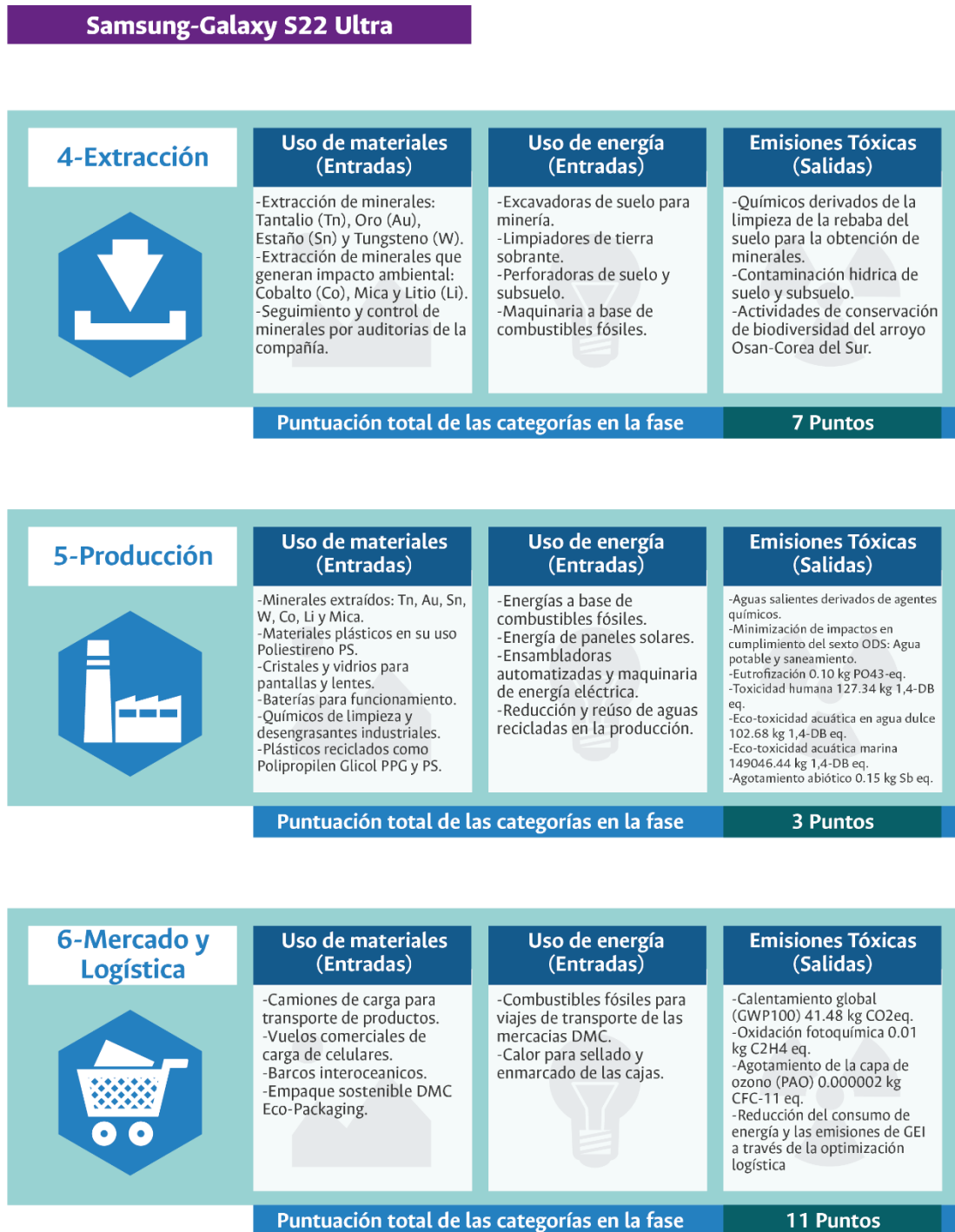


Figura 3-11: Análisis MET Galaxy S22 UyS-DyS-R

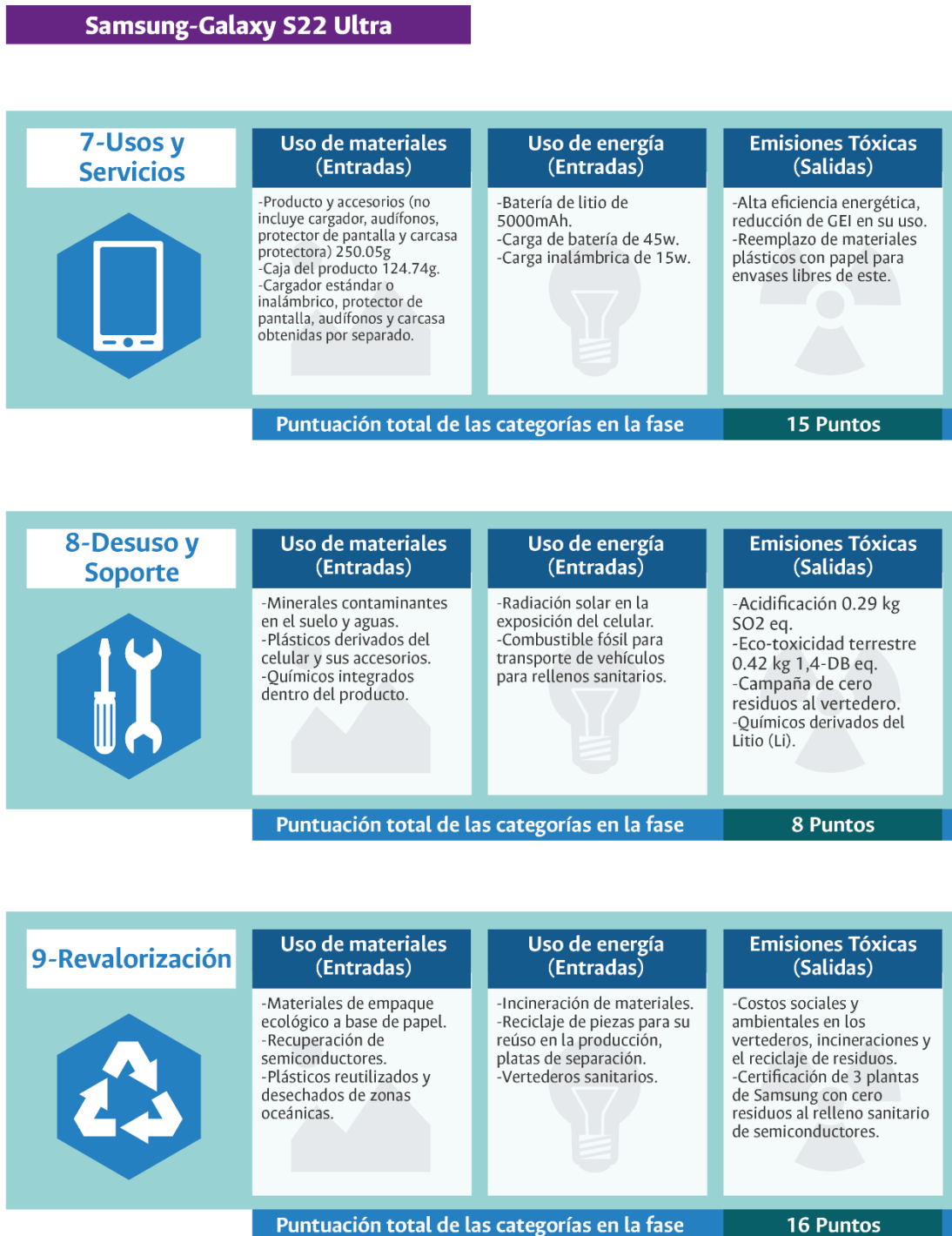




Figura 3-12: Análisis MET Galaxy S22 M y puntuación total

Samsung-Galaxy S22 Ultra			
10-Metabolismo 	Uso de materiales (Entradas) -Reducción de materiales plásticos y sus derivados. -Reutilización de materiales derivados del océano. -Nuevos insumos sustentables. -Desarrollo de programas: C-Lab, soporte de fábrica inteligente e iniciativa de Cultivo de Tecnología Futura en Corea.	Uso de energía (Entradas) -Desarrollo a futuro de vehículos de transporte eléctricos. -Ampliación de plantas de energía renovable. 	Emisiones Tóxicas (Salidas) -Recuperación y preservación de ecosistemas acuáticos. -Estrategias en el cumplimiento de 12 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). -Programas de aprendizaje: resuelve para el mañana y el campus de Innovación. -Puntuación baja de reparabilidad IFIXIT 3/10.
Puntuación total de las categorías en la fase			9 Puntos











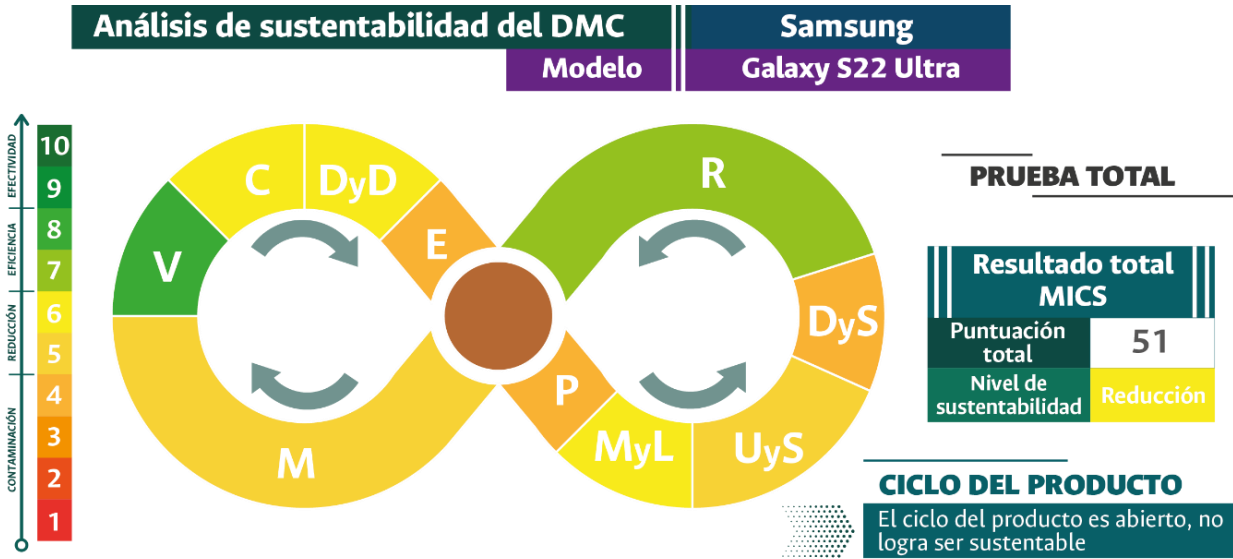
Calificación Total de la Matriz MET	
Categoría - Fase de desarrollo de ciclo	Puntaje DMC MET
 1-Visión: Reducción y optimización de energía, materiales y toxicidad (Política)	16
 2-Concepto: Grado de toxicidad de materiales usados desde su concepción	12
 3-Diseño y Desarrollo: Sustentabilidad como criterio de gestión empresarial	18
 4-Extracción: Uso de materiales tóxicos o peligrosos y el uso de energías renovables en la extracción	7
 5-Producción: Incorporación de practicas sustentables en la producción	3
 6-Mercado y Logística: Tipos de transporte, combustibles y emisiones gases de efecto invernadero-GEI	11
 7-Usos y Servicios: Toxicidad de los materiales en el uso y desgaste	15
 8-Desuso y Soporte: Toxicidad de los residuos	8
 9-Revalorización: Sistema fin de vida, sistema de eliminación	16
 10-Metabolismo: Eliminación de toxicidad de sus residuos para generar nutrientes de estos	9
Puntuación total DMC	115 Puntos

Figura 3-13: Análisis definitivo MICS del modelo Samsung Galaxy S22 Ultra



Puntuación general Samsung Galaxy S22 Ultra							
Fases del ciclo	Herramientas designadas para el estudio					Puntaje	
	Rueda de LiDS	Eco indicador 99	Matriz MET	Ethical Consumer	Reportes	Total de las pruebas	Clasificación dividida en 10
<i>Visión</i>	14	20	16	7	12	69	6.9
<i>Concepto</i>	15	12	12	5	11	55	5.5
<i>Diseño y Desarrollo</i>	17	6	18	9	9	59	5.9
<i>Extracción</i>	12	2	7	7	8	36	3.6
<i>Producción</i>	12	6	3	7	7	35	3.5
<i>Mercado y Logística</i>	15	6	11	14	12	58	5.8
<i>Usos y Servicios</i>	12	4	15	13	6	50	5
<i>Desuso y Soporte</i>	6	12	8	8	3	37	3.7
<i>Revalorización</i>	13	20	16	8	10	67	6.7
<i>Metabolismo</i>	11	16	9	4	4	44	4.4
Total Puntaje	127	104	115	82	82	510	51



Observaciones y Conclusiones del DMC		
Ecológico	Social	Tecnológico
Aunque la empresa desarrolle estrategias sustentables para su organización en aspectos naturales, la información de sus productos y servicios no refleja el mensaje de su responsabilidad empresarial, al igual que sus planes en el cumplimiento de los ODS siendo solamente local.	La empresa presenta políticas en el control y seguimiento de los derechos humanos, sin embargo no presenta informes y datos detallados de sus procesos, haciendo que los informes de grupos independientes, demuestren que la organización no desarrolla un plan social para sus cadenas de suministros.	Aunque su producto represente un alto nivel de desarrollo tecnológico, no es en proporción a su nivel de sustentabilidad y de reparabilidad de este, dejando una oportunidad de mejora en su marca para un futuro desarrollo sostenible del producto.

- Reportes: en la revisión de la empresa Samsung, la puntuación obtenida del modelo y su organización es de 82 puntos sobre 200 posibles, dicho puntaje se soporta en la siguiente información: (a) los reportes que estudian el caso de los minerales en conflicto resaltan la importancia de incluir al cobalto entre los insumos para controles y supervisiones, debido que dicho mineral presenta problemáticas y conflictos sociales asociados a su extracción; la empresa Samsung presenta información sobre el estado de seguimiento de extracción de este mineral, sin embargo según Global Witness, se presenta incertidumbre por el contrabando de los minerales procedentes de otra regiones, debido a un vacío de procedimientos por parte de la OCDE en sus guías de cadenas de suministros, donde los minerales legales (verdes) llegan sellados a los puntos de comercialización, pero lo comerciantes pueden abrirlo para inspeccionar el producto, ocasionando un riesgo de contaminación de ingresar minerales de zonas investigadas (amarillo), en conflicto (rojo) o en revisión (azul), convirtiéndolo en sello verde de mineral extraído, (b) según el centro internacional de política cibernética (ASPI), Samsung es una de las compañías que usa a trabajadores Uigures en la región de Xinjiang, donde presenta violaciones de derechos humanos al igual que a sus derechos laborales, donde son llevados a campos de para ser reeducados y forzados a trabajar para empresas multinacionales y electrónicas; igualmente persisten el trabajo forzado y la baja remuneración en las sedes ensambladoras, casos que han generado protestas como sucedió en la empresa Quanta en Shanghái, a causa de la restricción de ver a sus familias impuestas por la pandemia del SARS COVID-19, (c) persisten problemáticas ambientales en el post consumo, donde la incineración artesanal a campo abierto es una de las formas de obtención y recuperación de minerales por parte de las poblaciones africanas, dejando a Samsung sin un programa de recuperación especializada de minerales al igual que un sistema de reparación integral en la reducción de la obsolescencia del producto (Amnesty International, 2017; Amnesty International & African Resources Watch Afrewatch, 2016; Callaway, 2017; Electronics watch, 2021; Forti et al., 2020; OCDE, 2016; University of Maryland & World Resources Institute, 2022; Xu et al., 2020).

Con lo revisado y evaluado al aplicar el MICS (Figura 3-13), se define lo siguiente: El modelo Samsung Galaxy S22 Ultra en su análisis, se determina que su nivel de sustentabilidad es de reducción (amortiguamiento de los impactos) y por consiguiente su ciclo es abierto (de la cuna a la tumba) y no demuestra ser sustentable durante sus fases.

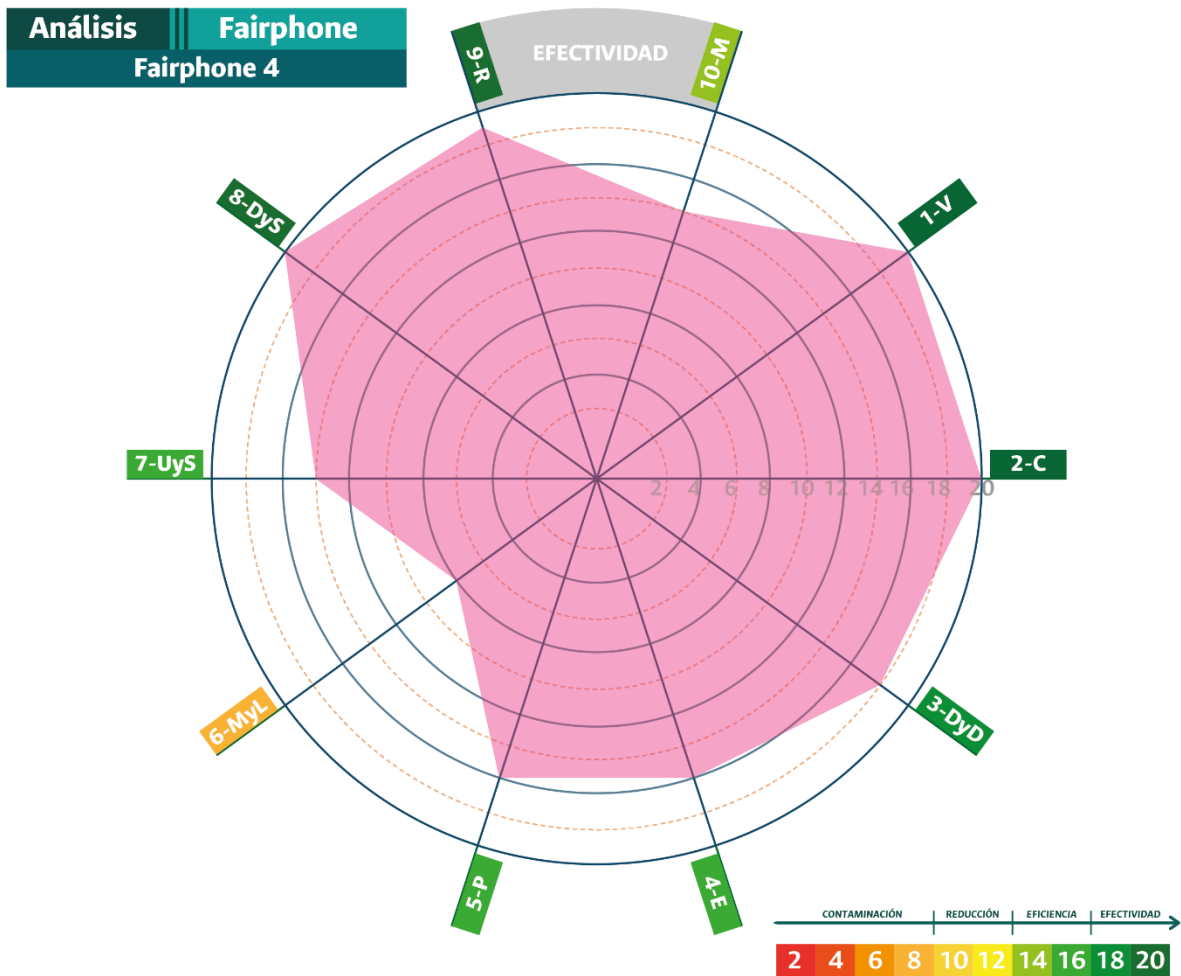
Con las puntuaciones obtenidas, el modelo demuestra que, aunque sus políticas y sus procesos son enfocados hacia la sustentabilidad, en su ejecución no se cumplen en su totalidad los objetivos propuestos por la marca. Se recomienda que el producto tenga un mayor reporte de sus procesos tanto internos como externos, igualmente se deben buscar opciones para las reparaciones y garantías, generar programas ecológicos, sociales y tecnológicos en zonas vulnerables y lugares que hacen parte del ciclo del producto.

3.3 Aplicación del MICS al modelo de celular Fairphone 4

Al igual que el caso de la marca anterior, para la aplicación de las herramientas se utilizaron los datos obtenidos por la misma empresa, al igual que la información recopilada de fuentes externas y artículos que complementan el estudio del dispositivo, a continuación, se presentan los análisis obtenidos y el resultado final de la aplicación del MICS:

- Rueda de LiDS: en la Figura 3-14, se presenta los resultados de la evaluación del dispositivo según los lineamientos de sustentabilidad, donde el producto tiene una puntuación de 165 sobre 200. Esta puntuación se explica principalmente por la innovación social de la organización y su programa de recuperación de materiales no solo de la misma marca, sino de otros modelos. En contraposición, se evidencia falencias en la comercialización y acceso al público, debido a su enfoque de comercialización en la región europea (Fairphone, n.d., 2021e, 2022a; iFixit, 2021).
- Eco indicador 99: se observa que el producto y la compañía gestiona procesos sustentables en los materiales e insumos. Sin embargo, en la fase de extracción de los mismo presenta falencias debido a la alta carga ambiental, a pesar de promover la minería artesanal con las comunidades locales. La fase de mercadeo y logística presenta un puntaje elevado, debido al transporte que se usa para obtener los insumos y su distribución en una región específica. En la fase de usos y servicios, su puntaje se eleva a causa del contenido que viene en la caja del producto, donde se entrega únicamente el celular (aunque ofrece la opción de comprar el cargador y el cable con el celular), forzando al consumidor comprar accesorios importantes como el cable de datos, el cargador, el estuche protector (carcasa), pantalla protectora y audífonos, generando una carga ambiental de los empaques por separado del producto a pesar de tener un embalaje ecológico que se biodegrada con el agua.

Figura 3-14: Diagrama rueda de LiDS celular Fairphone 4



Item	Categoría	Descripción	Puntaje
1-V	Visión	Políticas de empresa	20
2-C	Concepto	Desarrollo de un nuevo concepto de sustentabilidad que se refleje en el producto	20
3-DyD	Diseño y Desarrollo	Selección de materiales de bajo impacto	18
4-E	Extracción	Reducción del uso de materiales	16
5-P	Producción	Optimización de técnicas de producción	16
6-MyL	Mercado y Logística	Optimización del sistema de distribución	8
7-UyS	Usos y Servicios	Reducción del impacto durante el uso, gasto y uso de energía	14
8-DyS	Desuso y Soporte	Optimización del ciclo de existencia	20
9-R	Revalorización	Optimización del sistema de vida	19
10-M	Metabolismo	Genera nutrientes en su proceso empresarial	14
TOTAL			165

Figura 3-15: Eco Indicador 99 Fairphone 4, V-C-DyD

Modelo	Fairphone 4	Proyecto	Ciclo MICS
Marca	Fairphone	Autor	Gustavo Rincón
Notas y Conclusiones	El análisis estudió el escenario de sus accesorios principales sean vendidos por separado, como condición de calificación equivalente para el estudio de los otros modelos de celulares.		

1-Visión: Políticas de materiales e insumos

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Política de recuperación de materiales de celulares antiguos de la marca u otros	1	-450	-450
Políticas de restricción de químicos en su producción de DMC	1	-210	-210
Políticas de materiales e insumos renovables	1	-320	-320
Puntuación de evaluación del DMC			-980

2-Concepto: Uso de materiales sostenibles desde su concepción

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Policarbonato PC reciclado	1	-220	-220
Espuma de papel para el embalaje y ser disuelto en el agua	1	-300	-300
Puntuación de evaluación del DMC			-520

3-Diseño y Desarrollo: Implementación de energías renovables

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Oficinas con energía eólica	4	12	48
Puntuación de evaluación del DMC			48

Figura 3-16: Eco Indicador 99 Fairphone 4, E-P

Fairphone-Fairphone 4			
4-Extracción: impacto en la extracción de los materiales			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Extracción de zinc	1	3200	3200
Extracción de cobre	1	1400	1400
Extracción de níquel enriquecido	1	5200	5200
Extracción de aluminio reciclado	1	60	60
Puntuación de evaluación del DMC			9860
5-Producción: Impactos no remediables en el procesamiento de los materiales			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Moldeado por presión	3	6,4	192
Electricidad AV Europa (UCPTE)	10	22	220
Polycarbonato PC regular	1	210	210
Poliuretano PUR absorción de energía	1	490	490
Moldeado por inyección -2	1	44	44
Soldadura ultrasónica	10	0,098	0,98
Moldeo o conformado por vacío	1	6,4	6,4
Reciclado de Poliestireno PS	1	-240	-240
Reciclado de aluminio	1	-720	-720
Puntuación de evaluación del DMC			203,38

Figura 3-17: Eco Indicador 99 Fairphone 4, MyL-UyS-DyS

Fairphone-Fairphone 4**6-Mercado y Logística: Tipos de materiales de embalaje y transporte**

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Cartón de embalaje	2	69	138
Papel	3	96	288
Camión de 28 toneladas	3	22	66
Transporte aéreo intercontinental	1	80	80
Puntuación de evaluación del DMC			572

7-Usos y Servicios: Requerimientos de materiales tipo accesorios para su uso

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Papel, en accesorios	3	96	288
Cartón de embalaje, cajas de accesorios	5	69	345
Electricidad BV Europa (UCPTE), adaptador	1	26	26
Poliuretano PUR Reciclado, carcasa para protección del celular	1	-250	-250
Acrilonitrilo butadieno estireno ABS	1	400	400
Policarbonato PC regular	1	210	210
Espuma de papel para el embalaje y ser disuelto en el agua	1	-300	-300
Puntuación de evaluación del DMC			719

8-Desuso y Soporte: Tratamiento sostenible de los residuos

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Residuos urbanos cartón	7	0,74	5,18
Residuos urbanos papel	6	0,71	4,26
Puntuación de evaluación del DMC			9,44

Figura 3-18: Eco Indicador 99 Fairphone 4, R-M y puntaje final

Fairphone-Fairphone 4			
9-Revalorización: Reciclaje y recuperación de materiales			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Reciclado de papel	7	-1,2	-8,4
Reciclado de cartón	6	-8,5	-51
Reciclado de Acrilonitrilo butadieno estireno ABS	1	-400	-400
Reciclado de Policarbonato PC	2	-210	-420
Reciclado de Poliuretano PUR	2	-250	-500
Reciclado de metales de hierro	4	-70	-280
Puntuación de evaluación del DMC			-1659,4
10-Metabolismo: Transforma nutrientes de los materiales extraídos y desechados			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Certificado TCO	1	-220	-220
Celular con desperdicio electrónico neutral (E-Waste neutral) al 100%	1	-450	-450
Puntuación de evaluación del DMC			-670
Calificación Total del Eco indicador 99 en el DMC			
Categoría	Puntaje indicador	Puntaje de MICS	
1-Visión: Políticas de materiales e insumos	-980	20	
2-Concepto: Uso de materiales sostenibles desde su concepción	-520	16	
3-Diseño y Desarrollo: Implementación de energías renovables	48	12	
4-Extracción: impacto en la extracción de los materiales	9860	2	
5-Producción: Impactos no remediabes en el procesamiento de los materiales	203,38	10	
6-Mercado y Logística: Tipos de materiales de embalaje y transporte	572	6	
7-Uso y Servicios: Requerimientos de materiales tipo accesorios para su uso	719	6	
8-Desuso y Soporte: Tratamiento sostenible de los residuos	9,44	12	
9-Revalorización: Reciclaje y recuperación de materiales	-1659,4	20	
10-Metabolismo: Transforma nutrientes de los materiales extraídos y desechados	-640	18	
Puntaje total del DMC analizado	7612,42 Puntos	122 Puntos	

En el reciclaje y su recuperación, presenta un aporte significativo con la recuperación de materiales al obtener un certificado ambiental otorgado por la Confederación Sueca de Empleados Profesionales (TCO), el cual garantiza que el producto cumpla con determinados estándares ecológicos y ergonómicos, para prevenir potenciales deterioros de salud a largo plazo, ver Figuras 3-15 al 3-18 (Fairphone, n.d., 2021b, 2022a; TCO, 2021, 2022).

- Matriz MET: la empresa demuestra con su producto, un mensaje de sustentabilidad a los consumidores utiliza la publicidad al igual que los reportes públicos y medios de comunicación, para presentar una política de incentivos para la recuperación de celulares no solo de la misma marca, sino de otras marcas a cambio de dinero para la compra de su próximo celular Fairphone (Fairphone, 2021c).

La organización presenta en sus informes la eliminación de 13 químicos tóxicos que son usados comúnmente para la producción de celulares, de los cuales no se encuentra en el listado el uso de PVC y de BFR, debido a su eliminación de producción desde el modelo Fairphone 2 (creado en el 2015) (Fairphone, 2017, 2021a).

El enfoque principal de la empresa radica en el pago justo a los trabajadores que participan en la extracción de minerales, así como en la producción y ensamblaje, entregando reportes especializados de las rutas comerciales dentro de su cadenas de suministros, logrando desarrollan un alto nivel de sustentabilidad social. Frente a esto, aunque la organización logra desarrollar un avance social justo, los residuos que genera en sus procesos productivos afectan a los ecosistemas en una menor escala, por ejemplo, la minería es desarrollado de manera artesanal en África con los mineros locales de la región (aunque cambia su proceso en la región de Chile que está más tecnificado), aun así, genera contaminantes de los residuos que se usan para la limpieza de los minerales afectando recursos hídricos en su proceso. Este aspecto va enmarcado en su programa de cumplimiento de los ODS, donde la organización cumple 5 de los 17 objetivos, y por consiguiente el objetivo número 6 -agua potable y saneamiento, no se encuentra en su plan organizacional (Fairphone, 2021e).

Figura 3-19: Análisis MET Fairphone 4 V-C-DyD



Figura 3-20: Análisis MET Fairphone 4 E-P-MyL

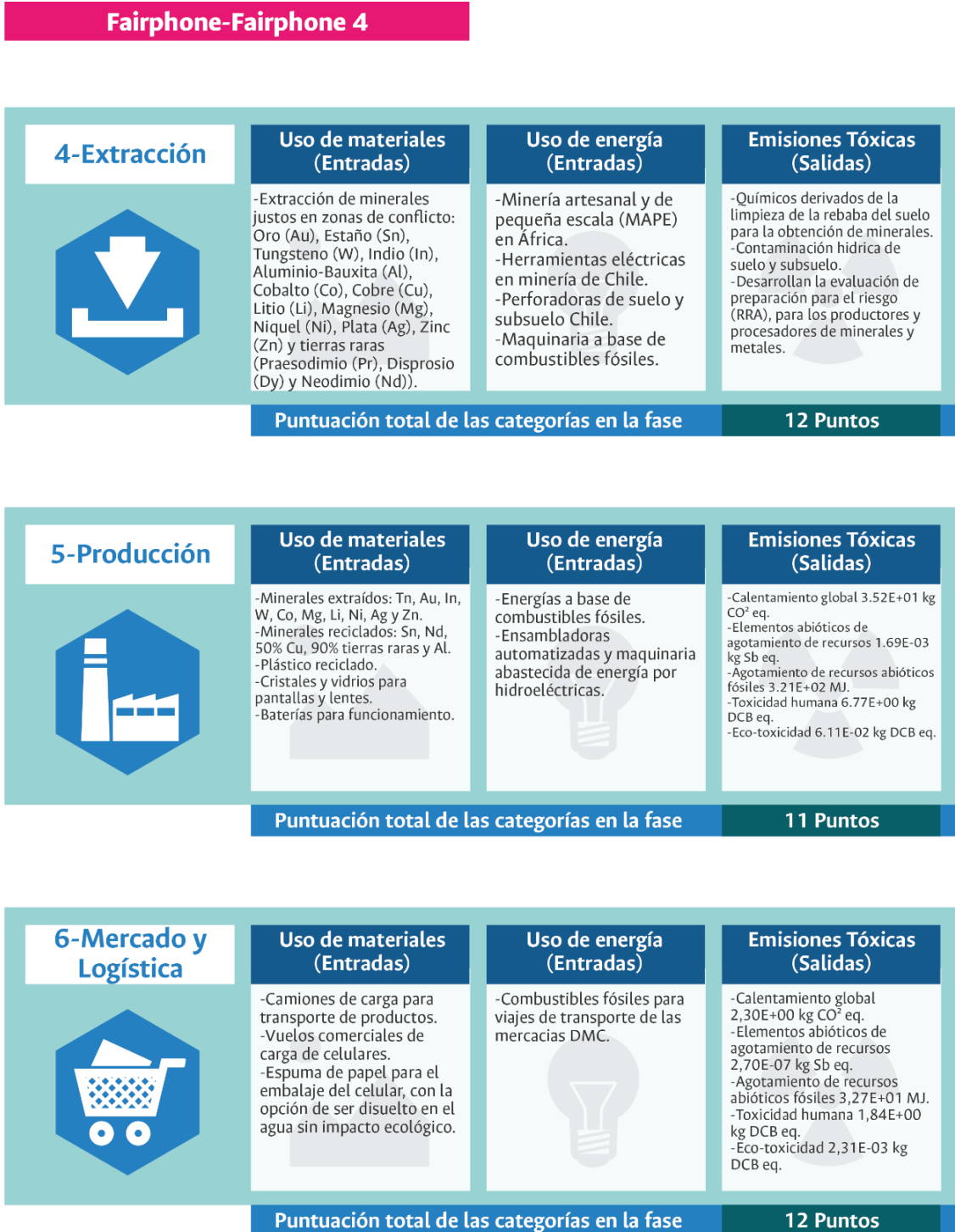


Figura 3-21: Análisis MET Fairphone 4 UyS-DyS-R

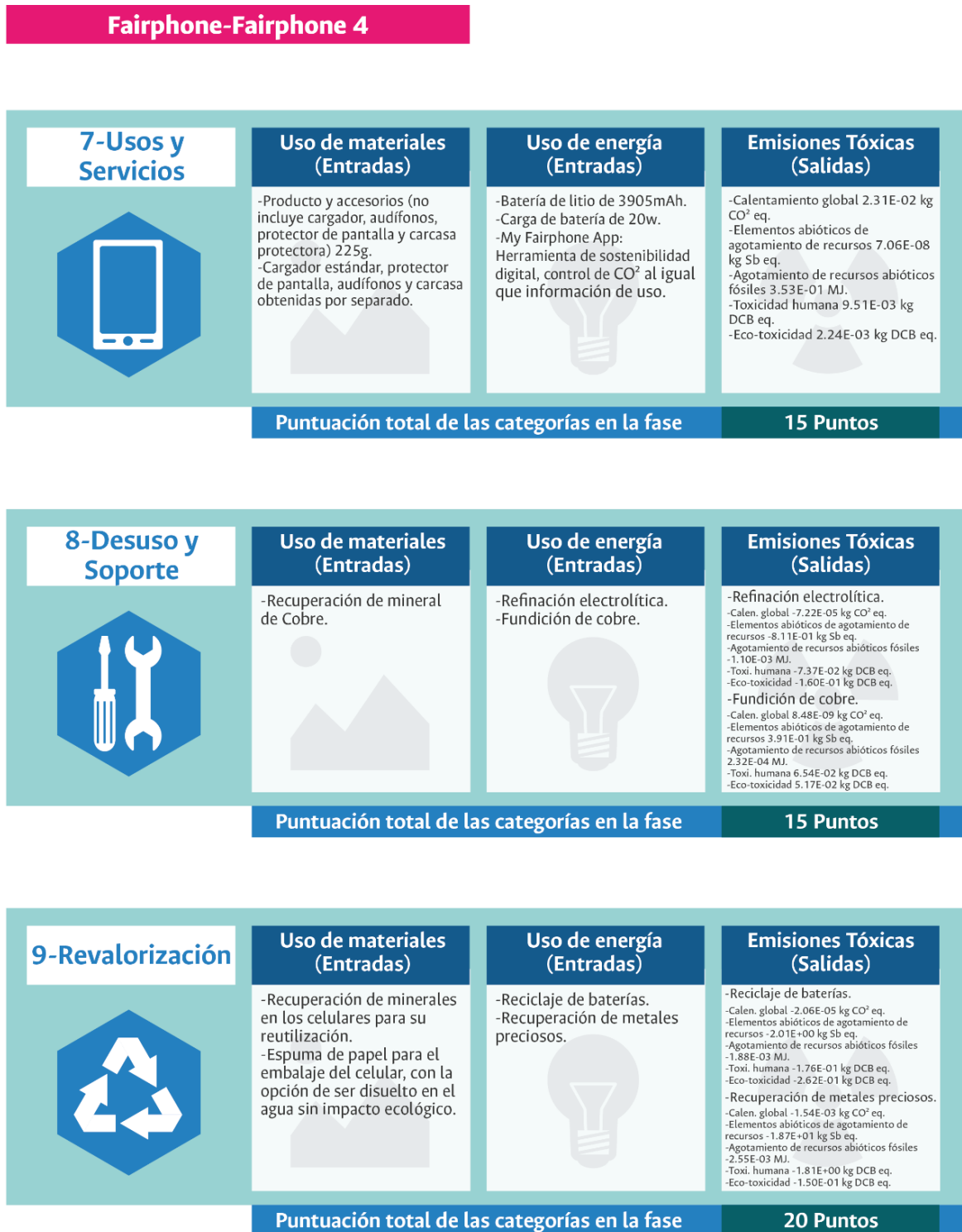













Figura 3-22: Análisis MET Fairphone 4 M y puntuación total

Fairphone-Fairphone 4			
10-Metabolismo 	Uso de materiales (Entradas) -Incentivos de recuperación de celulares para materiales y minerales. -Residuos electrónicos neutros. -Soporte técnico y garantía de 5 años. -Certificado B Corp en temas ambientales y sociales. -Certificado TCO. -Certificado Fairtrade Gold.	Uso de energía (Entradas) -Desarrollo a futuro de energías renovables. 	Emisiones Tóxicas (Salidas) -Campañas de conciencia de consumo de celulares. -Estrategias en el cumplimiento de 5 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). -Cumplimiento de regulaciones y controles de minerales y producciones de celulares justos. -Puntuación máxima de reparabilidad IFIXIT 10/10.
Puntuación total de las categorías en la fase			12 Puntos

Calificación Total de la Matriz MET	
Categoría - Fase de desarrollo de ciclo	Puntaje DMC MET
 1-Visión: Reducción y optimización de energía, materiales y toxicidad (Política)	18
 2-Concepto: Grado de toxicidad de materiales usados desde su concepción	15
 3-Diseño y Desarrollo: Sustentabilidad como criterio de gestión empresarial	20
 4-Extracción: Uso de materiales tóxicos o peligrosos y el uso de energías renovables en la extracción	12
 5-Producción: Incorporación de practicas sustentables en la producción	11
 6-Mercado y Logística: Tipos de transporte, combustibles y emisiones gases de efecto invernadero-GEI	12
 7-Usos y Servicios: Toxicidad de los materiales en el uso y desgaste	15
 8-Desuso y Soporte: Toxicidad de los residuos	15
 9-Revalorización: Sistema fin de vida, sistema de eliminación	20
 10-Metabolismo: Eliminación de toxicidad de sus residuos para generar nutrientes de estos	12
Puntuación total DMC	150 Puntos

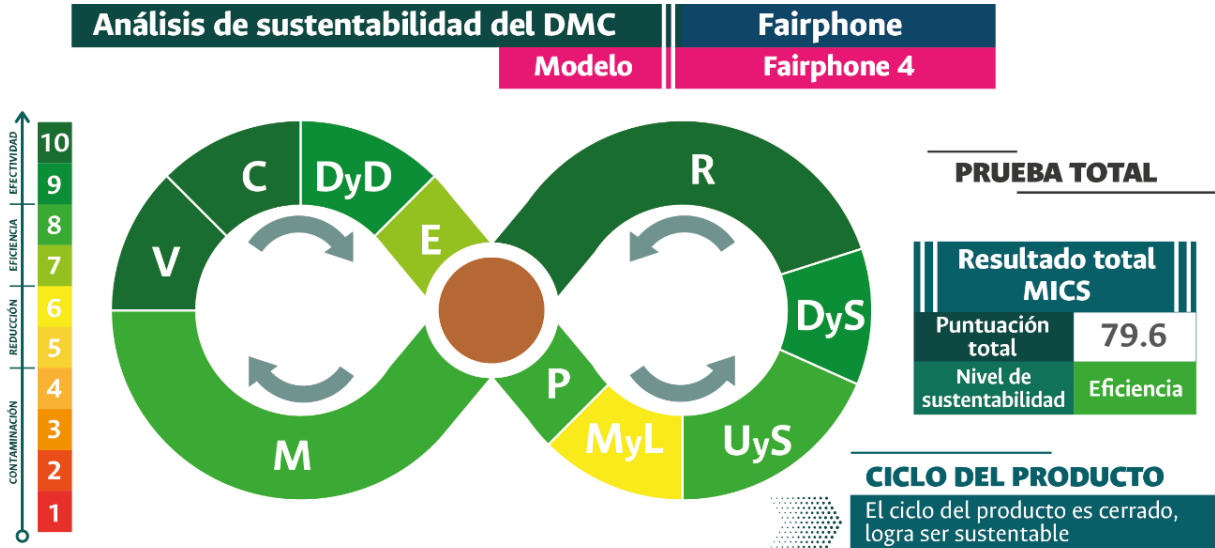
El modelo Fairphone 4 presenta un estudio completo de LCA desarrollado por el instituto alemán Fraunhofer, donde muestra el nivel de contaminación ambiental de su producto desde su producción hasta su reciclaje, la cual detecta en la fase de desuso y recuperación la menor carga ambiental (números negativos-reducción).

En la gestión de garantías y soportes técnicos, la empresa ofrece un acompañamiento en su recuperación y mantenimiento de 5 años (4 años más de lo que ofrece las otras marcas), con un sistema de reparación accesible para todo público con la puntuación máxima de la empresa iFixit de 10 puntos, ver Figuras 3-19 al 3-22 (BCorp Movement, 2021; Fairphone, n.d., 2017, 2021a, 2021d, 2022e; Fairtrade, 2019; Greenpeace, 2017; iFixit, 2021; TCO, 2022; The Dragon Initiative & Fairphone, 2017).

Al igual que en el caso de la marca anterior, para la definición de sustentabilidad del modelo Fairphone 4, se integraron los conceptos de revisión de la revista Ethical Consumer (Figura 2-24) así como los reportes empresariales, ambientales, evaluadores de terceros, organizaciones no gubernamentales (ONG), entre otros medios de información, para analizar desde otra perspectiva el nivel de sustentabilidad del producto a evaluar:

- Ethical Consumer: en el caso de la empresa Fairphone, la puntuación obtenida en el total de sus fases fue de 174 puntos de 200 posibles debido a lo siguiente: (a) la empresa desarrolla un plan de gestión en las zonas de minerales en conflicto, bajo auditorías y supervisiones de la misma organización, con el fin de comprobar el estado de las minas, así como el estado de sus trabajadores. La empresa desarrolló soluciones alternativas en el rastreo del oro en la bolsa de Shanghái, pagando una cantidad equivalente de oro a las refinerías certificadas Fairtrade, (b) esta marca representa la mejor opción en garantía (5 años) y en soporte técnico, así como en su reparación frente a los modelos revisados en este documento, (c) Fairphone es la única compañía que tiene puntuación de ética corporativa, siendo un pilar fundamental para la transición empresarial sustentable (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b).

Figura 3-23: Análisis definitivo MICS del modelo Fairphone 4



Puntuación general Fairphone Fairphone 4							
Fases del ciclo	Herramientas designadas para el estudio					Puntaje	
	Rueda de LiDS	Eco indicador 99	Matriz MET	Ethical Consumer	Reportes	Total de las pruebas	Clasificación dividida en 10
Visión	20	20	18	18	18	94	9.4
Concepto	20	16	15	20	20	91	9.1
Diseño y Desarrollo	18	12	20	19	15	84	8.4
Extracción	16	2	12	14	18	62	6.2
Producción	16	10	11	15	20	72	7.2
Mercado y Logística	8	6	12	12	20	58	5.8
Usos y Servicios	14	6	15	18	18	71	7.1
Desuso y Soporte	20	12	15	20	20	87	8.7
Revalorización	19	20	20	20	18	97	9.7
Metabolismo	14	18	12	18	18	80	8
Total Puntaje	165	122	150	174	185	796	79.6



Observaciones y Conclusiones del DMC		
Ecológico	Social	Tecnológico
La empresa demuestra un interés en desarrollar en un solo producto, opciones de sustentabilidad en el post-consumo, sin embargo, estos esfuerzos no son relevantes en la extracción (a pesar de trabajar con mineras artesanales), ocasionando la ausencia de realizar un plan para reducir el impacto generado por la extracción, en especial las aguas.	La organización demuestra un nivel de socio-efectividad sustentable en cuanto a su gestión ética de la cadena de suministros, garantizando un pago justo a los mineros, trabajadores de planta y ensambladoras, al igual que no se involucran en minerales en situación de conflicto y construyen un mensaje social en su producto para el consumidor.	Demuestra la empresa su capacidad de crear un producto con un alto nivel de reparación y de cuidado en su soporte técnico, garantizando la recuperación y fidelización del producto, a pesar de solo cubrir su soporte y comercialización en la región Europea, al igual que su avance tecnológico frente a otras marcas, restringiendo la opción de ser mejorado con sus propios componentes.

- Reportes: en la revisión de la empresa Fairphone, la puntuación obtenida del modelo y su organización es de 185 puntos sobre 200 posibles según lo obtenido en la siguiente información: (a) Fairphone es pionero al ser uno de los fundadores de la Fair Cobalt Alliance, cuyo objetivo es gestionar el control y seguimiento ético y justo de la extracción de Cobalto en la RDC, (b) La organización maneja programas de recuperación de minerales en países carentes de infraestructura tecnológica como Nigeria y Ghana, (c) Fairphone desarrolla planes publicitarios enfocados en generar conciencia de consumo de los dispositivos móviles, ya sea en redes sociales, artículos o documentales, su enfoque de venta es hacia la responsabilidad del productor transmitida al consumidor (d) Su producto presenta un desarrollo tecnológico moderado de sus componentes frente a las demás compañías, al igual que su valor de costo-beneficio en el mercado internacional, limitando su capacidad de mejorar su hardware más allá del soporte técnico que se ofrece, (e) El producto presenta certificaciones de Fairtrade Gold como de B-Corp., en temas de pago justo de minerales extraídos, como en la medición del impacto social y natural en sus procesos (f) la organización establece como cumplimiento del objetivo 8 de los ODS: trabajo decente y crecimiento económico, en el desarrollo de la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) en África, guiados por el documento: Situación del Sector Minero Artesanal y de Pequeña Escala (World Bank, 2020), al establecer criterios de igualdad de género, erradicación del trabajo infantil, eliminación del uso de Mercurio para las minas, seguridad y salud ocupacional; estos objetivos los desarrolla la empresa en seguimiento con las regiones que son vulnerables, para evaluar la posibilidad de realizar convenios con las minas según los resultados de sus auditorias en el marco de la sustentabilidad (BCorp Movement, 2021; Fair cobalt alliance, 2022; Fairphone, 2017, 2022d, 2022b, 2022e, 2022c; Fairtrade, 2019; Forti et al., 2020; TCO, 2022).

A partir de lo revisado y evaluado en el marco de la implementación del MICS (Figura 3-23), se determinó lo siguiente: El modelo Fairphone 4 corresponde a un nivel de sustentabilidad de eficiencia y por consiguiente su ciclo es cerrado (de la cuna a la cuna) y demuestra ser sustentable durante sus fases. A partir de sus puntuaciones obtenidas con la producción de este modelo se demuestra la capacidad de la empresa para crear un producto justo y ético, en medio de la elevada demanda de consumo de dispositivos móviles celulares, mostrando una imagen de oportunidad de cambio de los procesos

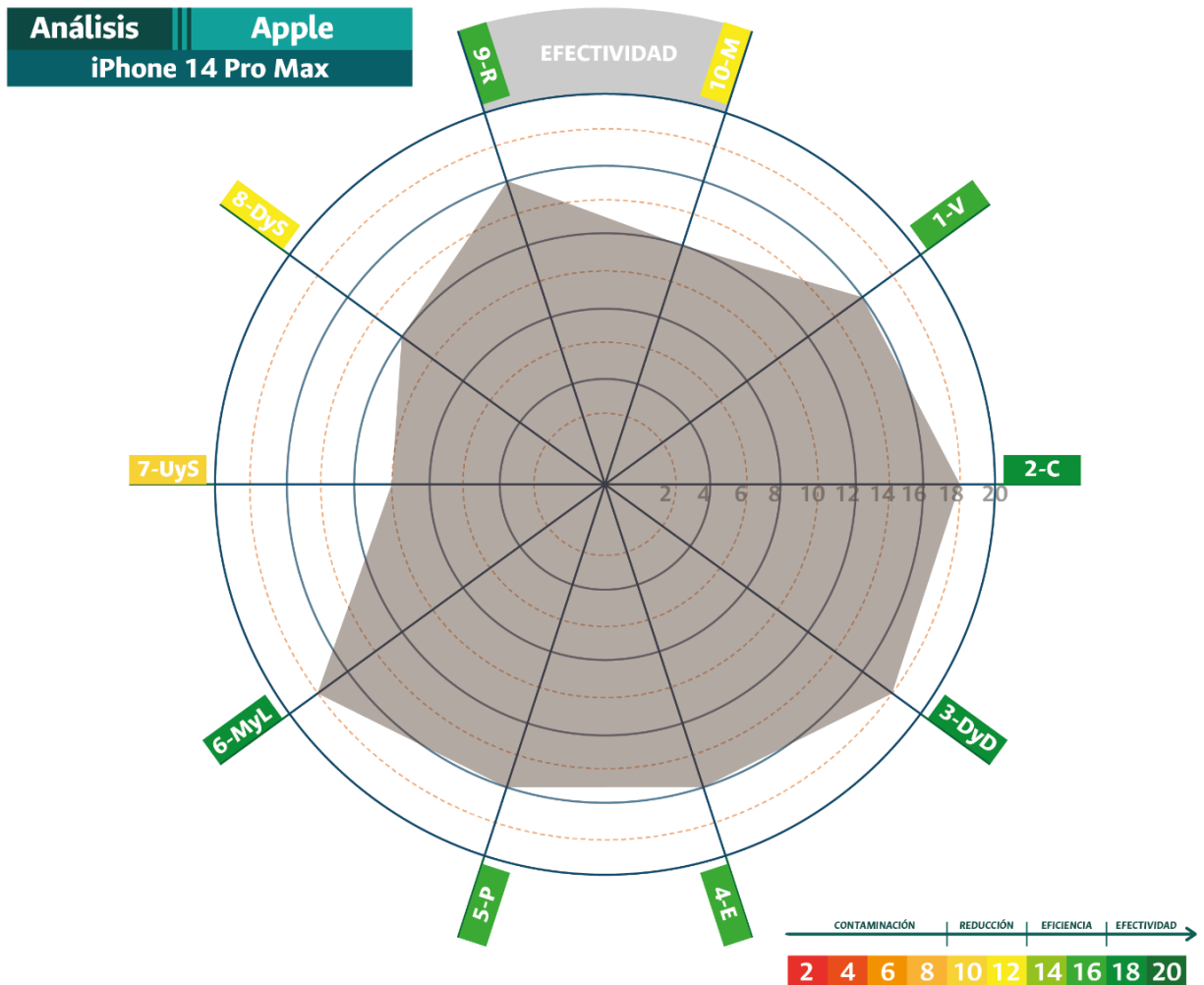
productivos enfocados en la gestión empresarial, hacia transiciones empresariales sustentables. El producto ofrece la oportunidad de generar valor más allá de lo monetario, con un mensaje ético para los usuarios que buscan opciones diferentes en términos de comunicación digital. Se recomienda mejorar la capacidad tecnológica de sus componentes, como medio de transición a un producto modular y adaptable a las circunstancias del avance tecnológico. A su vez, es recomendable que mejoren sus procesos productivos en la fase de extracción, producción, mercadeo y logística en términos de reducción, recuperación y conservación de áreas ecosistémicas que sean afectadas en su ciclo. Se recomienda también la posibilidad de generar apertura en el mercado a nivel internacional de producto, dando oportunidad de mayor impacto en la conciencia del consumidor en regiones externas a la europea.

3.4 Aplicación del MICS al modelo de celular iPhone 14 Pro Max

Al igual que el caso de la marca anterior, se presenta a continuación los análisis obtenidos y el resultado final de la aplicación del MICS al modelo de celular iPhone 14 Pro Max:

- Rueda de LiDS: en la Figura 3-24, se presenta la evaluación del dispositivo según los lineamientos de sustentabilidad, donde se asigna al producto una puntuación de 152 sobre 200. Esto debido a su innovación en el diseño y desarrollo tecnológico, al igual que en su gestión comercial que ha permitido posicionar el producto a nivel global. En contraposición, existen falencias en el uso y servicio de reparación y por el soporte técnico (Apple Inc., 2021h, 2022g, 2022e; Euromonitor International, 2020; iFixit, 2022c).
- Eco indicador 99: se observa que la compañía desarrolla programas y políticas enfocadas en la sustentabilidad de los materiales, como es el caso del uso de fibra de madera reciclada o de bosques cultivados y procesados de forma responsable, al igual que en la recuperación de sus insumos. Sin embargo, en la fase de extracción de insumos presenta falencias debido a la alta carga ambiental que se requiere para obtener estos minerales. La fase de mercadeo y logística presenta problemas de contaminación, debido al transporte requerido para llevar este producto a diferentes puntos de venta.

Figura 3-24: Diagrama rueda de LiDS celular iPhone 14 Pro Max



Item	Categoría	Descripción	Puntaje
1-V	Visión	Políticas de empresa	16
2-C	Concepto	Desarrollo de un nuevo concepto de sustentabilidad que se refleje en el producto	18
3-DyD	Diseño y Desarrollo	Selección de materiales de bajo impacto	18
4-E	Extracción	Reducción del uso de materiales	16
5-P	Producción	Optimización de técnicas de producción	16
6-MyL	Mercado y Logística	Optimización del sistema de distribución	18
7-UyS	Usos y Servicios	Reducción del impacto durante el uso, gasto y uso de energía	10
8-DyS	Desuso y Soporte	Optimización del ciclo de existencia	12
9-R	Revalorización	Optimización del sistema de vida	16
10-M	Metabolismo	Genera nutrientes en su proceso empresarial	12
TOTAL			152

Figura 3-25: Eco Indicador 99 iPhone 14 Pro Max, V-C-DyD

Modelo	iphone 14 pro Max	Proyecto	Ciclo MICS
Marca	Apple	Autor	Gustavo Rincón
Notas y Conclusiones	El análisis se desarrolla con los accesorios por separado en su venta, y la revisión de sus fases de visión, producción y metabolismo, para indicar su nivel de participación sustentable en su producto.		

1-Visión: Políticas de materiales e insumos

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Política de reciclado de plásticos para los materiales del producto	1	-210	-210
Política de energías renovables en producción	1	-350	-350
Políticas de reducción de químicos en su producción de DMC	1	-210	-210
Políticas de materiales e insumos renovables	1	-320	-320
Política de recuperación de minerales de tierras raras en los celulares	1	-300	-300
Puntuación de evaluación del DMC			-1390

2-Concepto: Uso de materiales sostenibles desde su concepción

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Plásticos de base biológica	1	-120	-120
Fibra de madera reciclada o de bosques cultivados, cuidados y usados responsablemente	1	-320	-210
Puntuación de evaluación del DMC			-330

3-Diseño y Desarrollo: Implementación de energías renovables

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Techo Solar m-Si	100	7,2	720
Planta de energía eólica	20	12	240
Puntuación de evaluación del DMC			960

Figura 3-26: Eco Indicador 99 iPhone 14 Pro Max, E-P

Apple-iPhone 14 Pro Max

4-Extracción: impacto en la extracción de los materiales

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Extracción de zinc	1	3200	3200
Extracción de cobre	1	1400	1400
Extracción de níquel enriquecido	1	5200	5200
Extracción de aluminio reciclado	1	60	60
Puntuación de evaluación del DMC			9860

5-Producción: Impactos no remediables en el procesamiento de los materiales

Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Moldeado por presión	3	6,4	192
Electricidad AV Europa (UCPTE)	10	22	220
Policarbonato PC regular	1	210	210
Moldeado por inyección -2	1	44	44
Soldadura ultrasónica	10	0,098	0,98
Moldeo o conformado por vacío	1	6,4	6,4
Poliestireno PS (GPPS)	1	9,1	9,1
Reciclado de Poliestireno PS	1	-240	-240
Plásticos de base biológica	1	-120	-120
Puntuación de evaluación del DMC			322,48

Figura 3-27: Eco Indicador 99 iPhone 14 Pro Max, MyL-UyS-DyS

Apple-iPhone 14 Pro Max			
6-Mercado y Logística: Tipos de materiales de embalaje y transporte			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Cartón de embalaje	2	69	138
Papel	3	96	288
Camión de 28 toneladas	5	22	110
Buque carguero oceánico	1	1,1	1,1
Transporte aéreo intercontinental	1	80	80
Puntuación de evaluación del DMC			617,1
7-Usos y Servicios: Requerimientos de materiales tipo accesorios para su uso			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Papel, en accesorios	2	96	192
Poliestireno PS (GPPS), productos accesorios	2	9,1	18,2
Cartón de embalaje, cajas de accesorios	5	69	345
Electricidad BV Europa (UCPTE), adaptador	1	26	26
Acrilonitrilo butadieno estireno ABS, carcasa	1	400	400
Fibra de madera reciclada o de bosques cultivados, cuidados y usados responsablemente	1	-320	-320
Puntuación de evaluación del DMC			661,2
8-Desuso y Soporte: Tratamiento sostenible de los residuos			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Residuos urbanos Poliestireno PS	3	2	6
Residuos urbanos cartón	7	0,74	5,18
Residuos urbanos papel	5	0,71	3,55
Puntuación de evaluación del DMC			14,73

Figura 3-28: Eco Indicador 99 iPhone 14 Pro Max, R-M y puntaje final

Apple-iPhone 14 Pro Max			
9-Revalorización: Reciclaje y recuperación de materiales			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Reciclado de Poliestireno PS	3	-240	-720
Reciclado de papel	5	-1,2	-6
Reciclado de cartón	7	-8,5	-59,5
Reciclado de metales de hierro	4	-70	-280
Reciclado de Acrilonitrilo butadieno estireno ABS	1	-400	-400
Puntuación de evaluación del DMC			-1465,5
10-Metabolismo: Transforma nutrientes de los materiales extraídos y desechados			
Material o Proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Etiqueta de huella de carbono en su producto	1	-180	-180
Recuperación de celulares para sus materiales post-consumo	1	-200	-200
Recuperación de fibras de madera para su producción, con restauración de bosques	1	-400	-400
Puntuación de evaluación del DMC			-780
Calificación Total del Eco indicador 99 en el DMC			
Categoría	Puntaje indicador	Puntaje de MICS	
1-Visión: Políticas de materiales e insumos	-1390	20	
2-Concepto: Uso de materiales sostenibles desde su concepción	-330	16	
3-Diseño y Desarrollo: Implementación de energías renovables	960	4	
4-Extracción: impacto en la extracción de los materiales	9860	2	
5-Producción: Impactos no remediabes en el procesamiento de los materiales	322,48	8	
6-Mercado y Logística: Tipos de materiales de embalaje y transporte	617,1	6	
7-Uso y Servicios: Requerimientos de materiales tipo accesorios para su uso	661,2	6	
8-Desuso y Soporte: Tratamiento sostenible de los residuos	14,73	12	
9-Revalorización: Reciclaje y recuperación de materiales	-1465,5	20	
10-Metabolismo: Transforma nutrientes de los materiales extraídos y desechados	-780	18	
Puntaje total del DMC analizado	8470,01 Puntos	112 Puntos	

En la fase de usos y servicios, su puntaje se eleva a causa del contenido que viene en la caja del producto, donde se entrega únicamente el celular y el cable de datos, forzando al consumidor comprar accesorios importantes como el cargador, el estuche protector (carcasa), pantalla protectora y audífonos, generando una carga ambiental de los empaques por separado, a pesar de tener estos productos con las fibras de madera reciclada. El iPhone 14 Pro Max presenta un certificado de huella de carbono, donde indica su carga de emisiones en un valor de 124kg de CO₂ equivalente, en la versión de 1TB de almacenamiento, ver Figuras 3-25 al 3-28 (Apple Inc., 2016, 2020b, 2022g, 2022e, 2022c, 2022h).

- Matriz MET: la empresa un mensaje de sustentabilidad a los consumidores en sus reportes públicos y corporativos, donde informan sus acciones políticas de restricciones de uso de 32 químicos en su zona de ensamblaje, al igual que las sustancias perfluoroalquiladas (PFAS)³ y la restricción de BFR y PVC (Apple Inc., 2020b, 2022h).

En la producción del celular, se tiene restringido el uso de arsénico, mercurio y berilio en los vidrios de pantalla y otros componentes del celular. Existe una guía de especificación de fibra sostenible, procesos de uso de materiales forestales y derivados con certificación de preservación y recuperación forestal. Durante la extracción, la empresa no presenta controles de cuidado y protección del recurso hídrico, igual sucede en sus fases productivas y de ensamblaje en las cuales elimina los residuos directamente hacia el vertedero de cuencas y ríos, solamente alcanza el reciclaje de sus aguas en las zonas operacionales del 10% (Apple Inc., 2016, 2020b).

El iPhone 14 Pro Max, no presenta un estudio LCA en el producto a diferencia de los otros modelos evaluados en el documento, generando incertidumbre sobre su impacto ambiental real a lo largo del ciclo, desde la producción hasta el reciclaje del producto. Sin embargo, presenta un informe ambiental del celular, indicando el

³ Las PFAS son químicos con enlaces carbón-flúor más fuertes, lo que da resistencia a la degradación y se propagan fácilmente al medio ambiente, contaminando zonas de aguas subterráneas, suelos y alimentos (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2017; Watkins, 2021).

Figura 3-29: Análisis MET iPhone 14 Pro Max V-C-DyD



Figura 3-30: Análisis MET iPhone 14 Pro Max E-P-MyL

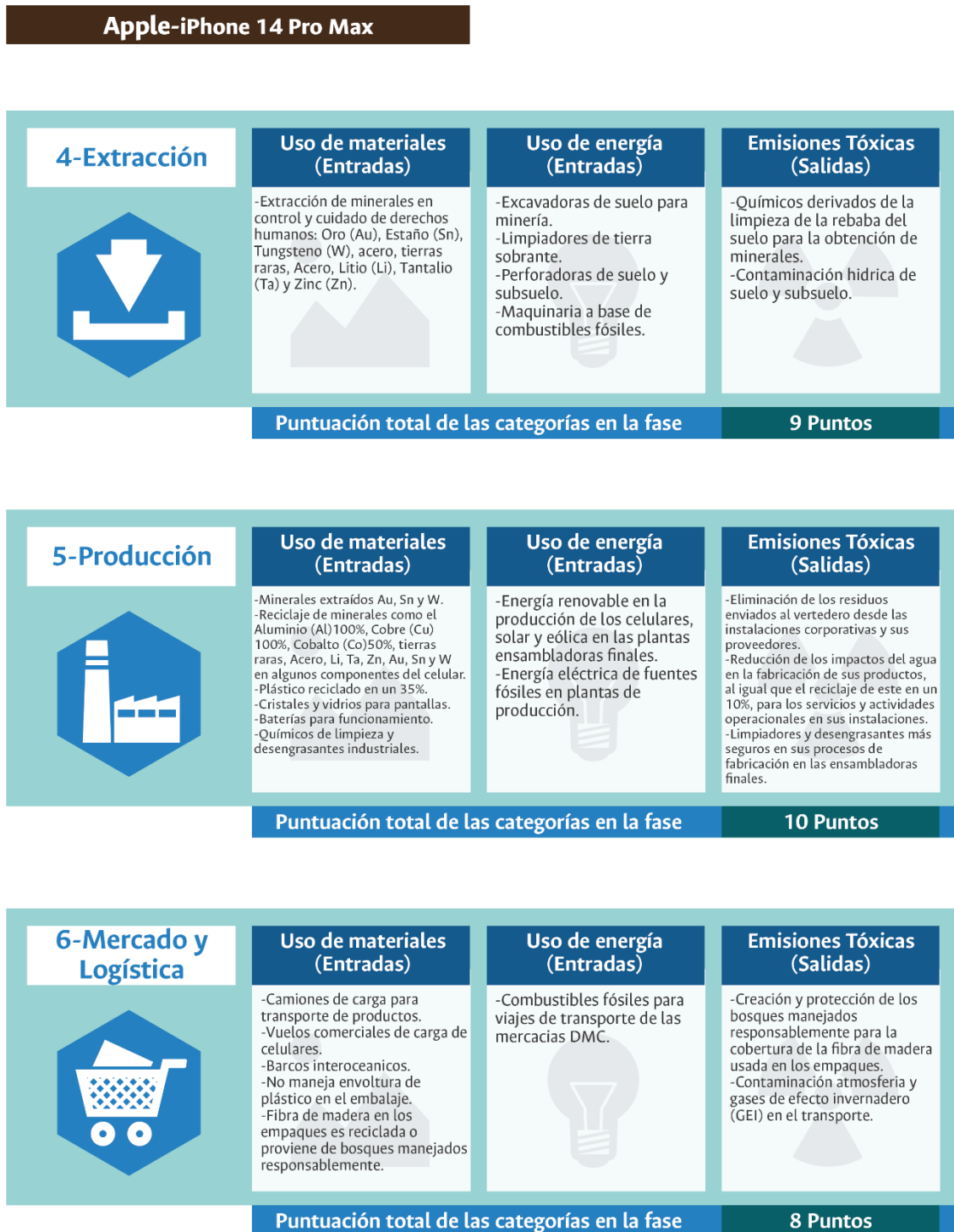


Figura 3-31: Análisis MET iPhone 14 Pro Max UyS-DyS-R

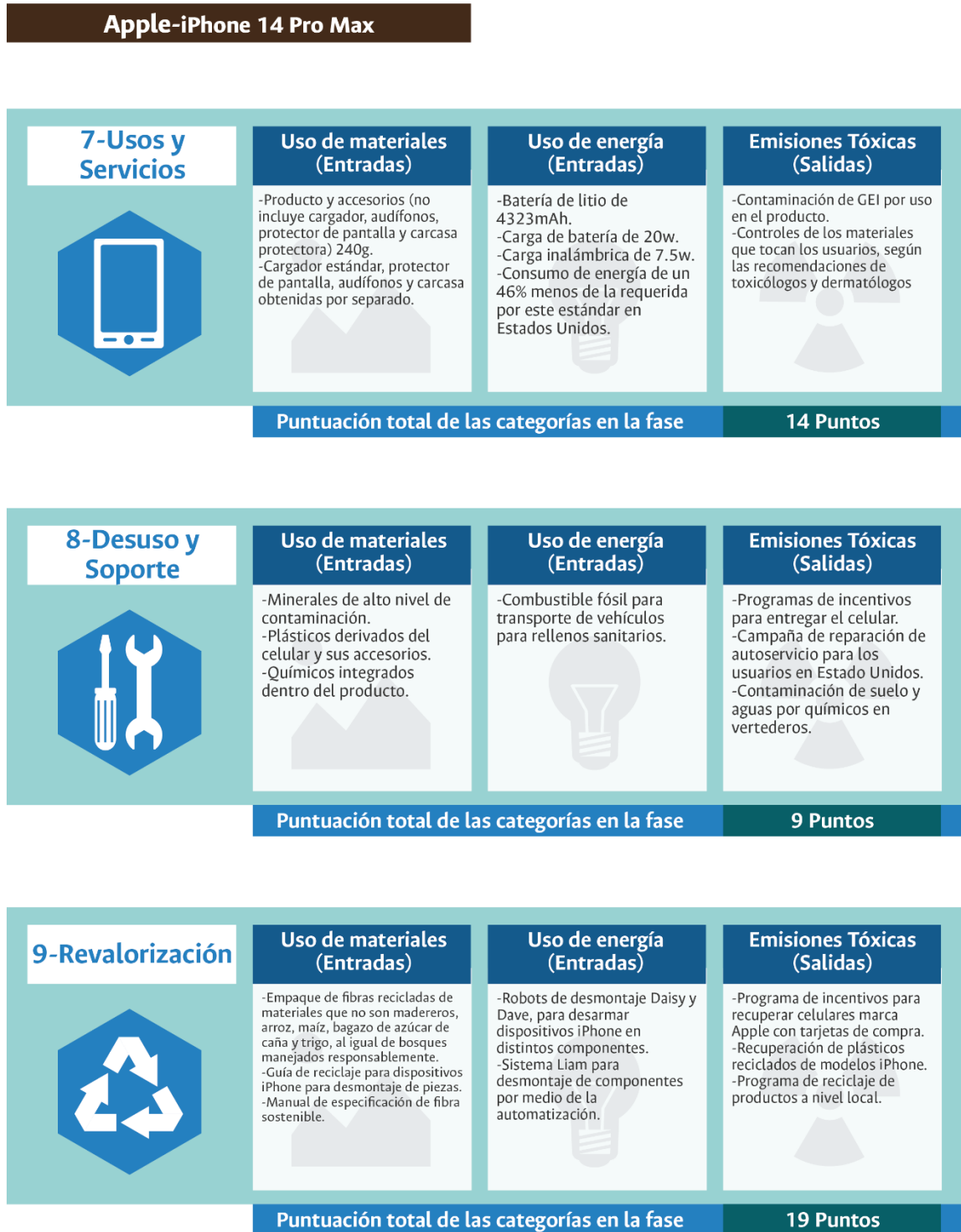













Figura 3-32: Análisis MET iPhone 14 Pro Max M y puntuación total

Apple-iPhone 14 Pro Max			
10-Metabolismo 	Uso de materiales (Entradas)	Uso de energía (Entradas)	Emisiones Tóxicas (Salidas)
	<ul style="list-style-type: none"> -Crear productos con impacto de carbono cero en el futuro. -Eliminación de plástico en los empaques para el 2025. -Programa de Impact Accelerator inaugural, para generar participación de negocios afro, indígenas y latinos, en programas para combatir el cambio climático. 	<ul style="list-style-type: none"> -Programa de construcción de energías renovables para ayudar en países en vía de desarrollo. -Plan para las cadenas de suministros, sean soportadas con energía eléctrica renovable en el 2030. -Gestiona la neutralidad de carbono para el 2030. 	<ul style="list-style-type: none"> -Desarrollo de informes de los productos químicos utilizados en la cadena de suministro. -Huella integral de carbono, para control y seguimiento de emisiones. -Puntuación media de reparabilidad IFIXIT 6/10.
Puntuación total de las categorías en la fase			12 Puntos

Calificación Total de la Matriz MET	
Categoría - Fase de desarrollo de ciclo	Puntaje DMC MET
 1-Visión: Reducción y optimización de energía, materiales y toxicidad (Política)	18
 2-Concepto: Grado de toxicidad de materiales usados desde su concepción	14
 3-Diseño y Desarrollo: Sustentabilidad como criterio de gestión empresarial	18
 4-Extracción: Uso de materiales tóxicos o peligrosos y el uso de energías renovables en la extracción	9
 5-Producción: Incorporación de practicas sustentables en la producción	10
 6-Mercado y Logística: Tipos de transporte, combustibles y emisiones gases de efecto invernadero-GEI	8
 7-Usos y Servicios: Toxicidad de los materiales en el uso y desgaste	14
 8-Desuso y Soporte: Toxicidad de los residuos	9
 9-Revalorización: Sistema fin de vida, sistema de eliminación	19
 10-Metabolismo: Eliminación de toxicidad de sus residuos para generar nutrientes de estos	12
Puntuación total DMC	131 Puntos

estado del producto en términos de sustentabilidad de manera general. En el post consumo del producto, la empresa ofrece incentivos para la recuperación de celulares únicamente de la marca Apple, al igual que un programa de reparación autogestionada por el usuario en teléfonos celulares de la misma compañía; a su vez, desarrolla un proceso de desmontaje y reciclaje de los componentes usando el sistema Liam de automatización de sus procesos, con robots especializados llamado Dave y Daisy, las cuales se encargan de separar los materiales como pantallas, parlantes y sistemas de mayor complejidad, para reducir tiempos de control y desmontaje de los componentes del celular (Apple Inc., 2022e; Rujanavech et al., 2016).

La empresa desarrolla programas enfocados en el cumplimiento del objetivo 7 de energías renovables de los ODS, con el uso de energía solar y eólica dentro de las plantas ensambladoras; igualmente desarrolla proyectos para la generación de energías renovables en zonas vulnerables, tales como Colombia, Israel, Nigeria, Filipinas, Suráfrica, Tailandia, Estados Unidos y Vietnam. La organización desarrolla una política de participación de diferentes étnicas culturales como latinos, indígenas y afros, al igual que las comunidades LGBTQ+ en la producción de sus productos, como también programas de equidad y justicia social en diferentes entornos corporativos, ver Figuras 3-29 al 3-32 (Apple Inc., 2016, 2017, 2021f, 2022g, 2022j, 2022e, 2022f, 2022d, 2022c, 2022i, 2022h, 2022b, 2018, 2022a, 2019, 2020b, 2021c, 2021e, 2021a, 2021i, 2021h; Disclosure Insight Action, 2021; Rujanavech et al., 2016).

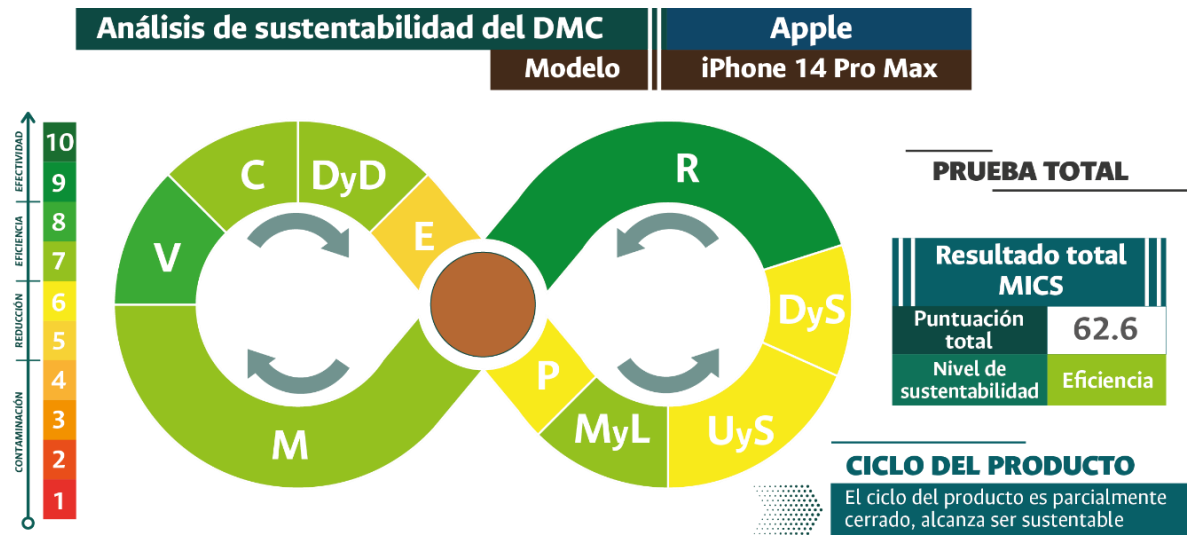
Para la definición de sustentabilidad del modelo iPhone 14 Pro Max, se integra en la evaluación los conceptos de revisión de la revista Ethical Consumer (Figura 2-24) y los reportes empresariales, ambientales, evaluadores de terceros, organizaciones no gubernamentales (ONG), entre otros medios de información, para analizar desde otra perspectiva el nivel de sustentabilidad del producto a evaluar:

- Ethical Consumer: en el caso de la empresa Apple, la puntuación obtenida en el total de sus fases fue de 119 puntos de 200 posibles debido a lo siguiente: (a) aunque existe la ley de prevención del trabajo forzoso uigur en los Estados Unidos

(creado en junio de 2022), no garantiza que este procedimiento se haga en todas las cadenas de suministros a nivel global, debido a que solo es enmarcado en las empresas que cotizan en la bolsa de Estados Unidos, tal como lo informa el instituto de política estratégica de Australia (ASPI), que identificó a Apple como una de las empresas que potencialmente se pueden beneficiar en el uso de trabajadores uigures, a pesar que la compañía menciona que no encontró evidencia de trabajo forzoso en los lugares que operan, (b) a pesar que la empresa realiza controles de seguridad y seguimiento a los minerales que están en zonas de conflicto, persiste la incertidumbre que realmente lo que se obtiene sea de minerías legales (verdes), debido a que se está generando contrabando de estos minerales procedentes de diferentes minas que pueden estar en investigación (amarilla), revisión (azul) o en conflicto (roja), generando vacíos de información sobre la verdadera procedencia de estos insumos, (c) la compañía desarrolla programas de reciclaje de ciclo cerrado de sus productos, aun así, existe la posibilidad de presentarse una paradoja de la economía circular, en la dependencia del aumento de reciclaje de desechos electrónicos por parte del consumo excesivo, (d) La empresa demuestra su participación activa en los programas de cambio climático como en la reducción de carga de emisiones de CO₂ en sus respectivas plantas productoras y ensambladoras (Ethical Consumer Research Association Ltd., 2022b).

- Reportes: en la revisión de la empresa Apple, la puntuación obtenida del modelo y su organización es de 112 puntos sobre 200 posibles según lo obtenido en la siguiente información: (a) Aunque la compañía desarrolla programas de control y seguimiento de las cadena de suministros, sus reportes son enfocados hacia las fundidoras y refinadoras de minerales que se usan, dejando un vacío de información sobre el proceso y control de la extracción de los minerales que están en situación de conflicto, que a su vez, se agrava por la situación de posible contrabando de los minerales que están siendo anexadas con sello verde, (b) si bien la empresa desarrolla el programa de reparación autogestionada por el usuario (únicamente en Estados Unidos), existe falencias en sus protocolos al reparar el producto, debido a que son requeridas unas autorizaciones limitadas por medio de números de series o IMEI, ocasionando limitaciones a los recicladores y restauradores en la recuperación de los dispositivos; a su vez, el kit de reparación que ofrece la compañía, restringen el uso de herramientas que no sean aprobadas

Figura 3-33: Análisis definitivo MICS del modelo iPhone 14 Pro Max



Puntuación general Apple iPhone 14 Pro Max							
Fases del ciclo	Herramientas designadas para el estudio					Puntaje	
	Rueda de LiDS	Eco indicador 99	Matriz MET	Ethical Consumer	Reportes	Total de las pruebas	Clasificación dividida en 10
<i>Visión</i>	16	20	18	7	12	73	7.3
<i>Concepto</i>	18	16	14	5	13	66	6.6
<i>Diseño y Desarrollo</i>	18	4	18	16	12	68	6.8
<i>Extracción</i>	16	2	9	11	8	46	4.6
<i>Producción</i>	16	8	10	7	10	51	5.1
<i>Mercado y Logística</i>	18	6	8	15	15	62	6.2
<i>Usos y Servicios</i>	10	6	14	16	10	56	5.6
<i>Desuso y Soporte</i>	12	12	9	17	10	60	6
<i>Revalorización</i>	16	20	19	14	14	83	8.3
<i>Metabolismo</i>	12	18	12	11	8	61	6.1
Total Puntaje	152	112	131	119	112	626	62.6

Puntuación total

CONTAMINACIÓN | REDUCCIÓN | EFICIENCIA | EFECTIVIDAD

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Observaciones y Conclusiones del DMC		
Ecológico	Social	Tecnológico
La organización demuestra un compromiso por desarrollar energías sustentables y programas contra en cambio climático, sin embargo la empresa se limita a desarrollar gestiones dentro de su organización al igual que en su estudio, donde su modelo de celular no contenía un análisis de ciclo de vida (LCA) como los otros modelos.	Los programas de fortalecimiento para países en vía de desarrollo, al igual que proyectos para apoyar a comunidades LGBTQ+, afro, indígena y latinos demuestra su participación en generar proyectos sociales, aun así, su enfoque se desarrolla localmente en su organización y no presenta un avance detallado sobre la extracción de mineras en conflicto, solo lo que deben de informar según lo establecido en la ley Dodd-Frank.	Su producto presenta un alto nivel de desarrollo e innovación tecnológica así como ofrece opciones de reparabilidad moderada, sin embargo, su programa de autogestión de reparación para los usuarios, demuestra limitantes y divergencias de accesibilidad en el desarrollo del programa, frente a su costo-beneficio para el consumidor.

por parte de la empresa, generando una sensación de “miedo” (percepción de los usuarios por el aviso de “no se puede verificar”, por la posible incompatibilidad del producto) hacia los reparadores y obligando a comprar o alquilar el kit solicitado, con un presupuesto superior a los USD\$ 1500, frente a los USD\$ 1099 que cuesta el dispositivo móvil (Apple Inc., 2020a, 2021b, 2021g; Arnbethnic, 2022; Global Witness, 2022; iFixit, 2022a, 2022d, 2022c; Xu et al., 2020).

Con lo revisado y evaluado dentro del MICS (Figura 3-33), se concluye lo siguiente: El modelo iPhone 14 Pro Max posee un nivel de sustentabilidad de eficiencia y por consiguiente su ciclo es parcialmente cerrado (de la cuna a la cuna parcialmente) y demuestra alcanzar su sustentabilidad durante sus fases.

Con lo revisado en sus puntuaciones, el modelo demuestra la capacidad de crear un producto con un alto avance tecnológico, pero con procesos productivos sustentables enfocados a las fases de producción y ensamblaje como a zonas de trabajo local y principal de la organización. La organización demuestra un interés en generar políticas frente a las problemáticas del cambio climático al igual que la participación de minorías étnicas como los grupos LGBTQ+ en sus actividades organizacionales.

Se recomienda que el producto tenga la capacidad ofrecer procesos de reparación a un mejor nivel de accesibilidad al usuario, al igual que evolucionar el dispositivo móvil, hacia un producto modular sustentable sin limitaciones en su reparación y recuperación. Se hace recomendación para dar información detallada del producto en términos de sustentabilidad, con un reporte de LCA que permita detectar información precisa sobre el impacto real que puede generar el producto.

3.5 Análisis de la metodología y de las compañías evaluadas

En el marco de ejecución del MICS en los tres modelos de DMC, se observa que las herramientas de diseño sustentable de productos (LiDS, Eco 99 y MET), permite generar puntos de calificación y evaluaciones de sustentabilidad para las tres marcas de celulares que son objeto de estudio. Sin embargo, existen limitantes en las herramientas de evaluación de la sustentabilidad por separado, demostrando que su uso en términos de efectividad no alcanza a abordar un amplio nivel de complejidad del ciclo. Frente a esto, el

análisis permitió demostrar que las herramientas deben adaptarse al método y no a la inversa, si el objetivo es abordar las relaciones complejas que implican el ciclo de un producto en términos de sustentabilidad ecológica, social y tecnológica, el método propuesto en el marco del presente estudio da las directrices para modificar las herramientas según los objetivos que requiera el evaluador a analizar.

Existe una tendencia por parte de las empresas a llamar plástico a todo producto derivado de polímeros, desde la perspectiva del diseño, el plástico es un estado de la materia y, por ende, no se recomienda ser generalizado como un producto. Por esta razón es importante que las organizaciones informen a detalle que tipo de polímeros usan, ya que permiten generar una mayor trazabilidad en cuanto a la sostenibilidad e impacto ambiental en la producción, uso y recuperación de los polímeros en los DMC.

Otro aspecto que se resalta en este trabajo es la falta de información que entregan algunas empresas en temas específicos que pueden afectar el ciclo, como es el caso de Samsung que, a pesar de tener informes generales de sus procesos, no presenta informes detallados de sus metodologías o criterios de evaluación de sus productos en términos de sustentabilidad, al igual que la baja cantidad de reportes producidos frente a las otras empresas evaluadas. Se resalta la importancia de complementar las herramientas de diseño sostenible con una revista independiente y reportes de otras fuentes ajenas a la compañía, lo cual permite subsanar la carencia de información detallada de la organización, con criterios complementarios de evaluación implementados en el MICS, otorgando un valor crucial en la escala de calificación tanto del producto como la empresa.

La anterior situación se evidencia en el caso del documento de Perfiles de Impacto Material (MIP) (Apple Inc., 2019) por parte de la empresa de Apple, donde reconocen que existen falta en los datos que determinen la calidad de los posibles impactos ambientales en los materiales, considerando que mientras mayor información se obtenga de estos, permitirá a los tomadores de decisiones modelar y evaluar mejor las áreas de impacto (Apple Inc., 2019, p. 9). Este aspecto refuerza la importancia de obtener la mejor calidad de la información de los procesos que ocurren en el ciclo, para determinar el nivel de sustentabilidad de un producto.

3.6 Conclusiones

Frente a lo desarrollado en el capítulo, se evidencia la importancia de generar diferentes criterios de sustentabilidad en escenarios ecológicos sociales y tecnológicos, dando la oportunidad de construir una metodología que logre dar una aproximación más detallada del nivel de efectividad que puede tener un producto en términos sustentables.

Se evidencia que las empresas productoras de DMC, tienen un interés en buscar mejoras sustentables para el ciclo productivo de sus productos, aun así, existen desafíos y limitantes que deben ser superados en su análisis, para garantizar que sus políticas tengan coherencia con sus ejecuciones, representadas por su producto de marca.

El MICS ha logrado demostrar la posibilidad de incorporar nuevos enfoques inter y transdisciplinarios en las metodologías propuestas, para evaluar la sustentabilidad del ciclo de un producto, así como para generar nuevos horizontes en el desarrollo de métodos que vinculen diferentes herramientas, para la transformación a procesos integrales de los estudios académicos.

Este capítulo ha logrado identificar las variables que pueden ser importantes en el análisis de sustentabilidad en el proceso de diseño y desarrollo de un producto, con una comprensión global de la complejidad inherente. Esto permite generar valor agregado a la identidad e historia que hay detrás de los objetos cotidianos, y que permite relacionar la responsabilidad del productor y del consumidor hacia un mejor producto.

4. Conclusiones y recomendaciones

Este trabajo evidencia las relaciones que se construyen en torno al consumo de los DMC, reflejando la complejidad que constituyen los procesos y las redes que se conectan para la creación del producto. Lo anterior permite establecer hacia donde puede direccionarse la construcción futura de los DMC, en torno a la sustentabilidad y la responsabilidad del productor y del consumidor.

Es importante comprender cuáles son las preferencias que direccionan la construcción de estos artefactos sustentables, y los criterios que determinan las decisiones en la compra. Se resalta el interés del usuario en obtener un producto durable, económico y con capacidad de reciclaje en post consumo, siendo factores generales de la adquisición.

En este aspecto, la integración de variables como: la toxicidad de los materiales, la ética corporativa y las condiciones de sustentabilidad en las cadenas de suministros, son piezas claves para crear la necesidad de los usuarios en torno a la responsabilidad y conciencia de compra sustentable.

Con base en los análisis realizados, es posible hacer recomendaciones sobre estrategias para las empresas y consumidores que tengan la necesidad, de mantenerse informados frente al avance de la innovación en términos de sustentabilidad en dos escenarios:

- Presencial: desarrollar actividades en los centros de experiencia de las propias compañías, guías interactivas y de asesoramiento al usuario, acerca de las políticas, acciones éticas, rutas de las cadenas de suministros, recuperación y conservación de ecosistemas, soporte y asesoramiento técnico, respuestas de reciclaje y recuperación, al ciclo de sustentabilidad del modelo del DMC que el usuario quiere comprar.
- Digital: el comercio electrónico (E-Commerce), es una opción bastante práctica para los usuarios al realizar las compras de sus productos, frente a esto, es importante

generar plataformas interactivas que muestren cómo es la ruta de seguimiento del modelo de celular que va a comprar, con las redes y relaciones que hace la compañía en gestiones y avances en la sustentabilidad del producto.

Estos escenarios permiten visualizar las oportunidades que puede desarrollar cada compañía productora de DMC, lo que genera una nueva transformación de consumo en los procesos productivos, al igual que la construcción ambiental con los aportes del consumidor.

Es por eso, que el presente trabajo se enfoca en mostrar el potencial del desarrollo de la metodología MICS, como una herramienta que posibilita generar conciencia y pedagogía para el productor como para los usuarios de los DMC, así como una comprensión más integral para los futuros investigadores que decidan realizar un análisis en torno a la sustentabilidad de un producto.

El legado de la MICS permite preguntar e indagar lo que existe, para reconocer no solo el producto, sino también a las personas, especies y ecosistemas que están detrás de la historia de su ciclo. Con lo anterior, el primer paso para construir un celular sustentable es reconocer que el producto no debe tener la mayor cantidad de servicios, sino ser el mejor en sus procesos de existencia sustentable.

En la investigación se demuestra que los procesos sustentables pueden generar un mayor impacto, si se hacen de manera local y coordinada con diferentes grupos estratégicos privados, públicos e independientes, que logren no solo crear una divulgación a la marca sino al fortalecimiento del desarrollo de las regiones y poblaciones vulnerables, en torno a un mercado justo y sustentable.

A. Anexo 1: tabla de puntuación Eco Indicador 99

Producción de metales férricos (en milipuntos por kg)			
Material	Indicador	Descripción	
Hierro fundido	240	Hierro fundido con >2 % de carbón	1
Acero de convertidores	94	Bloques de material que solo contienen acero primario	1
Acero de arco eléctrico	24	Bloques de material que solo contienen chatarra (acero secundario)	1
Acero	86	Bloques de material que solo contienen 80 % de hierro primario y 20 % de restos	1
Acero de alta aleación	910	Bloques de material que solo contienen 71 % de acero primario, 16 % Cr, 13 % Ni.	1
Acero de baja aleación	110	Bloques de material que solo contienen 93 % de acero primario, 5 % de restos y 1 % de materiales de aleación	1

Producción de metales no férricos (en milipuntos por kg)			
Material	Indicador	Descripción	
Aluminio 100 % rec.	60	Bloques de material que solo contienen materiales secundarios	1

Producción de metales férricos (en milipuntos por kg)			
Material	Indicador	Descripción	
Hierro fundido	240	Hierro fundido con >2 % de carbón	1
Acero de convertidores	94	Bloques de material que solo contienen acero primario	1
Acero de arco eléctrico	24	Bloques de material que solo contienen chatarra (acero secundario)	1
Acero	86	Bloques de material que solo contienen 80 % de hierro primario y 20 % de restos	1
Acero de alta aleación	910	Bloques de material que solo contienen 71 % de acero primario, 16 % Cr, 13 % Ni.	1
Acero de baja aleación	110	Bloques de material que solo contienen 93 % de acero primario, 5 % de restos y 1 % de materiales de aleación	1

Producción de metales no férricos (en milipuntos por kg)			
Material	Indicador	Descripción	
Aluminio 100 % rec.	60	Bloques de material que solo contienen materiales secundarios	1

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

Aluminio o % rec.	780	Bloques de material que solo contienen materiales primarios	1
Cromo	970	Bloques de material que solo contienen materiales primarios	1
Cobre	1400	Bloques de material que solo contienen materiales primarios	1
Plomo	640	Bloques de material que contienen 50 % de plomo secundario	1
Níquel enriquecido	5200	Bloques de material que solo contienen materiales primarios	1
Paladio enriquecido	4 600 000	Bloques de material que solo contienen materiales primarios	1
Platino	7 000 000	Bloques de material que solo contienen materiales primarios	1
Rodio enriquecido	12 000 000	Bloques de material que solo contienen materiales primarios	1
Zinc	3200	Bloques de material que solo contienen materiales primarios (baño de calidad)	1

Procesado de metales (en milipuntos)			
Material	Indicador	Descripción	
Curvado-aluminio	0,000047	Una hoja de 1 mm de espesor y 1 m de ancho, curvada 90°	4
Curvado-acero	0,00008	Una hoja de 1 mm de espesor y 1 m de ancho, curvada 90°	4
Curvado-RVS	0,00011	Una hoja de 1 mm de espesor y 1 m de ancho, curvada 90°	4
Soldadura fuerte (con plata, cobre o latón)	4000	Por kg de cobresoldadura, incluyendo material de cobresoldado (45 % de plata, 27 % de cobre, 25 % de latón)	1
Laminado en frío de rollos	18	Reducción de 1 mm en cada bandeja de 1 m ²	4
Cromado electrolítico	1100	Por m ² , de 1 µm de espesor, doble cara, datos poco fiables	4
Galvanizado electrolítico	130	Por m ² , de 2,5 µm de espesor, doble cara, datos poco fiables	4
Extrusión - aluminio	72	Por kg	4
Fresado, torneado, perforación	800	Por dm ³ de material eliminado sin producción de material de desecho	4
Prensado	23	Por kg de material deformado sin incluir las partes no deformadas	4
Soldado por puntos - aluminio	2,7	Por soldadura de 7 mm de diámetro, ancho de la lámina: 2 mm	4
Corte/estampación - aluminio	0,000036	Por mm ² de superficie de corte	4

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

Corte/estampación - acero	0,00006	Por mm ² de superficie de corte	4
Corte/estampación - RVS	0,000086	Por mm ² de superficie de corte	4
Laminado	30	Por kg producido de láminas fuera del material del bloque	4
Zincado de bandas	4300	(Baño de zinc sedzimir) por m ² , de 20-45 µm de espesor, incluyendo el zinc	1
Galvanizado en caliente	3300	Por m ² , espesor de 100 µm incluyendo zinc	1
Baño de zinc (conversión um)	49	Por m ² , espesor extra µm, incluyendo zinc	1

Producción de plástico granulado (en milipuntos por kg)			
Material	Indicador	Descripción	
ABS	400		3
HDPE	330		1
LDPE	360		1
PA 6.6	630		3
PC	510		1
PET	380		1
PET botellas	390	Para botellas	3
PP	330		1
PS (GPPS)	370	Uso general	3
PS (HIPS)	360	Gran impacto	1
PS (EPS)	360	Expandible	3
PUR absorción de energía	490		3
PUR bloques de espuma flexible	480	Para muebles, camas, ropa	3
PUR espuma dura	420	Para elaborar electrodomésticos, aislamientos, materiales de construcción	1
PUR espuma semirígida	480		3
PVC gran impacto	280	Sin estabilizador de metales (Pb o Ba) ni plastificantes (véase químicos)	1
PVC rígido	270	PVC rígido con 10 % de plastificantes (estimación aproximada)	1
PVC flexible	240	PVC flexible con 50 % de plastificantes (estimación aproximada)	1
PVDC	440	Para capas finas	3

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

Procesado de plásticos (en milipuntos)			
Material	Indicador	Descripción	
Extrusión con soplado de aire de PE	2,1	Por kg de PE granulado, pero sin producción de PE. Láminas para fabricar bolsas	2
Calandrado de láminas de PVC	3,7	Por kg de PVC granulado, pero sin producción de PVC	2
Moldeado por inyección - 1	21	Por kg de PE; PP; PS y ABS granulado, pero sin producción de material	4
Moldeado por inyección - 2	44	Por kg de PVC y PC, pero sin producción de material	4
Granceado, taladrado	6,4	Por dm ³ de material procesado, pero sin producción de material de desecho	4
Modelado por presión	6,4	Por kg	4
Moldeado de PUR por inyección	12	Por kg, sin producción de PUR ni otros posibles componentes	4
Soldadura ultrasónica	0,098	Por metro soldado	4
Moldeo o conformado en vacío	9,1	Por kg de material, pero sin producción del mismo	4

Producción de caucho (en milipuntos por kg)			
Material	Indicador	Descripción	
Gomas EPDM	360	Vulcanizado con 44 % de carbono, incluyendo el moldeado	1

Producción de materiales de embalaje (en milipuntos por kg)			
Material	Indicador	Descripción	
Cartón de embalaje	69	Omisión de la absorción de CO ₂ en la fase de dilatación	1
Papel	96	Contiene 65 % de papel de deshecho, omisión de la absorción de CO ₂ en la fase de dilatación	1
Vidrio (marrón)	50	Vidrio para envases que contiene un 61 % de vidrio reciclado	2
Vidrio (verde)	51	Vidrio para envases que contiene un 99 % de vidrio reciclado	2
Vidrio (blanco)	58	Vidrio para envases que contiene un 55 % de vidrio reciclado	2

Producción de productos químicos y otros (en milipuntos por kg)			
Material	Indicador	Descripción	
Amoniaco 160		NH ₃	1
Argón	7,8	Gas inerte empleado en bombillas, soldadura de metales reactivos como el aluminio	1

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

Betonita	13	Para la arena de los gatos, porcelana etc.	1
Negro de humo	180	Empleado como colorante y relleno	1
Productos químicos inorgánicos	53	Valor medio de producción de químicos inorgánicos	1
Productos químicos orgánicos	99	Valor medio de producción de químicos orgánicos	1
Cloro	38	Cl ₂ producido mediante procesos de diagrama (tecnología punta)	1
Dimetil p-pathalate	190	Como plastificante para suavizar el PVC	1
Etilenglicol/óxido de etileno	330	Como disolvente artificial y limpiador	1
Fueloil	180	Solo para producción. Sin combustión	1
Gasolina sin plomo	210	Solo para producción. Sin combustión	1
Diesel (gasóleo)	180	Solo para producción. Sin combustión	1
H ₂	830	Gas hidrógeno. Emplea en procesos de reducción	1
H ₂ SO ₄	22	Ácido sulfúrico. Emplea para limpieza y Mordentado	1
HCl	39	Ácido hidroclorehídrico. Emplea para procesar metales y en limpieza	1
HF	140	Ácido fluorhídrico	1
N ₂	12	Nitrógeno. Emplea como atmósfera inerte	1
NaCl	6,6	Cloruro de sodio	1
NaOH	38	Sosa cáustica	1
Ácido nítrico	55	HNO ₃ . Emplea para evitar la oxidación de los metales (mordentado)	1
O ₂	12	Oxígeno	1
Ácido fosfórico	99	H ₃ PO ₄ empleada en preparados y fertilizantes	1
Polipropilen glicol	200	Utilizado como anticongelante y disolvente	1
R134a (refrigerante)	150	Solo producción de R134. La emisión de 1 kg de R134 genera 7300 mPt	1
R22 (refrigerante)	240	Solo producción de R22. La emisión de 1 kg de R22 genera 8400 mPt	1
Silicato (vidrio soluble)	60	Emplea en la fabricación de gel de sílice (sílica gel), detergentes y en la limpieza de metales	1
Sosa	45	Na ₂ CO ₃ . Emplea en detergentes	1
Urea	130	En fertilizantes	1
Agua descarbonizada	0,0026	Solo procesado. No se contemplan los efectos en aguas subterráneas (si los hubiera)	1
Agua desmineralizada	0,026	Solo procesado. No se contemplan los efectos en aguas subterráneas (si los hubiera)	1
Zeolita	160	Utilizada en procesos de absorción y en detergentes	1

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

Producción de material de construcción (en milipuntos por kg)			
Material	Indicador	Descripción	
Barniz alquídico	520	Producción y emisiones durante el barnizado, contiene 55 % de disolventes	5
Cemento	20	Cemento portland	1
Material cerámico	28	Ladrillos etc.	1
Hormigón sin refuerzo	3,8	Hormigón con densidad de 2200 kg/m ³	1
Vidrio templado revestido	51	Para ventanas. Cubierta de estaño, plata y níquel (77 g/m ²)	1
Vidrio templado no revestido	49	Para ventanas	1
Yeso	9,9	Selenita. Empleada como relleno	1
Gravilla	0,84	Extracción y transporte	1
Cal (quemada)	28	CaO. Empleado para producir cementos. También se puede utilizar como base consistente.	1
Cal (hidratada)	21	Ca(OH) ₂ . Empleado para fabricar mortero	1
Lana mineral	61	Para aislamientos	1
Construcción sólida	1500	Estimación para un edificio (cemento) por m ³ de volumen (bienes de equipo)	1
Construcción en metal	4300	Estimación para un edificio (cemento) por m ³ de volumen (bienes de equipo)	1
Arena	0,82	Extracción y transporte	1
Tableros de madera	39	Madera europea (criterios FSC). Omisión de la absorción de CO ₂ en la fase de crecimiento	1
Madera maciza	6,6	Madera europea (criterios FSC). Omisión de la absorción de CO ₂ en la fase de crecimiento	1
Uso del suelo	45	Ocupación como suelo urbano por m ² al año	1

Calor (en milipuntos por MJ)			
Material	Indicador	Descripción (se incluye la producción de carburantes)	
Briqueta de carbón (estufas)	4,6	Combustión de carbón en un horno de 5-15 kW	1
Carbón para hornos industriales	4,2	Combustión de carbón en un horno industrial (1-10 MW)	1
Aglomerado de lignito	3,2	Combustión de lignito en un horno de 5-15 kW	1
Gas (calderas)	5,4	Combustión de gas en una caldera atmosférica (<100 kW) con NO _x bajo	1
Gas para hornos industriales	5,3	Combustión de gas en un horno industrial (>100 kW) con NO _x bajo	1
Petróleo (calderas)	5,6	Combustión de petróleo en una caldera 10 kW	1
Petróleo para hornos industriales	11	Combustión de petróleo en un horno industrial	1
Madera para combustión	1,6	Combustión de madera. Omisión de la absorción y emisión de CO ₂	1

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

Energía solar (en milipuntos por kWh)			
Tipo de placa	Indicador	Descripción	
Placa solar de fachada m-Si	9,7	Pequeña instalación (3 kWp) con células monocristalinas, empleada en fachadas de edificios	1
Placa solar de fachada p-Si	14	Pequeña instalación (3 kWp) con células policristalinas, empleada en fachadas de edificios	1
Techo solar m-Si	7,2	Pequeña instalación (3 kWp) con células monocristalinas, empleada en techos de edificios	1
Techo solar p-Si	10	Pequeña instalación (3 kWp) con células policristalinas, empleada en techos de edificios	1

Electricidad (en milipuntos por kWh)			
Tipo de electricidad	Indicador	Descripción	
Electricidad AV Europa (UCPTE)	22	Alto voltaje (>24 k V)	1
Electricidad MV Europa (UCPTE)	22	Voltaje medio (1kV-24 k V)	1
Electricidad BV Europa (UCPTE)	26	Bajo voltaje (<1000 V)	1
Electricidad BV Austria	18	Bajo voltaje (<1000 V)	1
Electricidad BV Bélgica	22	Bajo voltaje (<1000 V)	1
Electricidad BV Suiza	8,4	Bajo voltaje (<1000 V)	1
Electricidad BV Gran Bretaña	33	Bajo voltaje (<1000 V)	1
Electricidad BV Francia	8,9	Bajo voltaje (<1000 V)	1
Electricidad BV Grecia	61	Bajo voltaje (<1000 V)	1
Electricidad BV Italia	47	Bajo voltaje (<1000 V)	1
Electricidad BV Países Bajos	37	Bajo voltaje (<1000 V)	1
Electricidad BV Portugal	46	Bajo voltaje (<1000 V)	1

Transporte (en milipuntos por TKM)			
Tipo de transporte	Indicador	Descripción	
Camión de reparto <3,5 t	140	Transporte por carretera con 30 % de carga, 33 % de gasolina sin plomo, 38 % de gasolina con plomo, 29 % de Diesel (38 % sin catalizador). Media europea incluyendo viaje de vuelta	1
Camión 16 t	34	Transporte por carretera con 40 % de carga. Media europea incluyendo viaje de vuelta	1
Camión 28 t	22	Transporte por carretera con 40 % de carga. Media europea incluyendo viaje de vuelta	1

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

Camión 28 t (volumen)	8	Transporte por carretera por m ³ /km. Se emplea cuando el factor determinante es el volumen y no la carga	1
Camión 40 t	15	Transporte por carretera con 50 % de carga, Media europea incluyendo viaje de vuelta	1
Utilitario W-Europa	29	Transporte por carretera por km	1
Transporte por ferrocarril	3,9	Transporte por tren, 20 % Diesel y 80 % mediante trenes eléctricos	1
Buque cisterna fluvial	5	Transporte marítimo con 65 % de carga. Media europea incluyendo el viaje de vuelta	1
Buque cisterna oceánico	0,8	Transporte marítimo con 54 % de carga. Media europea incluyendo el viaje de vuelta	1
Buque carguero fluvial	5,1	Transporte marítimo con 70 % de carga. Media europea incluyendo el viaje de vuelta	1
Buque carguero oceánico	1,1	Transporte marítimo con 70 % de carga. Media europea incluyendo el viaje de vuelta	1
Transporte aéreo medio	78	Transporte aéreo con 78 % de carga. Media de todos los vuelos	6
Transporte aéreo continental	120	Transporte aéreo en un Boeing 737 con carga del 62 %. Media de todos los vuelos	6
Transporte aéreo intercontinental	80	Transporte aéreo en un Boeing 747 con carga del 78 %. Media de todos los vuelos	6
Transporte aéreo intercontinental	72	Transporte aéreo en un Boeing 767 o MD 11 con carga del 71 %. Media de todos los vuelos	6

Reciclado de basuras (en milipuntos por kg)					
Material	Indicador	Descripción (valores de reciclaje de materiales primarios)			
Reciclado de PE	-240	86	-330	Si no se mezcla con otros plásticos	7
Reciclado de PP	-210	86	-300	Si no se mezcla con otros plásticos	7
Reciclado de PS	-240	86	-330	Si no se mezcla con otros plásticos	7
Reciclado de PVC	-170	86	-250	Si no se mezcla con otros plásticos	7
Reciclado de papel	-1,2	32	-33	El reciclado evita producir papel virgen	2
Reciclado de cartón	-8,3	41	-50	El reciclado evita producir cartón virgen	2
Reciclado de vidrio	-15	51	-66	El reciclado evita producir vidrio virgen	2
Reciclado de aluminio	-720	60	-780	El reciclado evita producir aluminio primario	1
Reciclado de metales de hierro	-70	24	-94	El reciclado evita producir acero primario	1

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

Tratamiento de residuos (en milipuntos por kg)			
Tratamiento	Indicador	Descripción	
Incineración		Realizada en una planta de incineración de basuras europea. Medio de recuperación de energía, el 22 % de los residuos urbanos de Europa es incinerada	
Incineración de PE	-19	Este indicador puede utilizarse para HDPE y LDPE	2
Incineración de PP	-13		2
Incineración de PUR	2,8	Este indicador puede utilizarse para todos los tipos de PUR	2
Incineración de PET	-6,3		2
Incineración de PS	-5,3	Producción de energía relativamente baja, también puede usarse para ABS, HIPS, GPPS, EPS	2
Incineración de nylon	1,1	Liberación de energía relativamente baja	2
Incineración de PVC	37	Liberación de energía relativamente baja	2
Incineración de PVDC	66	Liberación de energía relativamente baja	2
Incineración de papel	-12	Gran liberación de energía. Emisiones de CO ₂ no contempladas	2
Incineración de cartón	-12	Gran liberación de energía. Emisiones de CO ₂ no contempladas	2
Incineración de acero	- 32	40 % de separación magnética para reciclado, eliminando el hierro crudo (media europea)	2
Incineración de aluminio	-110	15 % de separación magnética para reciclado, eliminando aluminio primario	2
Incineración de vidrio	5,1	Se trata de un material casi inerte. El indicador se puede aplicar a otros materiales inertes	2

Vertederos		Vertederos controlados. El 78 % de los residuos urbanos europeos se lleva a vertederos	
Vertederos de PE	3,9		2
Vertederos de PP	3,5		2
Vertederos de PET	3,1		2
Vertederos de PS	4,1	Este indicador también puede aplicarse a los vertederos de ABS	2
Vertederos de espuma EPS	7,4	Espuma de PS, 40 kg/m ³	2
Vertederos de espuma 20 kg/m ³	9,7	Vertederos de espuma tipo PUR con 20 kg/m ³	2
Vertederos de espuma 100 kg/m ³	4,3	Vertederos de espuma tipo PUR con 100 kg/m ³	2
Vertedero de nylon	3,6		2
Vertederos de PVC	2,8	Se excluye el filtrado de estabilizadores del metal	2
Vertederos de PVDC	2,2		2

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

Vertederos de papel	4,3	No se consideran las emisiones de CO ₂ y metano	2
Vertederos de cartón	4,2	No se consideran las emisiones de CO ₂ y metano	2
Vertederos de vidrio	1,4	Se trata de un material casi inerte. El indicador se puede aplicar a otros materiales inertes	2
Vertederos de acero	1,4	Se trata de un material casi inerte. El indicador se puede aplicar a otros materiales inertes	2
Vertederos de aluminio	1,4	Se trata de un material casi inerte. El indicador se puede aplicar a otros materiales inertes	2
Vertederos de 1 m ³ de volumen	140	Volumen del vertedero por m ³ , empleo de restos voluminosos, como espuma y derivados	2

Residuos urbanos		En Europa, el 22 % de los residuos urbanos se incinera y el 78 % se lleva a vertederos. Este indicador no es válido para residuos voluminosos y materiales secundarios	
Residuos urbanos de PE	-1,1		2
Residuos urbanos de PP	-0,13		2
Residuos urbanos de PET	1		2
Residuos urbanos de PS	2	No aplicable a espumas	2
Residuos urbanos de PA 6.6	3,1		2
Residuos urbanos de PVC	10		2
Residuos urbanos de PVDC	16		2
Residuos urbanos de papel	0,71		2
Residuos urbanos de cartón	0,64		2
Residuos urbanos de acero ECCS	-5,9	Solo válido para acero primario	2
Residuos urbanos de aluminio	-23	Solo válido para aluminio primario	2
Residuos urbanos de vidrio	2,2		2

Basura doméstica		Separación por consumidor de los residuos destinados al reciclado (media europea)	
Papel	-0,13	44 % de separación	2
Cartón	-3,3	44 % de separación	2
Vidrio	-6,9	52 % de separación	2

Fuente: Muriel Guisado & García Acosta (2019).

5. Bibliografía

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2017). *Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS)* (p. 2). <https://doi.org/10.1542/9781610022194-part04-ch36>
- Akemu, O. (2016). Fairphone: Organising for Sustained Social Impact. *SSRN Electronic Journal*, May 2015. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2700505>
- Aliau Pons, J. J. (2015). *Cradle & Cradle (C2C), como herramienta para la Educación en Ingeniería para el Desarrollo Sostenible (EESD)*. Universitat politècnica de catalunya.
- Amnesty International. (2017). Time to recharge. In *Amnesty International* (Issue AFR 62/7395/2017).
- Amnesty International, & African Resources Watch Afrewatch. (2016). "This is what we die for": human rights abuses in the democratic republic of the congo power the global trade in cobalt. In *Amnesty International Ltd* (Issue Afr 62/3183/2016). <https://doc.es.amnesty.org/cgi-bin/ai/BRSCGI.exe?CMD=VERDOC&BASE=SIAI&SORT=-FPUB&DOCR=1&RNG=10&SEPARADOR=&&INAI=AFR62318316>
- Apple Inc. (2016). *Sustainable Fiber Specification: Version C*.
- Apple Inc. (2017). *Apple's Paper and Packaging Strategy* (Issue October).
- Apple Inc. (2018). *A Protocol for Prioritizing Chemicals of Concern in the Electronics Industry*.
- Apple Inc. (2019). *Material Impact Profiles: Which materials to prioritize for a 100 percent recycled and renewable supply chain*.
- Apple Inc. (2020a). *2020 Statement on Efforts to Combat Human Trafficking and Slavery in Our Business and Supply Chains*. <https://www.apple.com/supplier->

responsibility/pdf/Apple-Combat-Human-Trafficking-and-Slavery-in-Supply-Chain-2019.pdf

Apple Inc. (2020b). *Taking responsibility for our products at every stage*. 9.

Apple Inc. (2021a). *Apple Regulated Substances Specification: 069-0135-L*.

Apple Inc. (2021b). FORM SD Specialized Disclosure Report Apple. In *United States Securities and Exchange Commission*.

Apple Inc. (2021c). *How We Work to Prevent Forced Labor In Our Supply Chain*.

Apple Inc. (2021d). *iPhone 12 Repair Manual* (p. 92).
https://www.apple.com/?afid=p238%7CseIEs444j-dc_mtid_1870765e38482_pcrd_490032927326_pgrid_13945964887_&cid=aos-us-kwgo-brand-apple--slid---product-

Apple Inc. (2021e). *People and Environment in Our Supply Chain*.
https://www.apple.com/euro/supplier-responsibility/k/generic/pdf/Apple_SR_2021_Progress_Report_UK_IE.pdf

Apple Inc. (2021f). *Self Service Repair Store*. <https://selfservicerepair.com/order>

Apple Inc. (2021g). *Smelter and Refiner List*.

Apple Inc. (2021h). *Taking Action on Racial Equity and Justice: Create a Better World Through Environmental Justice*.

Apple Inc. (2021i). *Taking Action on Racial Equity and Justice: Make a Positive Impact in Your Community*.

Apple Inc. (2022a). *Apple's commitment to phasing out per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)* (Issue November).

Apple Inc. (2022b). *Apple Impact Accelerator: A program for Black-, Hispanic/ Latinx-, and Indigenous-owned businesses*.

Apple Inc. (2022c). *Apple Recycler Guide* (Issue February, p. 29).

Apple Inc. (2022d). *Apple Supplier Code of Conduct*.

- Apple Inc. (2022e). *Environmental Progress Report 2022*.
- Apple Inc. (2022f). *Integrating Toxicological Assessments in Material Selection for Apple Products* (Issue July).
https://www.apple.com/environment/pdf/Toxicology_in_Material_Selection_Sept2016.pdf
- Apple Inc. (2022g). *iPhone 14 Pro Max specs*. <https://www.apple.com/iphone-14-pro/specs/>
- Apple Inc. (2022h). *Product Environmental Report: iPhone 14 Pro Max*.
- Apple Inc. (2022i). *Taking Action on Racial Equity and Justice: Create Opportunities for Meaningful Conversations About Race*.
- Apple Inc. (2022j). *Taking Action on Racial Equity and Justice: Help Shape a Healthier Society*. In *Apple inc.*
- Arnbethnic. (2022). *Global witness publishes details of fraudulent export of congolese minerals from rwanda*. Copperbelkatanga Mining.
<https://copperbelkatangamining.com/global-witness-publishes-details-of-fraudulent-export-of-congolese-minerals-from-rwanda/#:~:text=These are the claims made by Global Witness,by Rwanda are illegally introduced from the DRC.>
- Awan, U., & Sroufe, R. (2022). Sustainability in the Circular Economy: Insights and Dynamics of Designing Circular Business Models. *Applied Sciences (Switzerland) MDPI*, 12(3), 30. <https://doi.org/10.3390/app12031521>
- BCorp Movement. (2021). *Certified B Corporation Fairphone*.
<https://www.bcorporation.net/en-us/find-a-b-corp/company/fairphone>
- Brix-Asala, C., Geisbüsch, A. K., Sauer, P. C., Schöpflin, P., & Zehendner, A. (2018). Sustainability tensions in supply chains: A case study of paradoxes and their management. *Sustainability (Switzerland) MDPI*, 10(2), 20. <https://doi.org/10.3390/su10020424>
- Brix-Asala, C., Seuring, S., Sauer, P. C., Zehendner, A., & Schilling, L. (2021). Resolving the base of the pyramid inclusion paradox through supplier development. *Business*

Strategy and The Environment Published by ERP Environment and John Wiley & Sons Ltd., 3208–3227. <https://doi.org/10.1002/bse.2798>

- Cadenas, N. (2019). La ecoefectividad como estrategia para alcanzar el desarrollo sostenible: Un análisis basado en el paradigma Cradle to Cradle. *Dissertare*, 4, 39–56.
- Callaway, A. (2017). Demand the Supply: Ranking Consumer Electronics and Jewelry Retail Companies on Their Efforts to Develop Conflict-Free Minerals Supply Chains from Congo. *Enough Project*, November, 32.
- Canale, G. (2010). La caja de las herramientas del Diseño Sustentable: El diseñador como generador de consecuencias antes que productos. *Universidad Nacional de Córdoba*, 20.
- Cashmore, M., Gwilliam, R., Morgan, R., Cobb, D., & Bond, A. (2004). The interminable issue of effectiveness: Substantive purposes, outcomes and research challenges in the advancement of environmental impact assessment theory. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 22(4), 295–310. <https://doi.org/10.3152/147154604781765860>
- Cashmore, M., Richardson, T., Hilding-Ryedvik, T., & Emmelin, L. (2010). Evaluating the effectiveness of impact assessment instruments: Theorising the nature and implications of their political constitution. *Environmental Impact Assessment Review*, 30(6), 371–379. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2010.01.004>
- Castiblanco, C. (2007). La economía ecológica: Una disciplina en busca de autor. *Gestión y Ambiente*, 10(3), 07–22.
- Ceschin, F., & Gaziulusoy, I. (2016). Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions. *Design Studies*, 47, 118–163. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.09.002>
- Charter, M., & Tischner, U. (2001). Sustainable solutions: Developing products and services for the future. In *Taylor & Francis Group*. Greenleaf Publishing Limited.
- Cnet. (2023). *Best Phone to Buy for 2023*. <https://www.cnet.com/tech/mobile/best-phone-to-buy/>

- Crumbie, A. (2019). Mobile Phones. *Ethical Consumer*.
<https://www.ethicalconsumer.org/technology/shopping-guide/mobile-phones>
- Disclosure Insight Action. (2021). *Apple Inc.-Climate Change 2021*.
- Durán, S. (2022). *Nueva York espera firma de Kathy Hochul para aprobar el “derecho a reparar” dispositivos*. Dpl News. <https://dplnews.com/nueva-york-espera-firma-de-kathy-hochul-para-aprobar-el-derecho-a-reparar-dispositivos/>
- Electronics watch. (2021). *Annual Report 2021*. www.electronicswatch.org
- Ethical Consumer Research Association Ltd. (2019a). How PC is you IT? *Ethical Consumer Magazine*, 181, 48.
- Ethical Consumer Research Association Ltd. (2019b). To Slow Down Fast Fashion. *Ethical Consumer Magazine*.
- Ethical Consumer Research Association Ltd. (2020). We reveal the ethical positives & negatives of batteries. *Ethical Consumer Magazine*, 182, 52.
- Ethical Consumer Research Association Ltd. (2022a). Big Business goes vegan: Good or Bad? *Ethical Consumer Magazine*, 198, 52.
- Ethical Consumer Research Association Ltd. (2022b). Good Technology? How PC is your IT? *Ethical Consumer Magazine*, 199, 52.
- Ethical Consumer Research Association Ltd. (2022c). *Our Ethical Ratings*. *Ethical Consumer Magazine*. <https://www.ethicalconsumer.org/about-us/our-ethical-ratings>
- Ettinger, J. (2022). Should You Get an Eco Phone? Are Any Smartphones Really Sustainable? *Ethos*. <https://the-ethos.co/best-sustainable-smartphones/>
- Euromonitor International. (2020). *Report Apple inc, Company Share*.
<https://doi.org/10.35156/0505-000-020-042>
- Euromonitor International. (2021a). *Mobile phones in Australia* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021b). *Mobile phones in Austria* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021c). *Mobile phones in Brazil* (Issue November).

- Euromonitor International. (2021d). *Mobile Phones in China* (Issue August).
www.marketline.com
- Euromonitor International. (2021e). *Mobile Phones in Denmark* (Issue September).
- Euromonitor International. (2021f). *Mobile phones in Egypt* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021g). *Mobile phones in France* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021h). *Mobile phones in Germany* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021i). *Mobile phones in Hong kong* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021j). *Mobile phones in india* (Issue January).
- Euromonitor International. (2021k). *Mobile phones in Italy* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021l). *Mobile Phones in Malaysia* (Issue August).
- Euromonitor International. (2021m). *Mobile phones in Mexico* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021n). *Mobile phones in Morroco* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021o). *Mobile phones in Nigeria* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021p). *Mobile Phones in Norway* (Issue September).
- Euromonitor International. (2021q). *Mobile phones in Portugal* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021r). *Mobile Phones in Saudi Arabia* (Issue August).
<http://www.euromonitor.com/mobile-phones-in-saudi-arabia/report>
- Euromonitor International. (2021s). *Mobile Phones in South Africa* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021t). *Mobile phones in Spain* (Issue August).
- Euromonitor International. (2021u). *Mobile Phones in Sweden* (Issue September).
- Euromonitor International. (2021v). *Mobile phones in Taiwan* (Issue November).
- Euromonitor International. (2021w). *Mobile Phones in the Czech Republic* (Issue August).
- Euromonitor International. (2021x). *Mobile Phones in the Netherlands* (Issue September).

- Euromonitor International. (2021y). *Mobile Phones in the US* (Issue August).
- Euromonitor International. (2021z). *Mobile phones in Ukraine* (Issue November).
- Euromonitor International. (2022a). *Samsung Corp, company sales*.
- Euromonitor International. (2022b). *Samsung Corp, company share*.
- Euromonitor International. (2022c). *Samsung Corp, point share change* (p. 2022).
- Évole, J., Lara, R., Legaspi, V., Paolis, J. de, González, M., & López, D. (2016, November). *eVictims: Vol. Temporada* (p. Episodio 5) [Documental]. La Sexta. https://www.atresplayer.com/lasexta/programas/salvados/temporada-12/capitulo-5-eVictims_5ad094ca7ed1a88d4ef811f1/
- Fair cobalt alliance. (2022). *FCA member since August 2020: Fairphone is one of the founders of the Fair Cobalt Alliance*. <https://www.faircobaltalliance.org/supply-chain-wide-collaboration/our-members/fairphone/>
- Fairphone. (n.d.). *for your business Fairphone is a social enterprise that is Inspiring*.
- Fairphone. (2017). Smartphone Material Profiles Table of Contents. In *The Dragonfly Initiative*.
- Fairphone. (2021a). *Fair Materials Sourcing Roadmap 2023*.
- Fairphone. (2021b). *Fairphone, BASF, Daimler AG and Volkswagen start partnership for sustainable Lithium mining in Chile*. 3. <https://fairphone.com/en/about/press/>
- Fairphone. (2021c). *Fairphone's 2021 impact a snapshot of our company results in 2021. 2021–2024*.
- Fairphone. (2021d). *Fairphone's Fair Sourcing Policy*.
- Fairphone. (2021e). *Fairphone's impact 2021 change is in your hands*.
- Fairphone. (2022a). *Fairphone 4 Shop*. <https://shop.fairphone.com/nl/buy-fairphone-4>
- Fairphone. (2022b). *Fairphone 4 Suppliers, Smelters and Refiners* (Issue May).
- Fairphone. (2022c). *Fairphone publishes 2021 impact report and raises the bar by*

expanding its living wage bonus to Fairphone 4 factory. 3.

Fairphone. (2022d). *Fairphone takes circularity to the next level with Fairphone Easy, the sustainable smartphone for a monthly fee* (Issue June).

Fairphone. (2022e). *Mapping the journey of your Fairphone*.
<https://www.fairphone.com/en/impact/source-map-transparency/>

Fairphone, & WaterBear. (2022). *Behind the Screens*.
<https://www.fairphone.com/es/behind-the-screens/>

Fairtrade. (2019). *Fairphone launches fairphone 3 to show there is a real sustainable smartphone alternative*. <https://www.fairtrade.org.uk/media-centre/news/fairphone-launches-fairphone-3-to-show-there-is-a-real-sustainable-smartphone-alternative/#:~:text=Fairphone was the first electronics manufacturer to integrate,Premium for re-investment into mine and communi>

Faludi, J., Hoffenson, S., Kwok, S. Y., Saidani, M., Hallstedt, S. I., Telenko, C., & Martinez, V. (2020). A research roadmap for sustainable design methods and tools. *Sustainability (Switzerland) MDPI*, 12(19), 28. <https://doi.org/10.3390/su12198174>

Félix, A. S. (2014). *Ecodiseño un nuevo concepto en el desarrollo de productos*. In *Universidad de La Rioja*. Universidad de la Rioja.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/334814.pdf>

Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., Bel, G., Jinhui, L., Khetriwal, D. S., Linnell, J., Magalini, F., Nnororm, I. C., Onianwa, P., Ott, D., Ramola, A., Silva, U., Stillhart, R., Tillekeratne, D., Van Straalen, V., Wagner, M., & Yamamoto. (2020). The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows, and and the circular economy potential. In *Ensure healthy Lives and Promote Well-being for All. Experiences of Community Health, Hygiene, Sanitation and Nutrition*. https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/university_koerber_et_al_2018_concept_of_sustainable_nutrition_-_implementation_via_esd_in_munich.pdf%0Ahttps://ewastemonitor.info/gem-2020/

García-Acosta, G., Segura, V., & García-Acosta, G. (2016). *Eco-Efectividad, Socio-Eficiencia, Eco-Efectividad y Socio-Efectividad Para el Diseño y Desarrollo de Productos: Una Revisión Sistemática*. In *researchgate*.

- https://www.researchgate.net/profile/Vanessa_Segura2/project/The-concepts-eco-effectiveness-socio-effectiveness-eco-efficiency-and-socio-efficiency/attachment/5922ded482999cd4856e3b79/AS:496798885007360@1495457492148/download/Anexo+2.+Artículo+de+publicac
- García Acosta, G. (2016). *Modelo de ciclos socio-tecnológicos para productos social y ambientalmente responsables. Caso: Corte intensivo de rosas con energía humana* [Universitat Politècnica de Catalunya]. <http://www.tdx.cat/handle/10803/392638>
- García Goldar, M. (2021). Tipos de obsolescencia y formas de combatirla desde el derecho privado. *Análisis Jurídico - Político*, 3(6), 231–252. <https://doi.org/10.22490/26655489.4743>
- Gazerani, N. (2020). *Business Analysis of Apple Inc.* <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19161.06246>
- Giuliano, G. (2014). De la cuna a la cuna: una crítica al diseño ecoeficiente. *Revista Argentina de Ingeniería*, III(3), 76–83. <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/investigacion/cuna-critica-diseno-ecoefficiente.pdf>
- Global Witness. (2022). *The ITSCI laundromat. April*, 86. <https://www.globalwitness.org/en/campaigns/natural-resource-governance/itsci-laundromat/#resource-library>
- Goedkoop, M., EFting, S., & Collignon, M. (1999). Manual práctico de ecodiseño. Eco Indicador 99: Método para evaluar el impacto ambiental a lo largo del Ciclo de Vida. In *PRé Consultants*. [https://proyectaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Herramientas/Eco indicador 99 ca.pdf](https://proyectaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Herramientas/Eco%20indicador%2099%20ca.pdf)
- Greenpeace. (2017). Fairphone company report card. In *Greenpeace guide to greener electronics*.
- GSMA. (2016). *Reporte del Industria Móvil 2016: Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- GSMA. (2018). La Economía Móvil en América Latina y el Caribe 2018. In *GSMA Association*. www.gsmainelligence.com

- GSMA. (2021a). 2021 Mobile Industry Impact Report: Sustainable Development Goals. *GSMA Report*, September. <https://www.gsma.com/betterfuture/2021sdgimpactreport/wp-content/uploads/2021/09/GSMA-SDGreport-singles.pdf>
- GSMA. (2021b). *The Mobile Economy graphics*.
- GSMA. (2022). The Mobile Economy 2022. *GSMA Association*, 1–56. www.gsmainelligence.com
- Hauwermeiren, S. Van. (1999). *Manual de Economía Ecológica* (Abya-Yala (ed.); 2nd ed.). Instituto de ecología política.
- Hendrianto, J., Setyawan, B., & Kusumawardhany, P. A. (2015). Sustainability Supply Chain Management On Mobile Phone Features According To Consumer Preferences In Surabaya. In *University of Surabaya*. <http://repository.ubaya.ac.id/id/eprint/28140>
- Hernández-Ortega, J., & Rayón-Rumayor, L. (2021). Teléfonos móviles, redes sociales y praxis en adolescentes. *Educatio Siglo XXI*, 39(3), 135–156. <https://doi.org/10.6018/educatio.427011>
- iFixit. (2021). *Desmontaje del Fairphone 4: Si Apple hiciera teléfonos como este...* Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=4Uq1v64_RCA
- iFixit. (2022a). *Apple Self Service Repair: Is this the end of iFixit?!* Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=pW1ZeStpqyw&t=1s>
- iFixit. (2022b). *Doble desmontaje del Galaxy S22/S22 Ultra: No es lo que esperábamos*. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=pSP6kCjTaSE>
- iFixit. (2022c). *iPhone Pro Max 14 Teardown Behind the Dynamic Island and the Mystery Buzz*. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=SIUHjgZuLGU>
- iFixit. (2022d). *Se ha puesto en marcha el programa de auto-reparación de Apple*. <https://es.ifixit.com/News/59745/se-ha-puesto-en-marcha-el-programa-de-auto-reparacion-de-apple>
- Irwin, T., Kossoff, G., & Tonkinwise, C. (2015). *Transition Design Monograph 2015. Brand 1999*.

- https://design.cmu.edu/sites/default/files/Transition_Design_Monograph_final.pdf
- Lezhnev, S., & Hellmuth, A. (2012). Taking Conflict Out of Consumer Gadgets Company Rankings on Conflict Minerals 2012. *RAISE HOPE FOR CONGO*, 17. <http://www.enoughproject.org/files/CorporateRankings2012.pdf>
- Lizarazo, J. N. (2018). Economía Ecológica y la construcción epistemológica de una ciencia revolucionaria para la sostenibilidad y la transformación del mundo. *Gestión y Ambiente*, 21, 13–34.
- Lorente, J. R. C., López, J. P., & Pérez, R. H.-C. (2008). Los Principios de la Termodinámica, uno de los soportes de la economía ecológica y el rol de la escuela en su concientización. *Mendive*, 6(4), 272–278.
- Marasigan, J. (2022). Best Sustainable Phone Brands of 2022. *Luxed Organization*. <https://luxed.org/best-sustainable-phone-brands/>
- Martínez-Bernal, L. F., Caro-González, A. L., Duran-Dueñas, J. C., Pacheco-Salazar, N. del P., & Toro-Calderón, J. J. (2017). Propuesta metodológica para la identificación y evaluación de aspectos ambientales en instituciones de educación superior. *Gestión y Ambiente*, 20(2), 199–209. <https://doi.org/10.15446/ga.v20n2.70254>
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the way, we make things* (First edit). Douglas & McIntyre Ltd.
- Mokate, K. (2002). Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad: ¿Qué queremos decir? *Banco Interamericano de Desarrollo ,Instituto Interamericano Para El Desarrollo Social* (Indes), 1–37. https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/gover_2006_03_eficacia_eficiencia.pdf
- Muriel Guisado, L. M., & García Acosta, G. (2019). Diseño, desarrollo de producto y sostenibilidad: Guía sobre tendencias y métodos con enfoque ambiental. In *Facultad de artes. Centro de divulgación y medios*.
- Murray, A. (2022). The best green phones: Sustainable and eco-friendly smartphones. *Zdnet*. <https://www.zdnet.com/home-and-office/sustainability/best-green-phone/>

- Obiodu, E., & Giles, M. (2017). 5G era: age of boundless connectivity and intelligent automation. *GSM Association*, 42. <http://www.gsma.com/newsroom/press-release/new-gsma-report-sets-out-industry-vision-for-the-5g-era/>
- OCDE. (2016). Guía de Debita Diligencia de la OCDE para Cadenas de Suministro Responsables de Minerales en las Áreas de Conflicto o de Alto Riesgo. In *OECD Publishing* (Vol. 3). <https://doi.org/10.1787>
- Rivera Pedroza, J. C., & Hernandis Ortuño, B. (2012). Aplicación de criterios de sostenibilidad al modelo de diseño concurrente para el diseño de un “Jardín vertical al interior de las viviendas.” *2da Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão Para a Inovação, October*, 11. <https://doi.org/10.13140/2.1.3981.4723>
- Roa, I. (2021). Utilización de Instagram como una Herramienta Pedagógica para la Enseñanza de Morfología en Tiempos de COVID-19. *International Journal of Morphology*, 39(4), 1063–1067. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022021000401063>
- Romero Larrahondo, P. A. (2012). *Ciclo de vida de los productos: diseño y análisis para la innovación sostenible*. Bogotá Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Facultad de Artes, 2012. <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02704a&AN=unc.000441296&lang=es&site=eds-live>
- Røpke, I. (2005). Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s. *Ecological Economics*, 55(2), 262–290. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.010>
- Ruiz-Palmero, J., Colomo-Magaña, E., Sánchez-Rivas, E., & Linde-Valenzuela, T. (2021). Study of the use and consumption of mobile devices in university students. *Digital Education Review*, 39, 89–106. <https://doi.org/10.1344/DER.2021.39.89-104>
- Rujanavech, C., Lessard, J., Chandler, S., Shannon, S., Dahmus, J., & Guzzo, R. (2016). Liam - An Innovation Story. In *Apple inc.* (Issue September).
- Samsung Electronics. (2020). *Samsung Business Report 2020*. https://images.samsung.com/is/content/samsung/assets/global/ir/docs/2021_Half_Year_Report.pdf

- Samsung Electronics. (2021a). A Journey towards a Sustainable Future. In *Samsung electronics Sustainability Report*.
https://images.samsung.com/is/content/samsung/assets/global/our-values/resource/2021_Sustainability_Report.pdf
- Samsung Electronics. (2021b). *Samsung Electronics: Standards for Control of Substances used in products*.
- Samsung Electronics. (2022a). *2021 Business & ESG Report*.
https://d1io3yog0oux5.cloudfront.net/_08398087531282756b859f27002c3912/cocaccompany/db/734/7807/annual_report/2021_Business_ESG_Report.pdf
- Samsung Electronics. (2022b). *EHS Policy* (p. 1).
- Samsung Electronics. (2022c). *Environment Data*. Samsung Electronics Sustainability Report. <https://www.samsung.com/uk/sustainability/environment/environment-data/#rca>
- Samsung Electronics. (2022d). *Environmental Impact of Products for Life Cycle Assessment LCA*.
- Samsung Electronics. (2022e). *Especificaciones Galaxy S22 ultra*.
<https://www.samsung.com/co/smartphones/galaxy-s22-ultra/specs/>
- Samsung Electronics. (2022f). List of Regulated Substances. In *Samsung*.
<https://images.samsung.com/is/content/samsung/assets/global/our-values/resource/List-of-RegulatedSubstances.pdf>
- Samsung Electronics. (2022g). *Manual de usuario serie Galaxy* (p. 200). http://www.david-3d.com/content/1-products/14-sls-2/SLS-2_Quickguide_2015-10-09_ES_WEB.pdf
- Samsung Electronics. (2022h). *Regulation REACH and Samsung Electronics' Products*.
- Samsung Electronics. (2022i). *Samsung electronics' responsible minerals report*.
<https://www.forbes.com/companies/samsung-electronics/#29bd081a2450%0Ahttp://www.theofficialboard.cn/org-chart/samsung-electronics-1>
- Samsung Electronics. (2022j). *Samsung Semiconductor obtained UL's Zero Waste to*

Landfill certification and the Recycling Resource Quality certification from the Ministry of Environment.

<https://semiconductor.samsung.com/sustainability/environment/reduce-and-reuse/chips-turn-waste-into-energy-of-2-point-7-million-pine-trees/>

Schallmo, D. R. A., Brecht, L., Heilig, I., Kauffeldt, J. V., & Welz, K. (2012). Clarifying Obsolescence: Definition, Types, Examples and Decision Tool. *The 5th ISPIM Innovation Symposium - Stimulating Innovation: Challenges for Management, Science & Technology*, July, 1–14. https://www.researchgate.net/publication/326260917_Clarifying_Obsolescence_Definition_Types_Examples_and_Decision_Tool_Clarifying_Obsolescence_Definition_Types_Examples_and_Decision_Tool

Tascón, I. A., Fueyo, E. F., & García, M. F. (2017). Conservación De Primates. *Researchgate*, April 2017, 21. <https://www.researchgate.net/publication/331330487>

TCO. (2021). *tco certified export product Fairphone data sheet* (p. 1).

TCO. (2022). *TCO Certified Fairphone 4*. <https://tco certified.com/product-finder/index?category=Smartphones&product=S821090002Fairphone45G>

The Dragon Initiative, & Fairphone. (2017). *Guide to the Scoping Study*. https://www.fairphone.com/wp-content/uploads/2017/05/MaterialScopingStudy_Feb2017.pdf

The Verge. (2023). *The best phone to buy right now*. <https://www.theverge.com/22163811/best-phone>

Tom's Guide. (2023). *The best phones in 2023 tested and rated*. <https://www.tomsguide.com/best-picks/best-phones>

University of Maryland, & World Resources Institute. (2022). *Global Primary Forest Loss*. Global Forest Watch. www.globalforestwatch.org

Van den Bergh, J. C. J. M. (2011). Environment versus growth - A criticism of “degrowth” and a plea for “a-growth.” *Ecological Economics*, 70(5), 881–890. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.09.035>

-
- Watkins, T. (2021). An Introduction to Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). *Environmental Protection Agency EPA*, 8.
- World Bank. (2020). State of the Artisanal and Small-Scale Mining Sector. In *World Bank*. www.delvedatabase.org/2020report
- Xataka. (2022). *Los mejores móviles del año (2022): sus análisis y vídeos*. <https://www.xataka.com/analisis/mejores-moviles-2022-analisis-videos>
- Xu, V. X., Cave, D., Leibold, J., Munro, K., & Ruser, N. (2020). Uyghurs for sale. *Aspi*, 26, 56.

