

Español - English - Français

ECONOMÍA CIRCULAR PARA TELÉFONOS MÓVILES

CIRCULAR ECONOMY FOR MOBILE PHONES

ÉCONOMIE CIRCULAIRE POUR LES TÉLÉPHONES MOBILES



**TALLER
ABIERTO**

**Cruz Esquivel Yessica Rubí
Sierra Ramírez Madelin Montserrat
Escobedo Guerrero Gabriela Guadalupe
Pavía González Georgette del Pilar**

Economía circular para teléfonos móviles

Primera edición febrero 2022

DR © Sociedad Cooperativa
De Producción Taller Abierto S.C.L.

Registro número 3911-P

Registro de la SEP 1728/80

Registro ISBN 978-607-8292-37-0

Registro de CONACYT en trámite

Alfonso Herrera No. 82

Col. San Rafael C.P. 06470

Tel. 55 57056926

Mail: imacdiseno@hotmail.com

índice

Español.....	6
Resumen.....	6
Palabras clave: Economía circular, modelo de negocio, impacto ambiental, teléfonos móviles, alquiler, Francia.	6
Introducción	6
Problema.....	8
Metodología.....	10
Impacto Ambiental.....	11
Impacto ambiental de los teléfonos móviles	12
Impacto ambiental de los teléfonos inteligentes.....	14
Economía Circular.....	17
Principios y acciones para la economía circular	18
Business Models in the circular economy	19
Medir la circularidad	21
Avances en el flujo de la economía circular de teléfonos móviles en Francia	23
Nicho de mercado de Alternative Mobile S.A.S.	24
Uso de caso “Alternative Mobile S.A.S.”.	25
Economía circular para teléfonos móviles, uso de caso.....	26
Escenarios de casos de uso	28
Conclusiones.....	34
References.....	37
English	45
Abstract.....	45
Keywords: Circular economy, business model, environmental impact, mobile phones, leasing, France.....	45
Introduction	45
Problem.....	47
Methodology.....	49
Environmental Impact	50

<i>Environmental impact of mobile phones.....</i>	<i>50</i>
Environmental Impact of smartphones	52
<i>Circular Economy.....</i>	<i>56</i>
Principles and actions for Circular Economy	57
Business Models in the circular economy	58
Measuring circularity	59
Progress in the circular economy flow of mobile phones in France	61
<i>Alternative Mobile S.A.S. Market Niche</i>	<i>63</i>
<i>Use case “Alternative Mobile S.A.S.”.</i>	<i>64</i>
<i>Circular economy for mobile phones, use case</i>	<i>64</i>
Use case scenarios.....	67
<i>Conclusions.....</i>	<i>73</i>
<i>References.....</i>	<i>75</i>
<i>Français</i>	<i>81</i>
<i>Résumé.....</i>	<i>81</i>
<i>Mots-clés : Économie circulaire, business model, impact environnemental, téléphones mobiles, leasing, France.</i>	<i>81</i>
<i>Introduction</i>	<i>81</i>
<i>Problématique.....</i>	<i>83</i>
<i>Méthodologie.....</i>	<i>85</i>
<i>Impact sur l’environnement</i>	<i>86</i>
<i>Impact environnemental des téléphones portables</i>	<i>87</i>
Impact environnemental des smartphones	89
<i>Économie circulaire</i>	<i>93</i>
Principes et actions pour l’économie circulaire	94
Modèles d’affaires dans l’économie circulaire	95
Mesure de la circularité	97
Progress dans le flux circular economy des téléphones mobiles en France	99
<i>Niche de marché Alternative Mobile S.A.S.</i>	<i>100</i>
<i>Cas d’utilisation « Alternative Mobile S.A.S. »</i>	<i>101</i>

<i>Économie circulaire pour les téléphones mobiles, cas d'utilisation</i>	<i>102</i>
Scénarios de cas d'utilisation.....	104
<i>Conclusions.....</i>	<i>110</i>
<i>Acknowledgements.</i>	<i>113</i>
<i>Agradecimientos.</i>	<i>113</i>

Español

Economía circular para teléfonos móviles

Modelo en economía circular como mecanismo para reducir el impacto ambiental negativo de los teléfonos móviles. Estudio de caso de Alternative Mobile S.A.S.

Resumen

Este documento proporciona información acerca de cómo un modelo de negocio en economía circular podría servir como mecanismo para reducir el impacto ambiental negativo de los teléfonos móviles. Es relevante, considerando que el ciclo de vida lineal de los teléfonos móviles involucra: la explotación de algunos minerales que tienen disponibilidad limitada, produce impactos ambientales negativos o involucran conflictos sociales, un proceso masivo de fabricación, y el crecimiento exponencial de desechos electrónicos. Para ello, se aplica la metodología de uso de caso, analizando una empresa que alquila teléfonos móviles en Francia. Este artículo contiene un resumen de la investigación realizada acerca del impacto ambiental negativo de los teléfonos móviles y la economía circular, un esquema del flujo de teléfonos móviles en Francia incluyendo el modelo de negocio basado en los principios de la economía circular de Alternative Mobile S.A.S, cuatro escenarios de uso y las conclusiones.

Palabras clave: Economía circular, modelo de negocio, impacto ambiental, teléfonos móviles, alquiler, Francia.

Introducción

Los teléfonos móviles son el producto más importante de la sociedad de consumo actual, particularmente desde la aparición de los teléfonos inteligentes, que hoy en día tienen tantas funciones que realizar llamadas parece convertirse en un auxiliar. En todo el mundo, “en solo 10 años, se han producido más de 7,000 millones de teléfonos inteligentes” (Greenpeace, 2017, p.3). La Autoridad Reguladora de Correos y Comunicaciones Electrónicas, ARCEP (*Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes*) (citado en Sénat, 2016) reporta que solo en Francia hay 72 millones de usuarios de líneas móviles y se calcula que el 92% de los hogares franceses tienen al menos un teléfono móvil, con un promedio de 2.4 dispositivos cada uno, lo que significa que la tasa de equipamiento alcanza casi el 110% (Binswanger, 2004). No obstante, Sofies y Bio Innovation Service (2019) estiman que en Francia se venden anualmente entre 24.5 y 26.5 millones de teléfonos móviles, cantidad integrada por los 24 millones de unidades que se declaran ante eco-organizaciones y entre 0.5 y 2.5 millones que entran por el mercado gris¹, lo que hace que el valor del mercado, para el 2015, alcance los 6,500 millones de euros, un 16% más que en 2014 (Sénat, 2016).

La producción y el consumo acelerados resultan en la extracción masiva de recursos y la generación de residuos. Hoy en día, producir un teléfono inteligente involucra más de 60 elementos de la tabla periódica (WEF, 2019), de los cuales cuatro están vinculados a conflictos sociales y ambientales (Greenpeace, 2017), y cinco tienen tasas de reciclaje inferiores al 1% (WEF, 2019). Además, el consumo deriva en grandes cantidades de generación de residuos, para 2017,

¹ Mercado no oficial

los residuos electrónicos² en todo el mundo superarían los 48 millones de toneladas métricas por año (Greenpeace, 2017), mientras que sólo en Asia el incremento de residuos de este tipo fue del 63% desde 2012, lo que superó el crecimiento poblacional y la capacidad para gestionar estos residuos (p. 6). Además, los desechos electrónicos no son biodegradables y pueden ser tóxicos, contaminan el agua, el aire y el suelo y dañan el medio ambiente (WEF, 2019), particularmente para los teléfonos inteligentes, la complejidad de sus diseños dificulta los procesos de tratamiento para la recuperación de algunos materiales (Greenpeace, 2017).

Este documento tiene como objetivo probar la hipótesis de que los modelos de negocio basados en los principios de la economía circular servirán como mecanismo para reducir el impacto ambiental negativo de los teléfonos móviles. La investigación se basa en la metodología de uso de caso, aplicada en Francia y basada en el modelo de negocio de Alternative Mobile S.A.S.

Problema

La producción y el consumo acelerados de teléfonos inteligentes se han incrementado considerablemente en todo el mundo en los últimos años. Para 2017, diez años después de la aparición del primer iPhone³, "el 62% de la población de 18 a 35 años tenía uno, mientras que, en países como Estados Unidos, Alemania y Corea del Sur, supera el 90%" (Greenpeace, 2017, p. 2). Algunas de las principales razones de esta proliferación son el lanzamiento acelerado de nuevos modelos por parte del fabricante (más de 7, 000 millones de teléfonos inteligentes desde

² También llamado electronic waste, e-waste o residuos de equipos eléctricos o electrónicos (waste electrical or electronic equipment WEEE) (WEF, 2019)

³ Que se considera el primer modelo de teléfono inteligente

2007), la obsolescencia programada de los dispositivos (considerado el modelo de negocio actual) y la constante sustitución por parte de los consumidores. Una situación acentuada por el deseo constante de cambiar el dispositivo por uno con las últimas actualizaciones (Greenpeace, 2017) se traduce en un aumento de la basura electrónica (WEF, 2019).

El modelo económico lineal que prevalece en nuestro planeta se basa en la extracción, producción, consumo, uso y disposición, que además de ser insostenible, contribuye significativamente al cambio climático (WEF, 2019). La producción continua de este tipo de dispositivos afecta a los países fabricantes, Mineros que arriesgan su vida, trabajadores que están expuestos a sustancias químicas, energía sucia, 67%, se utiliza en la fabricación de dispositivos cada vez más complejos; además de un sistema defectuoso de reciclaje y reutilización de desechos electrónicos que contribuye a su aumento incontrolado (Greenpeace, 2017).

Los desechos generados por los dispositivos electrónicos que crecen exponencialmente en todo el mundo son llamados por Naciones Unidas el “tsunami de desechos electrónicos”. En 2014, tres millones de toneladas de desechos electrónicos fueron producto de teléfonos inteligentes. Dadas las características de diseño de la mayoría de los modelos, el desmontaje de sus partes para recuperar los materiales es imposible; tener que triturar y fundir sus componentes, sin importar el valor de la recuperación de los materiales, la cual fue de unos 18.800 millones de dólares (Greenpeace, 2017).

El porcentaje de reciclaje de desechos electrónicos en todo el mundo es solo del 20%, incluso la Unión Europea, que es líder en este campo, informa que solo el 35% de los desechos

electrónicos se recolectan y reciclan adecuadamente; el destino del 80% restante a nivel mundial es permanecer en un relleno sanitario (WEF, 2019). Mientras tanto, un estudio realizado por el Senado de Francia estima que solo se recolecta el 15% de los 24 millones de teléfonos inteligentes vendidos anualmente y que, además, 100 millones de estos dispositivos están en desuso (SÉNAT, 2016). Welfens y Seibt (2016) señalan que se requiere una combinación de varios factores económicos, sociales, institucionales y culturales para una gestión eficaz.

Considerando que los minerales utilizados en la fabricación de un smartphone son cada vez más escasos, y que no adoptar otro tipo de modelo de producción y consumo conducirá a un inminente deterioro ambiental, es necesario un cambio hacia un modelo económico donde se valoren las materias primas y los productos que de ellos se obtienen, beneficiando así la economía, la innovación y la creación de empleo (UE, 2015).

Metodología

Para mostrar cómo un modelo de negocio basado en la economía circular reduce el impacto ambiental negativo de los teléfonos móviles, analizamos el uso de caso de Alternative Mobile S.A.S. en este documento. Alternative Mobile S.A.S. es una sociedad anónima ubicada en Cergy, Francia, en la que los principios de la economía circular inspiran el modelo de negocio. El negocio principal de esta empresa es el arrendamiento electrónico de móviles premium de empresa a cliente, pero están trabajando para optimizar su capacidad circular mediante la introducción de tres nuevas propuestas:

1. Möbius lab, un laboratorio de remodelación;

2. iLease, una plataforma de etiqueta blanca de empresa a empresa para alquilar productos en varias verticales; y
3. The leasing place, un mercado de cliente a cliente para rentar celulares viejos en desuso.

Este trabajo considera iLease, Möbius lab, y Leasing Place porque están enfocados en teléfonos móviles.

Los datos fueron recolectados como parte de una pasantía de cinco meses realizada en la empresa e investigación de artículos científicos. Para asegurarse de que todos los elementos se capturaron correctamente los autores colaboraron con el CEO, Radouan Rafiqui. Posteriormente, se analizó la información de impacto ambiental a través de una representación esquemática del flujo de materiales y el desarrollo de múltiples escenarios de uso basados en el comportamiento del cliente en la adopción tecnológica.

Impacto Ambiental

El *impacto ambiental* se define como la "modificación del medio ambiente provocada por la acción del hombre o de la naturaleza". Existen varios tipos de impactos ambientales según su origen, estos se pueden clasificar en (SEMARNAT, 2018):

- Recursos naturales: Ya sean renovables, como la silvicultura o la pesca, o no renovables, como la extracción de petróleo o carbón.
- Contaminación: Todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no) emiten gases a la atmósfera o descargan líquidos al medio ambiente.

- Ocupación del territorio: Los proyectos que ocupan un territorio modifican las condiciones naturales a través de acciones como desmonte, compactación de suelos y otros.

Impacto ambiental de los teléfonos móviles

En 1973, Motorola y AT&T desarrollaron el primer teléfono móvil, el modelo Dyna-TACS o TACS, Total Access Communication System, que pesaba poco menos de 1 kg y costaba alrededor de USD 4, 000 (Zuñiga, 2013). Este equipo hizo posible la comunicación a través de un dispositivo móvil desde cualquier lugar sin necesidad de utilizar cables, lo que se convirtió en el inicio de una revolución tecnológica que marcaría la evolución de estos dispositivos que llegarían para quedarse no solo en la memoria sino también en el planeta en forma de residuos electrónicos (Gahran, 2010).

En la década de los 80, tener un teléfono móvil era sinónimo de estatus y clase social que solo unos pocos empresarios podían utilizar (Gahran, 2010). Sin embargo, en la década de los 90, el uso de un teléfono móvil era cada vez más común en la sociedad porque, además de realizar llamadas, era posible enviar y recibir mensajes de texto, transferir datos a través de infrarrojos y tener una batería de larga duración, aunque seguía siendo símbolo de un excelente nivel económico (Invertia, 2019).

A principios del año 2000, era posible utilizar voz, datos, acceso a internet inalámbrico, mensajes multimedia, correo electrónico, buzón de voz, un sistema operativo y una cámara integrada (Zuñiga, 2013), lo que iniciaría una serie de innovaciones que allanaron el camino para los equipos que usamos comúnmente en la actualidad, teléfonos inteligentes, equipos que

funcionan con un sistema operativo móvil, SO, que les permite funcionar como una mini computadora, ejecutar aplicaciones, acceder a internet de alta velocidad y tener en un solo dispositivo las herramientas necesarias para comunicarse, trabajar y divertirse en cualquier momento del día y desde cualquier lugar del mundo (Lenovo, 2021).

Desde el lanzamiento del primer iPhone, para 2015 aproximadamente el 25% de la población a nivel mundial tenía un teléfono inteligente, y para 2017 se vendieron 120 millones de unidades en todo el mundo. La competencia de las grandes corporaciones para fabricar estos dispositivos y la demanda del mercado para adquirirlos se ha convertido en una práctica cada vez más insostenible. El modelo de economía lineal bajo el cual se concibió tal avance tecnológico lo convierte en un problema significativo a nivel mundial. Solo para 2017 se fabricaron más de 7,000 millones de teléfonos inteligentes con un consumo de 968 Teravatios hora, cifras donde podemos darnos cuenta del impacto ambiental que la extracción de recursos naturales y la disposición de dispositivos trae al planeta considerando que para 2020 el aumento en dispositivos fue del 37% (Greenpeace, 2017). Sumado a la falta de cultura de reciclaje y reutilización en los usuarios, que reemplazan su teléfono inteligente cada dos años aproximadamente, y el modelo de negocio ineficiente bajo el cual operan los fabricantes de estos dispositivos, lo que contribuye al creciente número de desechos electrónicos.

En cuanto a los recursos naturales, son necesarios más de 60 elementos de la tabla periódica para lograr que estos dispositivos sean livianos, tengan pantalla táctil, y su batería dure más, por lo que son considerados una mina urbana, ya que según un informe del Foro Económico Mundial (2019) “hay 100 veces más oro en una tonelada de teléfonos móviles que en una tonelada

de mineral de oro” (p. 5). Además, la mayoría de estos minerales son extraídos por niños, mujeres y hombres en las peores condiciones laborales en países subdesarrollados, como en la República Democrática del Congo, donde la extracción de tantalio es la causa de un conflicto armado que ha durado más de 20 años (Santamaría, 2016).

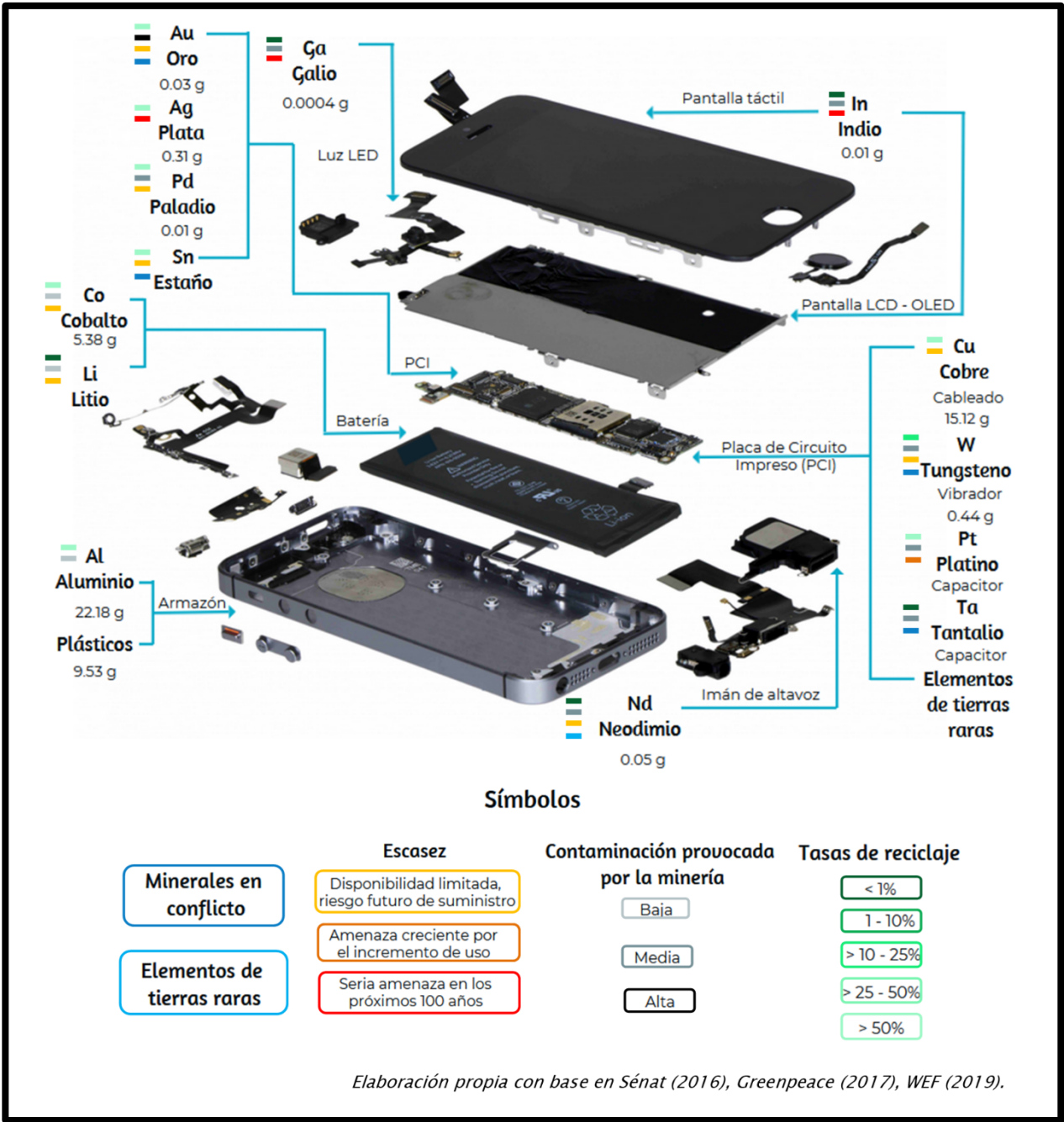
Cabe mencionar que la obsolescencia programada de estos dispositivos electrónicos es otro factor que agrava la basura electrónica. El diseño de algunos equipos no permite reparaciones y actualizaciones de software en un tiempo específico, obligando a los usuarios a actualizar sus teléfonos inteligentes con mayor frecuencia, lo que genera un impacto ambiental devastador en el planeta. La explotación de recursos está llegando al límite de su capacidad “¿todavía tendremos tiempo de cambiar el modelo de producción y consumo?” (Greenpeace, 2017).

Impacto ambiental de los teléfonos inteligentes

La constante fabricación de dispositivos electrónicos, como los teléfonos inteligentes, ha llevado a este sector industrial a ser uno de los más contaminantes del mundo (Widmer 2005, Peralta 2006 citado en Bovea et al., 2016), ya que, según Kahan (2016) , "Se estima que los residuos que genera son responsables del 10 al 20% del impacto ambiental global por el agotamiento de los recursos no renovables" (citado en Bovea, 2016).

Los teléfonos inteligentes contienen muchos materiales vírgenes, incluidos productos químicos peligrosos y contaminantes orgánicos persistentes que representan un riesgo significativo para la salud de las personas y de los seres vivos (WEF, 2019). La **Figura 1** *radiografía del teléfono inteligente* muestra los materiales que contienen este tipo de dispositivos

electrónicos, identificando aquellos con disponibilidad limitada, menores tasas de reciclaje y la cantidad de contaminación que causaron, ya sean minerales conflictivos o elementos de tierras



raras; considerando que al final de su vida útil necesitarán un tratamiento especial.

Figura 1. Radiografía del teléfono inteligente

Si bien la cantidad de cada elemento que se utiliza para el funcionamiento de un teléfono inteligente parece pequeña, valdría la pena reflexionar sobre la gran cantidad necesaria para fabricar 7 millones de dispositivos hasta 2017, lo que se traduce en una serie de impactos en el medio ambiente por la explotación constante de recursos naturales. Tal es el caso del Indio, un mineral del que se estiman solo 14 años de suministro considerando las tasas de extracción en 2017 (Greenpeace, 2017).

Según cifras del WEF (2019), la mayoría de los desechos electrónicos “se desechan en vertederos, se queman o comercializan ilegalmente y se tratan de manera deficiente cada año” (p. 9), para 2014 menos del 16% fue formalmente reciclado, provocando que termine en vertederos junto con el resto de los residuos sólidos urbanos, incineradores, o sean exportados para su desmontaje (Greenpeace, 2017). Solo en 2016 se descartaron 435,000 toneladas de teléfonos, lo que implica la pérdida de materias primas con un valor de millones de dólares (WEF, 2019) y que podrían ser recicladas y reutilizadas en la fabricación de nuevos equipos electrónicos, lo que representaría la disminución del 80% en emisiones de CO₂ provenientes de la extracción de materias primas vírgenes (WEF, 2019).

A pesar de esto, las cifras de reciclaje en todo el mundo son bajas. En promedio, solo el 20% se recicla correctamente y el 80% restante no está registrado (WEF, 2019). Ongondo (2011) señala que, si bien un residuo electrónico de este tipo es de alto valor al final de su vida útil, un factor que dificulta el desmontaje de los componentes y la recuperación de los materiales radica

en la complejidad de sus diseños (citado en Bovea, 2016), además de que la suma entre los aspectos económicos, sociales, institucionales y culturales son de gran importancia en la sociedad para desarrollar una gestión eficaz de los residuos electrónicos.

Además, si se considera que para calcular el impacto que tiene un teléfono móvil en el medio ambiente se debe considerar todo su ciclo de vida, desde la extracción de recursos naturales, donde se producen grandes cantidades de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (ForoAmbiental, 2016), pasando por la fase de fabricación, en la que se estima que la huella de carbono es de 16 Kg (Gahran, 2010); posteriormente, se suman los 800,000 kilómetros que recorre cada componente desde países como China, Taiwán y Japón hasta su montaje final en China (ForoAmbiental, 2016), seguido de la huella energética que produce la cantidad de energía necesaria para transmitir las llamadas, el cual se estima en aproximadamente 48 kg (Gahran, 2010).

Economía Circular

La economía circular es un marco para una economía que “[...] es restauradora y regenerativa por diseño y tiene como objetivo mantener los productos, componentes y materiales en su máxima utilidad y valor en todo momento [...]” (Ellen McArthur Foundation [EMF] , 2016 citado en Geisendorf y Pietrulla, 2018, p. 772), que tiene como resultado la minimización de residuos irrecuperables y la extracción masiva de recursos, porque “los recursos se mantienen dentro de la economía cuando un producto ha llegado al final de su vida útil. ser utilizado una y

otra vez para crear más valor ”(Comisión Europea, 2015 citado en Geisendorf & Pietrulla, 2018, p. 772).

Blomsma y Brennan (2017) asumen la economía circular como un *concepto paraguas* porque “crea una relación entre conceptos preexistentes que antes no estaban relacionados, o no estaban relacionados de la manera que propone el paraguas” (p.604). Esta percepción es adecuada para entender cómo surge el concepto de economía circular, basado en ideas como: “Capital natural”, “Economía del rendimiento”, “Biomimesis”, “Cradle to Cradle”, “Economía azul”, “Ecología industrial”, “Diseño Regenerativo” y “Economía de bucle” (Constanza y Dalí, 1992; Stahel, 1994; Benyus, 1997; Mc Donough y Braungart, 2002; Pauli, 2010; Preston, 2012; Cole, 2012; y Braungart y Stahel, 2016; citado sobre Geisendorf y Pietrulla, 2018; y Wautelet, 2018).

El objetivo de la economía circular es lograr un cambio sistemático al modelo lineal actual “extraer recursos vírgenes, procesar, consumir y descartar” en uno que desacople el crecimiento del consumo de recursos finitos (Fundación Ellen McArthur [EMF], 2021). Lograr ese objetivo es fundamental porque, a menos que la presión de los ecosistemas se reduzca sustancialmente, provocará un cambio climático peligroso, la extinción masiva de especies y la destrucción de funciones cruciales para el mantenimiento de la vida (Sach, 2008).

Principios y acciones para la economía circular

Los tres principios fundamentales de la economía circular son (McKinsey Center for Business and Environment, EMF y Stiftungsfonds für Umweltökonomie und Nachhaltigkeit, SUN.,

2015, p.25): “1) Preservar y mejorar el capital natural [...], 2) Optimizar el rendimiento de los recursos [...]”, y “3) Fomentar la eficacia del sistema [...]”. Estos principios se pueden traducir en seis acciones comerciales, que se unen en el “marco RESOLVE”, “REgenerar”, “Compartir”, “Optimizar”, “Bucle”, “Virtualizar” e “Intercambiar” (McKinsey et al., 2015). La acción de “Regenerar” se centra en preservar la salud de los ecosistemas, “Compartir” para maximizar la utilización de los productos manteniendo el ciclo del producto en función del intercambio de activos, “Optimizar” para aumentar el rendimiento y la eficiencia, “Bucle” en el diseño de ciclos cerrados e internos, “Virtualizar” en la desmaterialización directa o indirecta, e “Intercambiar” en la sustitución de materiales antiguos por nuevos materiales renovables avanzados (McKinsey et al., 2015).

Business Models in the circular economy

De Angelis (2018) hizo un estado del arte en la literatura identificando 58 publicaciones que relacionan arquetipos, marcos, elementos y categorías de modelos de negocios en la economía circular. Estos modelos se pueden clasificar por: 1) modelos basados en alquiler, arrendamiento, alquiler o uso compartido; 2) modelos de bucles, 3) modelos que favorecen la extensión de los ciclos de vida y 4) modelos que mejoran la eficiencia de los recursos. Algunos ejemplos de estos modelos se pueden encontrar en la tabla 1.

Tabla 1.

Ejemplos de modelos de negocio basados en la economía circular.

Categoría	Modelo de Negocio (descripción)	Autor, año
-----------	---------------------------------	------------

Modelos basados en contratar, arrendar, alquilar o compartir	<i>Modelos de pago basados en el rendimiento/uso</i> (arrendamiento, contratación)	EMF y McKinsey, 2012
	<i>Pago por uso</i> (pago único por acceder al uso del producto)	<i>Van Renswoude et al., 2015</i>
	<i>Plataformas de intercambio</i> (la utilización aumenta a través del intercambio)	Moreno et al. 2016
	<i>Producto como servicio</i>	Lacy y Rutqvist, 2015
	<i>Contratar y arrendar</i> (los clientes pueden alquilar un producto durante un corto periodo de tiempo o arrendarlo durante un periodo más largo)	Aldersgate Group 2015
Modelos de bucle	<i>Recuperación y reciclaje</i> (recuperación de material/energía de productos al final de su ciclo de vida)	Lacy y Rutqvist, 2015
	<i>Cierre de bucles</i> (ampliar el valor de los recursos, es decir, los materiales desperdiciados se recuperan para el proceso de producción; simbiosis industrial, es decir, los desechos de una empresa alimentan el proceso de producción de otra empresa)	Bocken et al., 2016
	<i>Reciclaje y gestión de residuos</i> (servicios de clasificación y reciclaje)	Norden, 2015
	<i>Proveedor de material recuperado</i> (los materiales y componentes recuperados se suministran como reemplazo de los vírgenes)	Circle Economy, 2016
Modelos que favorecen la extensión del ciclo de vida	<i>Reparar</i> (servicios de reparación para prolongar la vida útil del producto)	Van Renswoude et al., 2015
	<i>Reacondicionar</i> (los productos usados se reacondicionan y venden)	Circle Economy, 2016
	<i>Extensión de la vida útil del producto</i> (reparación, actualización, refabricación, mayor durabilidad del producto y restauración)	Lacy y Rutqvist, 2015
Modelos que mejoran la eficiencia de los recursos	<i>Producir bajo pedido</i> (producción bajo demanda)	Van Renswoude et al., 2015
	<i>Impresión 3D</i> (La impresión 3D se utiliza para reducir el desperdicio)	Van Renswoude et al., 2015
	<i>Gestión de valor</i> (servicios para apoyar estrategias circulares, por ejemplo, gestión de información y materiales)	Circle Economy, 2016
	<i>Diseño de producto</i> (los productos están diseñados para respaldar estrategias para el final de vida útil, es decir, reutilizar/reciclar/reparar/reacondicionar)	Norden, 2015

Elaboración propia basada en los autores citados en De Angelis, (2018).

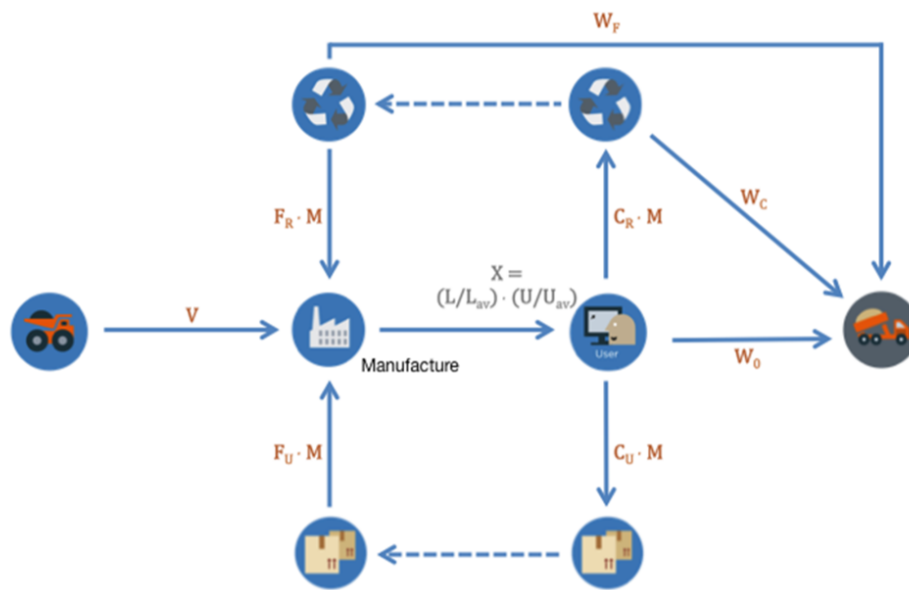
Como se pudo notar, existen múltiples opciones para aplicar los principios de la economía circular en los modelos de negocio. No obstante, se pueden tomar de forma individual o combinada y, en cualquier caso, ayudarán a realizar la transición de lineal a circular. En verdad,

“[...] los modelos de negocio tienen el potencial de crear el mayor impacto cuando trabajan juntos para generar el máximo valor [...]” (Lacy, Long y Spindler, 2020, p.18).

Medir la circularidad

Circulytics y EMF han estado trabajando en una metodología para medir la circularidad en los negocios. La metodología identifica dos categorías. La primera categoría permite calificar cinco aspectos: 1) estrategia y planificación; 2) personas y habilidades; 3) innovación, 4) operaciones y 5) participación externa (Circulytics y EMF, 2020). Y el segundo mide el flujo de materiales distinguiendo entradas y salidas.

Con respecto a la circularidad de los materiales, Granta Design y EMF (2019) desarrollaron el “Indicador de circularidad de materiales, MCI”, que cuantifica los materiales en términos de reducción del flujo lineal y maximización de los flujos de restauración, y cuánto tiempo e intensamente se comparan los productos con un producto promedio de la industria similar. El MCI tiene una representación esquemática de flujos de materiales donde los elementos de un MCI se pueden reconocer fácilmente en la **Figura 2 Representación de los flujos de materiales**. En un modelo lineal tradicional, los productos están hechos de materia prima virgen, “V”, fabricados, vendidos, usados una vez y luego desechados como “W0”, desechos irrecuperables; mientras que en un modelo circular se puede extender la vida útil de los productos y aumentar el factor de utilidad y la eficiencia de los materiales.



Símbolo

Definición

M

Masa de un producto

F_R

Fracción de masa de materia prima de un producto procedente de fuentes recicladas

F_U

Fracción de masa de materia prima de un producto procedente de fuentes reutilizadas

V

Materia prima virgen

C_U

Fracción de la masa de un producto que se convierte en un componente de reutilización

W_0

Masa de residuos no recuperables de un producto que va al vertedero

W_C

Masa de residuos no recuperables generados durante el reciclaje de partes de un producto

W_F

Masa de residuos no recuperables generados durante la producción de materiales básicos que provienen del reciclaje

X

Utilidad de un producto

L

Vida útil promedio real de un producto

L_{av}

Vida útil promedio de un producto industrial promedio del mismo tipo

U

Número promedio real de unidades funcionales realizadas durante la fase de uso de un producto

U_{av}

Número medio de unidades funcionales producidas durante la fase de uso de un producto industrial medio del mismo tipo

(Granta Design y EMF, 2019)

Figura 2. Diagrama de flujo de los materiales

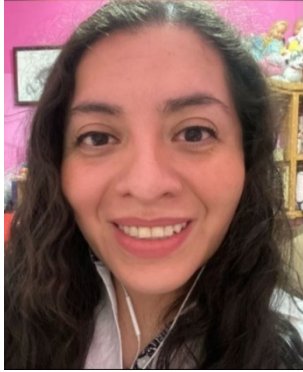
Avances en el flujo de la economía circular de teléfonos móviles en Francia

La Tabla 2 refleja el progreso que Francia ha logrado en la aplicación de la economía circular en el flujo de teléfonos móviles.

Tabla 2.

Avances de la economía circular para el flujo de teléfonos móviles en Francia

Marco RESOLVE	Acciones específicas para teléfonos móviles	Progreso de la economía circular para Francia
Regenerar	• Cambiar a energías y materiales renovables	• Apple, como uno de los principales fabricantes en Francia, utiliza electricidad 100% renovable en sus tiendas, centros de datos y oficinas.
Compartir	• Reutilizar • Prolongar la vida útil mediante el mantenimiento • Diseño para durabilidad • Capacidad de actualización	• Comparando Francia con otros países como Japón o Australia, Francia tiene un mayor nivel de desempeño en reutilización, a nivel profesional e individual. • Cinco millones de teléfonos móviles son intercambiados mediante la reutilización (donación, venta de particulares a particulares y reutilización profesional). • Para 2018, 13% de los consumidores Franceses ya habían comprado un teléfono móvil usado. • El 17% de los consumidores considera comprar un móvil usado en su próxima adquisición. • El 1 de enero de 2021, entró en vigor el índice de reparabilidad, que permite a los consumidores identificar teléfonos móviles que son fácilmente reparables.
Optimizar	• Aumentar rendimiento/eficiencia	• Desde 2016, la práctica de obsolescencia programada está prohibida en el Artículo L. 441-2 del código del consumidor. • La garantía legal para productos nuevos es de dos años, y para los bienes de segunda mano, este plazo se fija en seis meses, de acuerdo con el Artículo L. 217-7 del código del consumidor.
Bucle	• Remanufactura de productos o componentes • Reciclar materiales	• Para 2018, entre 0.3 y 0.5 millones de teléfonos móviles fueron reciclados efectivamente del basurero. • Para 2018, los operadores y eco-organizaciones reunieron en promedio el 15% de los teléfonos móviles. • Para 2018, el 11% las personas habían comprado un teléfono móvil reacondicionado. • El 27% de los consumidores considera comprar un teléfono móvil reacondicionado.
Virtualizar	• Dematerializar indirectamente (proceso de venta)	• Francia es uno de los mercados de comercio electrónico más grandes de Europa. El mercado de comercio electrónico Francés se está expandiendo a tasas de dos dígitos.



Georgette del Pilar Pavía González es Contadora Pública y Maestra en Ciencias en Desarrollo de la Educación de la ESCA UST del IPN, teniendo la máxima condecoración del Instituto, la presea Lázaro Cárdenas. También es Maestra en Literatura y Creación Literaria por el Centro de Cultura Casa Lamm, Doctora en Educación por el Centro de Estudios Avanzados de las Américas, es Especialista en Política y Gestión Educativa por la FLACSO México, Licenciada en Derecho y Especialista en Enseñanza de la Historia de México por la UNADM. Docente e investigadora de la ESCA UST en sus programas de licenciatura y posgrado.

Georgette del Pilar Pavía González est experte-comptable et maîtrise ès sciences en développement de l'éducation de l'ESCA UST de l'IPN, avec la plus haute décoration de l'Institut, la médaille Lázaro Cárdenas. Elle est également titulaire d'une maîtrise en littérature et création littéraire de Casa Lamm Culture Center, d'un doctorat en éducation du Center for Advanced Studies of the Americas, d'une spécialiste en politique et gestion de l'éducation de FLACSO Mexico, d'un diplôme en droit et d'une spécialiste de l'enseignement de l'histoire du Mexique par l'UNADM. Professeur et chercheur à l'ESCA UST dans ses programmes de licence et de master.

Georgette del Pilar Pavía González is a Public Accountant and Master of Science in Educational Development from the ESCA UST of the IPN, having the highest decoration of the Institute, the Lázaro Cárdenas medal. She is also a Master of Literature and Literary Creation from the Casa Lamm Culture Center, a Doctor of Education from the Center for Advanced Studies of the Americas, a Specialist in Educational Policy and Management from FLACSO Mexico, a Law Graduate and a Specialist in Teaching of the History of Mexico by UNADM. She is a teacher and researcher at ESCA UST in her undergraduate and graduate programs.