

**Propuesta de Aplicación de Economía Circular en el área de Mantenimiento,
para una empresa del sector de TI**

Oscar Gilberto Ramos Vergara, Edna Rocío Cañón Peña y Miguel Ángel Sotelo
Sotelo

Dirección de posgrados Universidad ECCI
Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Miguel Ángel Urián Tinoco

Bogotá, noviembre de 2021

Introducción

El concepto de economía circular aporta al sector tecnologías de la información (de aquí en adelante TI) y en general, las connotaciones de los elementos necesarios para impactar la economía sin olvidarse de la parte ambiental, reduciendo a un lenguaje comprensivo las actividades necesarias para su implementación, dando un valor agregado a la conservación de los recursos naturales, el avance tecnológico y productivo de las organizaciones. Es de vital importancia para nuestro país, darles mayor relevancia a estas políticas de conservación impulsadas desde la cabeza del estado. La economía circular se basa en darle una connotación circular a la vida útil de los elementos de las organizaciones, pasando de una operación tradicional lineal en las compañías, donde el manejo de las máquinas y elementos tenían una obsolescencia programada, un comienzo una operación plena y un “desecho” final, como lo podemos observar en las áreas de mantenimiento, las cuales buscan alargar la vida útil de los activos, realizando revisiones periódicas, reparaciones en pro de la mejora continua, sin embargo no son eficientes al momento de manejar los residuos generados de dichos mantenimientos, comportamientos aún muy arraigados en economías como la Colombiana, pero está en manos de las generaciones actuales y las nuevas concebir un cambio en el pensamiento que contribuya a nuestro estilo de vida, en donde la necesidad de recursos no disminuirá pero estos recursos son finitos, debemos conservarlos y renovarlos para proveer a las generaciones venideras de un lugar que supla sus necesidades como sociedad con un balance ideal con la naturaleza.

Como consecuencia de los abruptos cambios climáticos que se están viviendo en los últimos años producto de las actividades humanas, se evidencia un impacto negativo en los diferentes ecosistemas, generando una reducción considerable de los recursos no renovables, afectando de forma directa el balance ecológico simbiótico del planeta tierra. Surge la

necesidad de tomar medidas para mitigar el impacto, adoptando metodologías que generen una reducción de esta problemática.

En el presente documento se abordará la aplicación de la economía circular (de aquí en adelante EC), la cual se basa en replantear los procesos que se manejan en la actualidad, ayudando a conservar, recuperar y reusar los recursos, generando que los activos, productos o procesos consuman la menor cantidad de materia prima posible durante su fabricación.

Tabla de contenido

1	Título de la investigación	11
1	Problema de investigación.....	11
1.1	Descripción del problema.....	11
1.2	Formulación del problema	11
1.3	Sistematización del problema.....	12
2	Objetivos de la investigación.....	12
2.1	Objetivo general	12
2.2	Objetivos específicos.....	12
3	Justificación y delimitación	13
3.1	Justificación.....	13
3.2	Delimitación	14
3.3	Limitaciones	14
4	Marco referencial.....	14
4.1	Estado del arte	14
4.1.1	Estado del arte nacional.....	14
4.1.2	Estado del arte internacional.	17
4.1.3	Tasa de circularidad.	19
4.2	Marco teórico	27
4.2.1	Sector TIC.	27
4.2.2	Mantenimiento.	29
4.2.3	Economía circular.	31

4.2.4	Sustentabilidad.....	40
4.2.5	Reutilización.....	41
4.2.6	Eficacia y Eficiencia.....	41
4.2.7	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE.....	42
4.2.8	Industria 4.0.....	43
4.3	Marco normativo Legal.....	44
5	Marco metodológico.....	49
5.1	Recolección de la información.....	49
5.1.1	Tipo de investigación.....	49
5.1.2	Fuentes de obtención de la información.....	49
5.1.3	Herramientas para la obtención de la información.....	49
5.1.4	Metodología de la investigación.....	50
5.1.5	Información recopilada.....	50
5.2	Análisis de la información.....	51
5.3	Propuesta de solución.....	54
6	Impactos alcanzados y esperados.....	55
6.1	Impactos esperados.....	55
6.2	Impactos alcanzados.....	55
6.3	Propuesta de solución.....	56
7	Análisis financiero.....	57
7.1	Costo de implementación /inversión.....	57

7.2	Utilidad esperada.....	58
7.3	Retorno de la inversión	60
7.4	Análisis costo beneficio	60
7.4.1	Lito S.A.S.....	60
7.4.2	Gaia Vitare.	61
7.4.3	EcoCómputo.....	61
7.4.4	RAEE Colombia.....	62
7.4.5	Red Verde.....	62
8	Conclusiones.....	63
9	Recomendaciones	63
10	Bibliografía	65

Tabla de tablas

Tabla 1 <i>Marco legal</i>	44
Tabla 2 <i>Matriz de caracterización para economía circular</i>	52
Tabla 3 <i>Análisis de Costos</i>	57

Tabla de figuras

Figura 1 <i>Flujos de materiales, UE, 2019</i>	18
Figura 2 <i>Tasa de circularidad, UE, 2004-2019 (%)</i>	20
Figura 3 <i>Cadena de valor del sector TIC</i>	28
Figura 4 <i>Economía Lineal</i>	32
Figura 5 <i>Diagrama del sistema de economía circular</i>	33
Figura 6 <i>Cierre y optimización en los ciclos de vida de los materiales y productos</i> ..	34
Figura 7 <i>Objetivos de desarrollo sostenible</i>	36
Figura 8 <i>Análisis causa raíz</i>	50

Resumen

El presente artículo está basado en una recopilación documental sobre economía circular, con una propuesta para la implementación del modelo económico enfocado en la disposición y tratamiento de residuos basado en los principios de las 9 R (Rechazar, Reducir, Reutilizar, Reparar, Restaurar, Re manufacturar o reconstruir, Rediseñar, Reciclar, Recuperar), mencionando ejemplos de sus aplicaciones en la actualidad y los beneficios que trae para las compañías, caracterizando los que se generan el sector TI desde el área de mantenimiento y el manejo que se da a estos. La investigación se realizó teniendo en cuenta tres fases; en la primera fase se recopiló la información con base en los documentos existentes de economía circular y el manejo de residuos del sector TI, en la segunda se analizó la información y se resaltaron algunos ejemplos de aplicaciones de EC, en la fase final se desarrolla la propuesta de solución para implementar el modelo de EC en las empresas del sector TI y sus áreas de mantenimiento.

Palabras claves

Modelo económico, 9 R, mantenimiento, economía circular y sector TI.

Abstract

This article is based on a documentary compilation on circular economy, with a proposal for the implementation of the economic model focused on the disposal and treatment of waste based on the principles of the 9 Rs (Reject, Reduce, Reuse, Repair, Restore, Remanufacture or rebuild, Redesign, Recycle, Recover), mentioning examples of its applications today and the benefits it brings to companies, characterizing those generated by the IT sector from the maintenance area and the management that is given to them. The research was carried out taking into account three phases; In the first phase, the information was compiled based on the existing circular economy documents and the waste management of the IT sector, in the second the information was analyzed and some examples of CE applications were highlighted, in the phase In the end, the solution proposal is developed to implement the CE model in companies in the IT sector and their maintenance areas.

Keywords

Economic model, 9 R, maintenance, circular economy and IT sector.

1 Título de la investigación

Propuesta de Aplicación de Economía Circular en el área de Mantenimiento, para una empresa del sector de TI

1 Problema de investigación

1.1 Descripción del problema

En la actualidad, en el país se practican diversas metodologías de mantenimiento, las cuales impactan de forma negativa el medio ambiente debido a que operan con un concepto de linealidad (comprar, usar, desechar), generando exceso de residuos al no ser aprovechados de forma adecuada.

Esta problemática se ve reforzada por el mal concepto que se tiene de la preservación de los recursos naturales, ya que implican un mayor gasto para la compañía; la falta de interés e incentivos por parte del estado, con la aplicación de una legislatura más estricta y motivacional, para la inclusión de proyectos basados en la economía circular.

Las actividades cotidianas de mantenimiento, cuyos costos están considerados dentro de los presupuestos establecidos por las industrias y la economía, los cuales suelen aumentarse justificadamente, sin embargo, pueden ser sujetos para mejorarse con la reutilización de activos y productos más amigables con el medio ambiente, que incrementen el atractivo de la industria a estándares mundiales de eficiencia. Muchos productos y elementos no se aprovechan debidamente y su ciclo de vida útil resultando en un desperdicio que genera costos innecesarios, como el caso de los aceites los cuales, con una debida conservación y seguimiento, pueden usarse más eficientemente contribuyendo a su aprovechamiento completo generando en muchas industrias ahorros importantes.

1.2 Formulación del problema

De acuerdo con las metodologías y procesos lineales de operación en las áreas de mantenimiento de las empresas en Colombia, se generan impactos negativos por el uso

excesivo de los recursos naturales y su transformación en materias primas, usadas en diversas industrias sin la correcta y equilibrada reposición de los mismos y en particular en el sector TI objeto de este estudio, en esta propuesta se proyecta una alternativa para gestionar de forma eficiente y rentable la disposición de residuos, la mejora en actividades y procesos en las empresas.

Acorde a lo planteado en la descripción del problema, los autores presentan la pregunta de investigación:

¿Cómo incorporar las actividades de mantenimiento de una empresa al modelo de economía circular? reforzar

1.3 Sistematización del problema

- ¿Qué tipo de información se requiere para adaptar un proceso de mantenimiento al concepto de economía circular?
- ¿Cómo seleccionar una metodología adecuada para incluir la economía circular en las actividades de mantenimiento?
- ¿Cómo desarrollar un método basado en economía circular que sea beneficioso en la gestión en el área de mantenimiento?

2 Objetivos de la investigación

2.1 Objetivo general

Incorporar las actividades de mantenimiento de una empresa de TI, al modelo de economía circular.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los recursos utilizados en mantenimiento, para establecer la metodología, según el modelo de economía circular.
- Identificar el ciclo de vida de los activos y recursos de mantenimiento utilizados para garantizar su función.

- Aplicar el modelo de economía circular a los recursos identificados.

3 Justificación y delimitación

3.1 Justificación

Esta propuesta se enfoca en identificar las falencias que tienen las compañías y sus modelos de mantenimiento, en cuanto a los activos que intervienen, los cuales son susceptibles a la reutilización o reciclaje más adecuado; con el objetivo de garantizar beneficios financieros para la organización, generando un impacto ambiental y económico positivo. A nivel global, los recursos naturales a partir de su extracción y degradación han venido agotándose en el planeta por lo cual las organizaciones y estados a nivel internacional encontraron la necesidad de dar un mejor uso a estos recursos, con base en esto han desarrollado diferentes modelos hasta llegar al de la EC la cual proviene del campo de estudio de la ecología industrial que surgió a principios de los años noventa (Robert U Ayres; Udo Ernst Simonis, 1994). En Colombia se desarrolló la estrategia nacional de economía circular para que las organizaciones mejoren sus recursos y plantea como metas lo siguiente “la Estrategia Nacional de Economía Circular pretende aumentar significativamente la tasa de reciclaje y utilización de residuos, que hoy se encuentra en el 8,7%, para que ascienda en el año 2030 al 17,9%. A 2022, se espera que el porcentaje de residuos sólidos efectivamente aprovechados pase del 17 al 30%. Además, se estima un aumento del número de toneladas de residuos peligrosos y especiales sometidos a gestión posconsumo, al pasar de 218.427 a 565.995 toneladas, efectivamente aprovechadas al año 2022.”(República, 2019) .

En España el sector TI en el 2016 “llegó a los 90.111 millones de euros en volumen de negocios, según datos del Instituto Nacional de Estadística. Estas cifras dan una idea del peso que estas compañías tienen en la economía y por ende, en la sociedad. Pero este poder conlleva una responsabilidad tanto social como medioambiental, pues las decisiones que toman estos mastodontes de la comunicación respecto a dónde, cómo y con qué producen sus

productos o servicios afectan directamente a la salud del entorno donde desarrollan su actividad” (economiacircularverde, 2021).

3.2 Delimitación

Se realizó la investigación en empresas en el área de mantenimiento de empresas del sector TI ciudad de Bogotá, durante los meses de enero a noviembre, en el transcurso de la especialización en Gerencia de Mantenimiento de la Universidad ECCI 2021-2.

3.3 Limitaciones

En esta propuesta, nos limitaremos a los contenidos teóricos recopilados de las diferentes fuentes de información, sin llegar a implementarlo en un modelo real a causa de las limitaciones de tiempo y gestión que demanda el desarrollo.

4 Marco referencial

4.1 Estado del arte

A continuación, se presenta la investigación documental que permitirá el estudio del conocimiento acumulado dentro de las áreas de interés para este proyecto.

4.1.1 Estado del arte nacional.

Se realiza el análisis de los documentos consultados para el desarrollo de la presente propuesta dentro del ámbito nacional.

4.1.1.1 Estado del arte de la economía circular en Colombia.

La economía circular basa su concepto en darle un ciclo completo de vida a los productos y activos que usamos, entendiendo que cada uno es una transformación de un recurso natural, lo cual conlleva a que, si lo reutilizamos, reciclamos, renovamos o regeneramos estaremos mitigando el impacto sobre el planeta y dándole un espacio para su recuperación. Durante los últimos dos siglos se ha generado a nuestra tierra de forma cada vez más acelerada. “Por lo tanto, cuando se habla de economía circular se hace referencia a

repensar, reciclar, recuperar, todo aquello que permite que un producto o proceso reutilice hasta el último recurso o la menor cantidad posible, con el fin de reducir la generación de residuos y emisión de CO₂". (Rozo Doncel, 2019). La investigación que se realizó en este informe se centró en analizar información verídica relacionada a la economía circular en Colombia, donde se revisaron 80 artículos y 30 fuentes confiables de los temas políticos, propuestas de diseños innovadores, y avances entre otros relacionados.

4.1.1.2 Desarrollo de autopartes aplicando conceptos de economía circular para la industria automotriz en la ciudad de Medellín.

Es de esta manera como el autor Gutiérrez, F, implemento un estudio titulado: "Desarrollo de autopartes aplicando conceptos de economía circular para la industria automotriz en la ciudad de Medellín" (*Economia_Circular_Automotriz_Gutierrez_2019.pdf*, s. f.), dentro el cual se le da valor a todos aquellos procesos o avances ha tenido el ámbito industrial, esto mismo teniendo en cuenta que la metodología de desarrollo ejecutada bajo los productos donde no se le está dando prioridad al ámbito técnico y así mismo ambiental, las cuales son las que garantizan aquellos procesos encargados de la producción puedan causar el menor daño posible, de la mano de la profesión del diseño industrial se busca analizar y así mismo establecer un proceso eficaz que modifique el ciclo de vida de los productos promoviendo de este modo la reutilización, permitiendo que la empresa tenga un buen uso de los residuos de tipo sólido.

4.1.1.3 Retos & Oportunidades para la Implementación de Modelos de Economía Circular: Producto como Servicio en las Empresas de Consumo Masivo en Colombia.

Por su parte García, M; Echeverry, F, esta investigación recibe el título de: "Retos & Oportunidades para la Implementación de Modelos de Economía Circular: Producto como Servicio en las Empresas de Consumo Masivo en Colombia" (Ruiz & González, 2020), es

muy común que pueda asociarse a las grandes cadenas o de consumo masivo con los desechos que estas mismas pueden producir gracias a los ámbito lineales que son una constante dentro de estas, dentro del texto se hace énfasis en algo muy puntual y son las reglamentaciones que desde el gobierno y las autoridades se han impuesto y se mantienen un control sobre estas grandes empresas para que puedan cumplir con un mecanismo que beneficie al medio ambiente, que no lo contamine o lo dañen en su defecto, el estudio maneja como objetivo muy puntual y esta misma está centralizada en la búsqueda de una revisión bibliográfica encaminada a una búsqueda de un diseño que mantenga una secuencia de beneficio y sobre todo un bienestar entre las empresas y el medio ambiente.

4.1.1.4 Economía Circular y Aprovechamiento de Residuos Sólidos en Bogotá.

Así mismo Pardo, M, estableció una investigación que llevaba por nombre: “Smart Cities, Economía Circular Y Aprovechamiento De Residuos Sólidos En Bogotá” (Sinisterra, 2018), dentro de esta se evalúa la mala gestión ante los residuos sólidos entendiendo que en las grandes ciudades esto se ha convertido en una de las problemáticas que tiene su incidencia dentro de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) existentes dentro del mundo, lo cual en términos generales inciden o así mismo exagera todo lo que comprende el calentamiento global afectando al planeta tierra y así mismo los seres vivos que habitan en el mismo.

4.1.1.5 Implementación de la economía circular en el sector industrial ubicado en la Provincia de Sabana Centro y sus alrededores.

Por su parte Ortega, T, desarrollo un estudio denominado “Implementación de la economía circular en el sector industrial ubicado en la Provincia de Sabana Centro y sus alrededores” (Guevara, s. f.), dentro de este estudio se le brinda una importancia significativa ante el cuidado y mantenimiento del medio ambiente, estimulado por las perspectivas negativas de sostenibilidad, el modelo global de industrialización que ha llevado a una situación de escases de recursos naturales y aumento de la contaminación ambiental.

4.1.1.6 Economía Circular (EC), una Herramienta para el logro de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS).

“Economía Circular (EC), una Herramienta para el logro de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS)” (Carreño, s. f.), desarrollo un estudio que procuraba establecer un análisis basado en Los límites del crecimiento es el informe del club de roma publicado en 1972, donde se concluyó que el actual incremento de la población mundial, la industrialización, la contaminación y la explotación de los recursos naturales, alcanzarán los límites absolutos de crecimiento en la Tierra durante los próximos cien años.

4.1.1.7 Análisis de la economía circular en el sector alimentario para la ciudad de Bogotá durante el período 2014 – 2019.

Bajo este proceso se hace importante tener como referente a los autores Herreño, L; Torres, N (Herreño & Barriga, 2021), los ejecutores de este estudio hacen énfasis en algo muy puntual, es decir buscando una posible causa ante los posibles daños ambientales producto de la economía y es que básicamente desde que la tecnología comenzó a evolucionar hasta los hábitos de consumo han variado, a tal punto de extraer, producir, comprar y desechar. Actualmente el problema medio ambiental y social ha derivado en lo que se conoce como desarrollo sostenible, en donde se propone que los sistemas sociales y ambientales tengan la misma o más importancia que los sistemas económicos, provocando un cambio de modelo que invita a analizar las formas en cómo las economías producen y consumen bienes y servicios.

4.1.2 Estado del arte internacional.

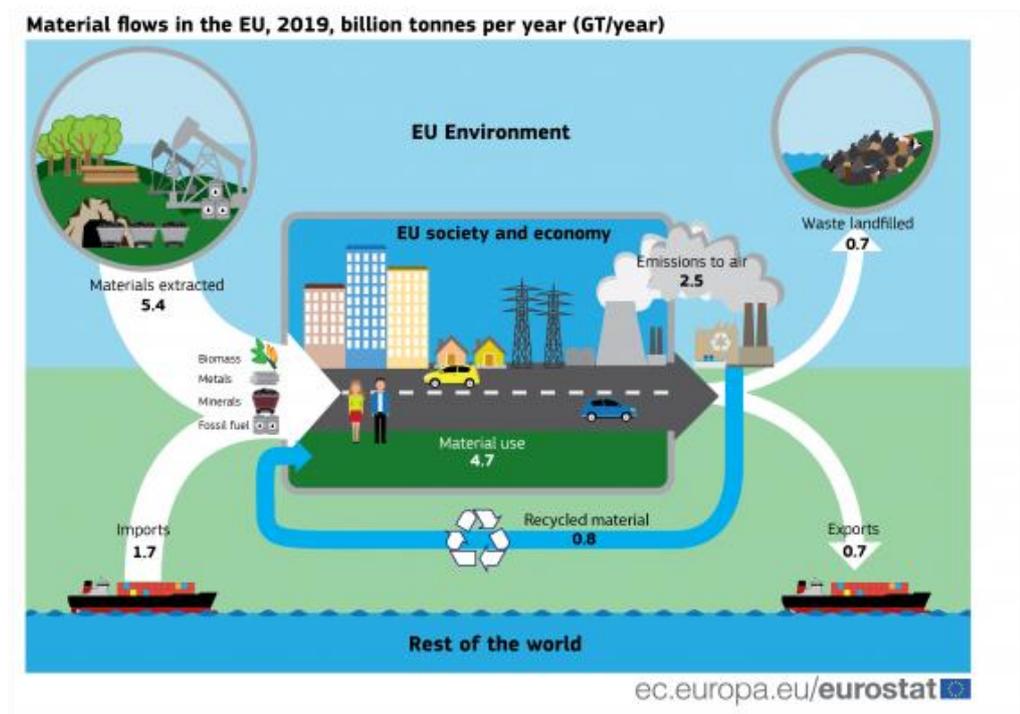
Se realiza el análisis de los documentos consultados para el desarrollo de la presente propuesta dentro del ámbito internacional.

4.1.2.1 Flujos de materiales en la economía circular.

Desarrollo un estudio titulado: “Material flows in the circular economy” (*Material flows in the circular economy*, 2021), dentro de este se evalúan dos aspectos en específico, el primero de estos un diagrama de Sankey de flujos de materiales en la Unión Europea (UE), el segundo de estos aspectos esta predeterminado por la tasa de uso de material circular o tasa de circularidad, es decir, la proporción de material recuperado y retroalimentado a la economía, desde ambos factores se ejecutan factores para promover el cuidados al medio ambiente, esto mismo con el fin de generar productos y así mismo producir sistemas de energías renovables.

Figura 1

Flujos de materiales, UE, 2019



Fuente: (*Material flows in the circular economy*, 2021)

La imagen muestra el flujo de producción y consume de las materias primase n las industrias.

La principal finalidad de la Unión Europea con la economía circular es reducir la extracción de materiales del medio ambiente, cuando los elementos que fabricamos con esos productos naturales cumplen su ciclo de vida, se desechan convirtiéndose en un elemento perdido para la naturaleza y el cual por nuestra necesidad de utilizar productos tendremos que reemplazarlo con otro que haya sido obtenido de la misma forma, la economía circular quiere cambiar esa forma de conceptuar los productos y darles un nuevo uso ya sea reciclando, incinerarse de forma controlada, contribuyendo en parte a la reducción de la extracción de nuevos minerales de la naturaleza.

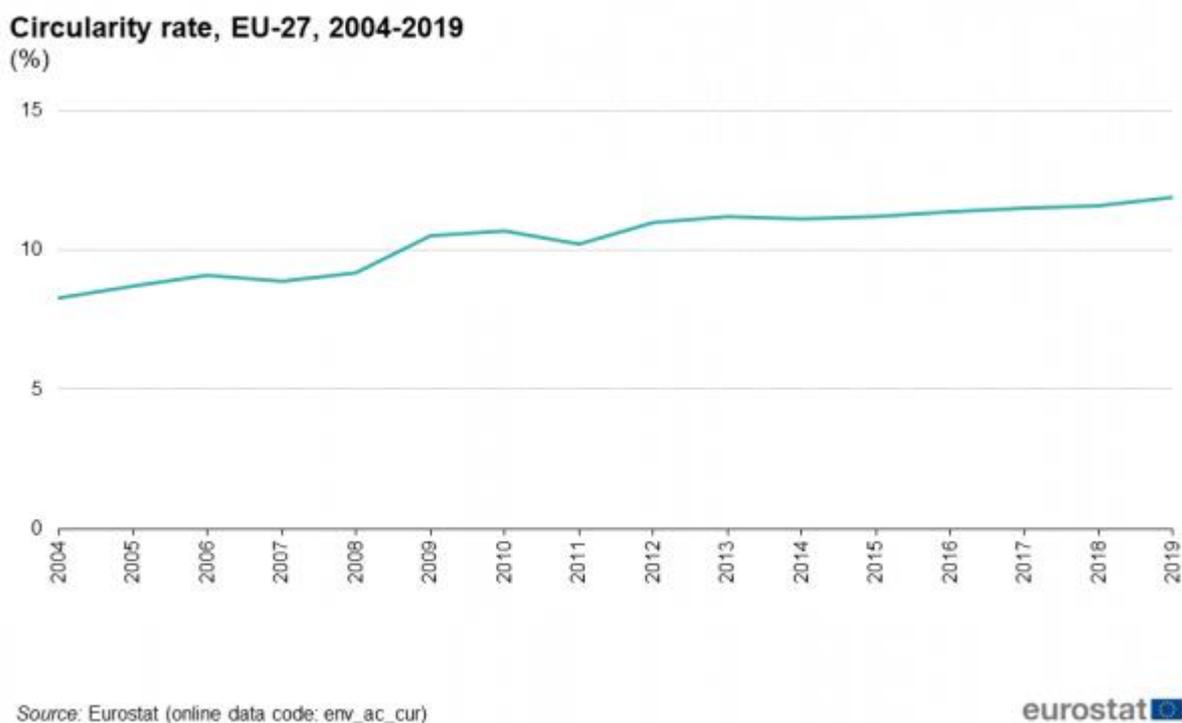
- Diagrama de Sankey de flujos de materiales
- Un diagrama de Sankey de flujos de materiales presenta los flujos de:
- Materiales extraídos para fabricar productos o utilizados como fuente de energía;
- Productos que entran y salen de nuestra sociedad;
- Materiales y productos desechados en el medio ambiente como residuos, por ejemplo, desechos depositados en vertederos o emisiones atmosféricas, o recuperados y devueltos a la economía; esta última parte cierra el ciclo de la economía circular.

4.1.3 Tasa de circularidad.

La tasa de circularidad es la proporción de recursos materiales utilizados en la UE que provienen de productos reciclados y materiales recuperados, lo que evita la extracción de materias primas primarias. Una tasa de circularidad más alta significa que más materiales secundarios reemplazan a las materias primas primarias, lo que reduce los impactos ambientales de la extracción de material primario.

Figura 2

Tasa de circularidad, UE, 2004-2019 (%)



Fuente: (Eurostat, 2021)

En la figura se observa el comportamiento del uso de la recircularidad de materias primas en Europa.

La tasa de circularidad es la proporción de recursos materiales utilizados en la UE que provienen de productos reciclados y materiales recuperados, lo que evita la extracción de materias primas primarias. Una tasa de circularidad más alta significa que más materiales secundarios reemplazan a las materias primas primarias, lo que reduce los impactos ambientales de la extracción de material primario.

En 2019, la tasa de circularidad de la UE fue del 11,8%, ligeramente superior en comparación con el año anterior y 3,6 puntos porcentuales (pp) más que en 2004, el primer año del que se dispone de datos.

4.1.3.1 Economía Circular-Espiral: Transición hacia un metabolismo económico cerrado.

El autor nos enmarca en un cambio de pensamiento que se viene dando a nivel mundial, en donde se concibe una economía actual en torno a la realidad sobre el concepto de los recursos naturales finitos y con la concepción de la reutilización de los mismo para aminorar el impacto generado a la naturaleza, también teniendo presente que no todo es cien por ciento reutilizable por sus límites termodinámicos y económicos. Se plantea la idea de una economía en espiral que cierre muchas veces los ciclos productivos para así desenergizar, descarbonizar y desmaterializar el sistema productivo lineal predominante. Este modelo pretende incentivar o inspirar decisiones políticas, jurídicas, laborales, sociales científicas, empresariales, conductuales y éticas que permita la supervivencia de las generaciones venideras de todos los seres vivos que habitamos este planeta.

Este libro pretende ser de interés para los administradores públicos, las ONG, organizaciones empresariales y de consumidores, sindicatos, la comunidad educativa e investigadora, la sociedad civil, y otras partes interesadas, que deben actuar de forma comprometida como facilitadores, líderes y multiplicadores del cambio hacia una Economía Circular.

“La evolución del sistema económico de la civilización industrial en los últimos 150 años, que ha desembocado en la actual economía global, ha estado dominada por un modelo lineal de producción y consumo, sin apenas circuitos de interconexión entre las materias primas, los bienes producidos y los residuos generados. Este patrón unidireccional ha favorecido una gravosa ineficiencia y una dependencia de recursos escasos, así como un insostenible impacto ambiental por deterioro de las reservas y la generación de emisiones y desechos.” (Herrero et al., 2020)

4.1.3.2 Economía Circular y empleabilidad de los jóvenes.

En este orden de ideas los autores Reyero, E; Llobera, F; Redondo, M (*Ramón_EconomíaCircular_2018.pdf*, s. f.), implementaron un estudio cuya finalidad esta sesgada por el análisis de información, es decir tratando de establecer definiciones para partir de allí darle pie a la temática en curso, dentro de una primera instancia consideran a la economía circular como ahorro funcional ante la energía beneficiando de esta manera al ecosistema, este estudio busca tener una relevancia puede servir como una ventaja competitiva que permite potencializar y establecer todo tipo de beneficios dentro de la sociedad.

Dentro de estos parámetros también se hace necesario ser enfáticos en una investigación ejecutada por Pérez, E; Jiménez, L, dentro de esta investigación se busca enfatizar en el consumismo real, es un proceso que sea un equilibrio dentro de las empresas pero también a nivel ambiental, es una secuencia de carácter lógico demarcada por el adecuado sistema consumista previsto dentro de la sociedad, promoviendo así mismo el uso eficiente de los recursos y demás aspectos que garanticen mejoras dentro de la sociedad en términos generales.

4.1.3.3 La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo.

El autor, implemento un estudio denominado como “La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo” (Morocho, 2018), dentro de esta se concibe a la economía circular es un modelo económico basado en el reciclaje, la reutilización y la reducción de los recursos naturales, desde la revolución industrial, las empresas han creado una gran cantidad de productos, fomentando el uso por parte de los consumidores y generando residuos que contaminan el medio ambiente sin tratamiento adicional, los principales países están actuando en este sentido y se analiza un ejemplo de

mejora impulsando el mencionado modelo de negocio, teniendo en cuenta los factores de diseño e innovación en la fabricación de productos. En Ecuador se están implementando programas de participación más activa para incrementar el conocimiento y adopción de la economía circular, donde el reciclaje de residuos comienza a tomar conciencia en hogares e instituciones Responsable de políticas de sustentabilidad.

4.1.3.4 La economía circular y su aplicación en el sector eléctrico.

El autor, esta investigación tenía por nombre: “La economía circular y su aplicación al sector eléctrico” (García-Ovies, s. f.), busca promover la implantación de modelos de economía circular en el ámbito del sector eléctrico-electrónico mediante la aplicación de soluciones eco innovadoras en todas las etapas del ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, el desarrollo y evaluación de las soluciones propuestas se llevará a cabo a través de cuatro demostraciones a gran escala que permitirán establecer las bases metodológicas, guías, procedimientos e indicadores para la exportación de estos modelos de negocio al resto del sector eléctrico y electrónico, así como para asegurar su viabilidad económica, la mejora ambiental y el beneficio social.

4.1.3.5 La Gestión de Servicios de soporte técnico en el ciclo de vida del desarrollo de software.

“La Gestión de Servicios de soporte técnico en el ciclo de vida del desarrollo de software”, fue el nombre propuesto por los autores Vargas, Y; Chávez, A, el objetivo principal de este estudio busca propiciar diversos mecanismo ante los diversos productos utilizados dentro de las universidades sean desplegados bajo los parámetros nacionales, ante esto se hizo utilidad de una metodología de carácter cualitativo, implementando un instrumento denominado como “Ítil v3”, este mismo permite facilitar los sistemas de gestión ante los distintos servicios que facilitan dentro el ámbito informativo, los resultados de este proceso de capacitación ante el sistema fue satisfactorio entendiéndose que existieron un total

de 24 profesionales capacitados para hacer utilidad de este sistema o así mismo mecanismo ante la utilización adecuada de los productos en curso. (Vargas & Chávez, 2016)

4.1.3.6 Modelo de gestión basado en el ciclo de vida del servicio de TI para mejorar los procesos de TI en las instituciones educativas particulares de la región Lambayeque.

Este estudio está enfocado en el proceso que implica el implantar un modelo basado en promoción de servicios basado en el ciclo de vida de los servicios de tecnologías de la información (TI) en las instituciones educativas privadas (ISP) de la región de Lambayeque. De estos, se realizaron análisis de conceptos y metodologías reconocidos, y relacionados con la gestión de servicios, adaptados en el contexto del IEP, proporcionando los recursos necesarios para mejorar los procesos avanzados del IEP. Por otro lado, los diagnósticos realizados sobre una muestra de estas organizaciones, permitieron detectar la ausencia de una implementación completa de la gestión de servicios, por falta de terminología definida, sobre la gestión de servicios a nivel de alta dirección, resultando en pérdidas económicas, descontento y deterioro de la imagen institucional. (Flores, s. f.)

4.1.3.7 ¿Cómo hacerlo?: El mantenimiento preventivo.

No es un secreto en las áreas de mantenimiento de las empresas esta práctica, pero sin un enfoque al modelo circular, esto es un componente fundamental de ella, dado que con estos procesos encaminados en garantizar la operación de una máquina o componente podemos alargar la vida útil del mismo, contribuyendo no solo con la continuidad de la operación que este realice sino impactando en las finanzas de la empresa. Es así que el principal componente a tener en cuenta es un adecuado plan de mantenimiento preventivo apoyado con reparaciones técnicamente y tecnológicamente correctas, combatiendo una característica que tienen muchos elementos como es la obsolescencia programada, que podemos decir, es un secreto a voces que la mayor parte de los productos que consumimos

han sido diseñados con fecha de caducidad. Es así como el mantenimiento no se debe centrar en reemplazar las máquinas por su fecha de caducidad, sino en las actividades que garanticen una vida útil más larga posible de las mismas, permitiendo su correcta operación y seguridad, implementando reingenierías en caso de ser necesario cuando los requerimientos de la empresa y adaptándose a la disponibilidad de elementos para su reparación, dado que en varias ocasiones nos topamos con elementos que se han dado de baja por no conseguir los repuestos necesarios, pero esto no debe ser una limitante para el área de mantenimiento.

Existen numerosas empresas dedicadas a prestar servicios en diferentes campos de la metalmecánica, para la fabricación de partes y componentes que demanda la industria. Con la entrada de las impresoras en 3D al mercado, se pueden recrear componentes plásticos de partes que requieran su reemplazo inmediato, gracias a esta tecnología los equipos regresarán a operar en un lapso corto, con costos muy razonables y más bajos que un repuesto original.

4.1.3.7.1 Procesos de filtración de aceites.

En varias industrias como en el sector IT los aceites y lubricantes son muy utilizados y su disposición se suele dar de diversas formas, cuando son grandes cantidades como es el caso de los aceites refrigerantes en transformadores o aceites de plantas eléctricas de combustión ya sea Diesel o gasolina, se suele contratar a empresas que disponen de ellos a las cuales sólo se les solicita una oferta comercial y los permisos que los acrediten para tales labores, y allí suele terminar la relación con la disposición de estos aceites y lubricantes, pero como deber y compromiso con el medio ambiente las empresas deben cerciorarse del verdadero destino que a estos se les dé, e incluso poder utilizar estos elementos realizando en conjunto con las empresas el tratamiento de los aceites con procesos como: la filtración micrónica, las filtraciones coalescentes que ayudan a eliminar algunos componentes degradantes de los aceites como el agua y partículas metálicas y sólidos del ambiente que se adhieren a estos. De esta forma no requerimos comprar más producto, sino al reacondicionar

los aceites para su uso solo tendríamos que pagar el costo del servicio lo cual tendría ventajas económicas y ambientales considerables.

Con esto también se contribuye a que, por malas prácticas de disposición de los aceites se causen fenómenos como la contaminación de mares o lagos cuando el aceite usado es vertido en ellos, y como sabemos el aceite no se mezcla con el agua, sino que forma una capa que no permite que el oxígeno circule libremente y en consecuencia, la flora y fauna marina se ve altamente perjudicada, un motivo más para el reciclaje de los aceites. Si el aceite que usamos no es susceptible de reusarse en dicha industria existen otras que pueden aprovechar este recurso, un gran porcentaje en países como España “del total recogido hasta un 70% se regenera y se convierte en lubricante base para nuevos aceites y el 30% restante se valoriza energéticamente y se transforma en combustible”. (Fuentes, 2015)

4.1.3.7.2 La economía circular en las empresas.

Las empresas que toman el modelo de economía circular como opción de desarrollo y crecimiento, tienen como ventaja:

1. Recircular:

- Refabricar productos y componentes para comercializar productos obsoletos como nuevos.
- Reciclar materiales para no llevarlos a rellenos sanitarios.
- Usar residuos orgánicos como materia prima para elaborar productos de alto valor agregado.
- Promover el compostaje.

2. Reutilizar

- Compartir bienes.
- Promover el uso de productos de segunda mano.

3. Reducir

- Optimizar el consumo de recursos y energía.
- Eliminar el uso de sustancias tóxicas.
- Prevenir la generación de residuos en los procesos productivos y las cadenas de valor.

4. Regenerar

- Usar energía y materiales renovables.
- Devolver los recursos orgánicos al suelo.
- Recuperar y mantener los ecosistemas

5. Reemplazar

- Sustituir materiales obsoletos por otros de mejor desempeño y que faciliten la durabilidad de productos.
- Aplicar nuevas tecnologías.
- Reemplazar el consumo de productos por el consumo de servicios Prolongar la vida útil a través del mantenimiento.

4.2 Marco teórico

En el marco teórico se tienen en cuenta los conceptos que sustentan desde el punto de vista científico y técnico la investigación, para el caso de esta investigación se tendrán en cuenta los siguientes términos:

4.2.1 Sector TIC.

“Está formado por las industrias manufactureras o de servicios cuya actividad principal está vinculada con el desarrollo, producción, comercialización y uso intensivo de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Figura 3*Cadena de valor del sector TIC*

Fuente: (Mejía et al., 2015)

En la imagen se diagrama la cadena de valor en los elementos que componen el sector de las TIC.

Dentro del componente de producción de servicios TIC se encuentran los servicios y redes de telecomunicaciones, como: servicios de telefonía fija, móvil, transmisión de datos, internet, correos y postales, radio y televisión, entre otros.

Así mismo, se encuentra la industria de software que hace referencia a licencias, sistemas informáticos, paquetes de software de aplicaciones. Los servicios de consultoría en TI (tecnología e información) se refieren a los servicios de gestión de procesos empresariales, soporte, diseño y desarrollo de TI para aplicaciones, servicios de alojamiento o hosting, entre otros.

Otra de las categorías de servicios TIC es leasing o servicios de arrendamiento de equipos, como arrendamiento sin opción de compra de computadores u otros equipos de telecomunicaciones, televisores, radios, grabadoras. Por último, se evidencian otros servicios TIC que hacen referencia a servicios de ingeniería para proyectos de telecomunicaciones,

radiodifusión, mantenimiento y reparación de computadores o equipos periféricos. En conclusión, los servicios TIC son el resultado de las soluciones a necesidades que evidencia la economía para usos específicos de las redes de telecomunicaciones y los bienes TIC.”

(Mejía et al., 2015)

4.2.2 Mantenimiento.

Se comprende como las tareas y procedimientos realizados para garantizar la operación y buen funcionamiento de un equipo. “Se denomina mantenimiento al procedimiento mediante el cual un determinado bien recibe tratamientos a efectos de que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias exteriores no lo afecte. Existen gran multitud de campos en los que el término puede ser aplicado, ya sea tanto para bienes físicos como virtuales. Así, es posible referirse al mantenimiento de una casa, de una obra de arte, de un vehículo, de un programa o conjunto de programas, de un sistema, etc. El mantenimiento suele ser llevado a cabo por especialistas en la materia. (*Definición de Mantenimiento - Qué es y Concepto*, s. f.)

El objetivo principal del área de mantenimiento en el sector TI, es garantizar el funcionamiento del software y hardware de los equipos y sistemas informáticos, para reducir costos y prevenir daños a largo plazo, el cual va de la mano con la seguridad, parte fundamental para el resguardo de la data de la empresa.

4.2.2.1 Mantenimiento Preventivo.

Se basa en la revisión periódica de los equipos, con el fin de minimizar o eliminar los tiempos de fallas, realizando análisis y diagnósticos para detectar posibles errores de instalación a tiempo o en fases tempranas.

- **Mantenimiento preventivo pasivo:** su objetivo principal es proteger los equipos de las condiciones ambientales que ponen en riesgo su vida útil, como ejemplo tenemos los aires acondicionados, que instalan dentro de las áreas de

IT, para regular la temperatura del lugar donde se encuentran almacenados los equipos.

- **Mantenimiento preventivo activo:** Se centra en realizar una limpieza periódica a los equipos, para evitar que el polvo y la suciedad corroan los equipos, afectando su funcionamiento.

Mantenimiento correctivo: basado en el análisis y reparación de fallos del software/hardware, que manifieste la toma de acciones de forma inmediata, para evitar el cambio total del equipo. Es la más utilizada en las empresas que buscan alargar la vida útil de sus activos; se dividen en dos tipos:

- **Correcciones fijas:** con base en la información del fabricante y los datos recopilados en los mantenimientos preventivos y predictivos, se establece un periodo de vida útil para cada componente, con el fin de sustituirlo antes de que genere un fallo o alteración del equipo.
- **Correcciones variables:** Se contempla la sustitución de componentes puntuales, los cuales necesitan reparación o cambio de forma inmediata, no dependen de un periodo de tiempo para su cambio, si no de su vida útil, para garantizar el correcto funcionamiento del equipo.

4.2.2.2 Mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo consiste en ejecutar un software de diagnóstico completo, para conocer el estado de las piezas del equipo y generar una simulación futura, la cual permita la toma oportuna de decisiones, y acciones para el reemplazo, reparación, lubricación, limpieza o sustitución de algún componente o si es el caso del equipo completo por obsolescencia, con el fin de prevenir y mitigar contingencias en los procesos productivos.

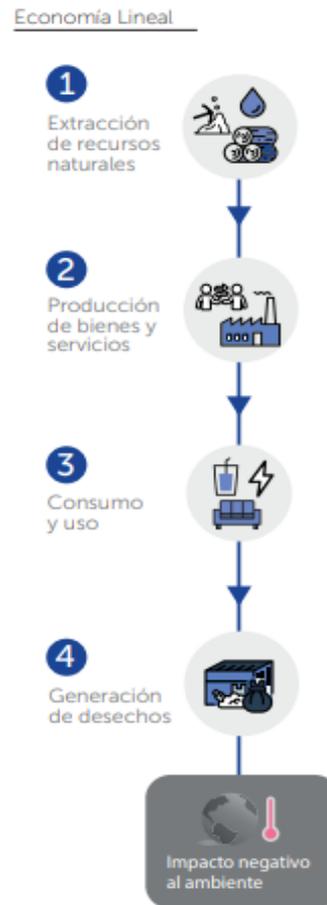
“El mantenimiento predictivo o basado en la condición evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no en función de su estado, lo cual produce grandes ahorros.” (Preditec, 2022)

4.2.3 Economía circular.

Es un modelo basado en la reducción de consumo y desperdicio, el cual tiene como objetivo principal producir bienes y servicios. Funciona como un sistema cerrado, tal y como sucede en la naturaleza, donde todo se transforma para dar lugar a algo nuevo. La diferencia entre economía circular y lineal (el sistema actual), es que la primera aprovecha los desechos para volver a convertirlos en recursos, mientras que la segunda se basa en el “usar y tirar”, diseñando productos con obsolescencia programada. “A continuación se ilustra el flujo de la economía lineal para comprender de forma básica la transformación que requiere una aproximación al sistema de la Economía Circular.”

Figura 4

Economía Lineal



Fuente: (Arango & Ramírez, 2020)

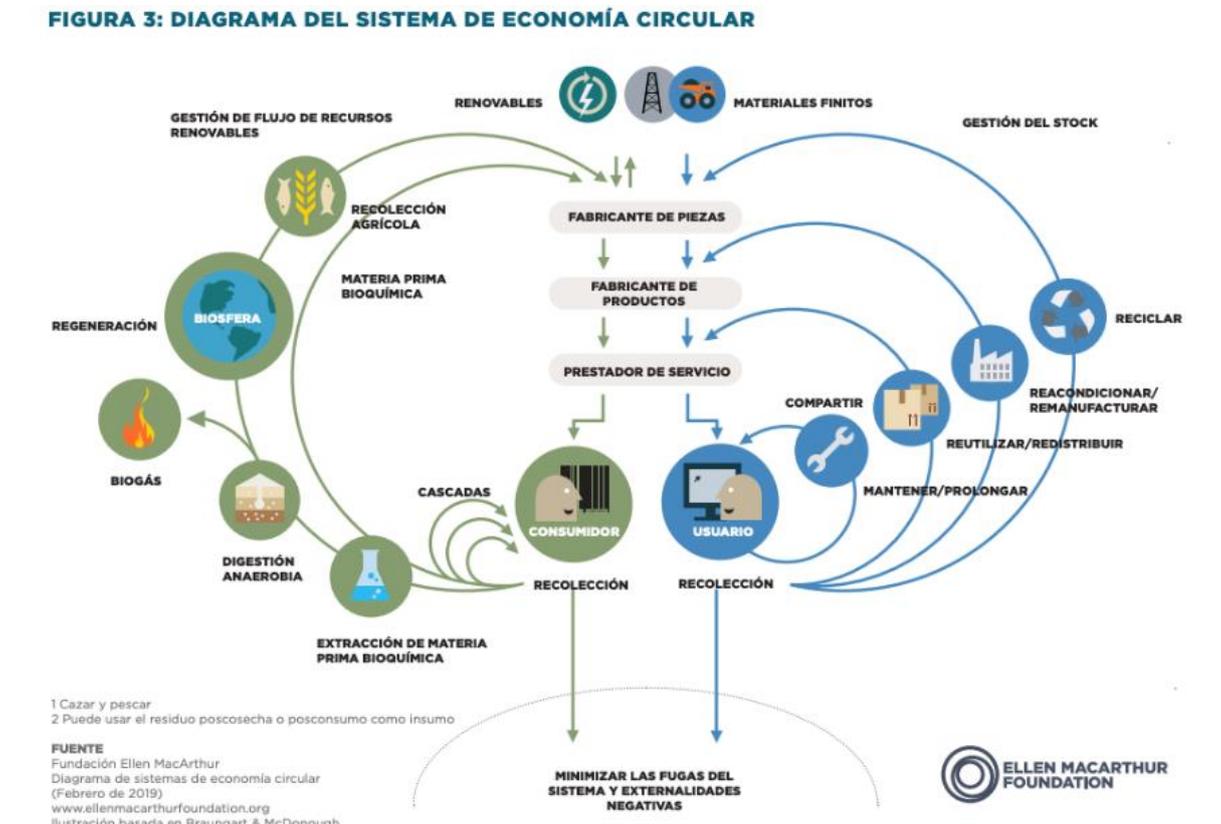
Flujo descriptivo de la Economía Lineal según el autor.

4.2.3.1 La economía Circular comprende tres principios:

- “Preservar y mejorar el capital natural controlando existencias finitas, y equilibrando los flujos de recursos renovables.
- Optimizar el uso de los recursos rotando productos, componentes y materiales con la máxima utilidad en todo momento, tanto en los ciclos técnicos como en los biológicos.
- Fomentar la eficacia del sistema revelando y eliminando externalidades negativas.” (Bohorquez, Mosquera, 2019)

Figura 5

Diagrama del sistema de economía circular



Fuente: (Diagrama Sistémico, 2017)

Descripción grafica de la Economía Circular.

La implementación de la economía circular no se basa únicamente en disminuir los impactos negativos de la compañía, representa un cambio sistémico, que viene acompañado de una adaptación al modelo circular, generando oportunidades económicas y de negocios, al mismo tiempo conlleva a beneficios ambientales y sociales. (Economía Circular, 2017)

En Colombia, por medio del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se han creado estrategias fomentando la prácticas que conlleven una implementación del modelo de economía circular, los instrumentos es consecución de la construcción de estrategias que desarrollen un sistema de “producción y consumo que promueve la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía; teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los

ecosistemas y el uso circular de los flujos de materiales a través de la implementación de innovaciones tecnológicas, alianzas y colaboraciones entre actores, y el impulso de modelos de negocio que respondan a los fundamentos del desarrollo sostenible.” (Arango & Ramírez, 2020)

Figura 6

Cierre y optimización en los ciclos de vida de los materiales y productos



Fuente: (Arango & Ramírez, 2020)

La imagen describe como debe operar el ciclo de vida de los productos.

4.2.3.2 Producción de bienes y servicios.

La tasa de aprovechamiento es la razón entre los residuos sólidos y productos residuales que son utilizados por las actividades económicas, para procesos de cogeneración de energía, reciclaje y reutilización con relación al total de residuos generados en el territorio nacional en unidades físicas. En 2018 la tasa de aprovechamiento de residuos sólidos y

productos residuales fue del 48,8% con relación al total de los residuos generados, equivalente a 12,1 millones de toneladas aprovechadas. (Arango & Ramírez, 2020)

4.2.3.3 Oportunidades en el sector TIC

Las empresas se encuentran actualmente en la búsqueda constante de oportunidades de negocio, que les permita continuar en el mercado, implementando procesos que contribuyen al cambio de la economía lineal por la circular, el cual está determinado por iniciativas internacionales relacionadas con la sostenibilidad, el respeto al medio ambiente y la digitalización.

4.2.3.4 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

“La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible junto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se adoptaron por 193 países miembros de Naciones Unidas en 2015 como un llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el Planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030.

Figura 7

Objetivos de desarrollo sostenible



Fuente: (ONU, 2020)

Los 17 ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) son de carácter integrado e indivisible, reconociendo que las intervenciones en un área afectarán los resultados de otras y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad medioambiental, económica y social.

4.2.3.5 Plan de Acción Europeo para la Economía Circular

Con el objetivo fundamental de facilitar y promover la transición hacia la economía circular, contribuir a alcanzar los ODS y a la lucha contra el cambio climático, la Comisión Europea diseñó en 2015 su Plan de Acción para la Economía circular, bajo el lema cerrar el círculo que se ha estado desarrollando hasta este mismo año.

Pacto Verde Europeo

Surge con el firme propósito de convertir a Europa en el primer continente climáticamente neutro en 2050 y, junto con la declaración de emergencia climática del Parlamento Europeo, busca alcanzar un modelo de crecimiento sostenible.” (ecointeligencia, 2020)

Países que lideran el cambio en la economía circular en Europa:

Holanda

“Su gobierno tiene un proyecto ambicioso el cual busca convertirse en un país basado en la economía circular al 100%, para el año 2050. “Una economía circular en los Países Bajos para 2050” recoge las acciones y estrategias a llevar a cabo para gestionar las materias primas, productos y servicios de forma más eficiente.

Entre los proyectos propuestos se incluye que todos los edificios gubernamentales construidos desde entonces son de cero emisiones y se deben utilizar tantos materiales y recursos reciclados como sea posible en la construcción.

Para el año 2030 se espera reducir en un 50% el uso de recursos. 20 años más tarde, para 2050, poder contar con una economía 100% circular y libre de residuos.

Francia

Dispone de una legislación favorable y un claro discurso en economía circular y eco innovación. Varios proyectos como la hoja de ruta para la economía circular (2018) o la Ley de Transición Energética para el Crecimiento Verde (2015) han impulsado una economía circular, solidaria y social. La denominada Ley contra el despilfarro por una economía circular, aprobada en febrero de 2020, promueve la gestión y prevención de la producción de residuos, la mejora de la información al consumidor, la lucha contra el despilfarro y la reutilización de los recursos.

Italia

Según el Informe Circular Economy Network 2020, realizado por la Fundación Italiana de Desarrollo Sostenible, junto con COREPLA (Consortio Nacional para la recogida, reciclaje y recuperación de envases de plástico) Italia se sitúa en las primeras posiciones de Europa en economía circular. La ley de presupuestos para 2020 recoge algunas medidas para cumplir con el Green Deal, estableciendo un fondo de inversión pública para promover

proyectos innovadores en sostenibilidad, economía circular, turismo sostenible, descarbonización y mitigación del cambio climático. Es uno de los países con los niveles más altos de la norma EMAS y en etiquetas ecológicas de la Unión Europea.

Alemania

Es líder en la gestión de residuos, la Estrategia de Desarrollo Sostenible, el Programa de Eficiencia de Recursos o el Programa Nacional para el Consumo Sostenible, son algunas de las políticas aprobadas en el país germano; a pesar de los buenos resultados en la gestión de residuos, deben desarrollar un marco global que vaya mucho más allá y desarrolle en profundidad la economía circular.

Luxemburgo

Una de sus prioridades es la eco innovación y la economía circular, las administraciones públicas implementan numerosas medidas para lograr los objetivos en estas materias. Dentro de la denominada “Tercera Revolución Industrial (TIR)” la economía circular se entiende como un eje horizontal dentro de los 6 sectores principales: alimentación, industria, construcción, energía, movilidad y finanzas.

Bélgica

La economía circular tiene una gran presencia en todos los sectores y cuenta con un importante apoyo del gobierno en todas las regiones del país. Entre los sectores más circulares se destaca la construcción, uno de los que está haciendo mayores esfuerzos en términos de eco innovación.

Portugal

El gobierno portugués ha ido aprobando numerosos planes de acción que han ayudado al país en su transición hacia la economía circular, como el Plan de Ação para a Economia Circular em Portugal 2017-2020. Como resultado, las empresas, la administración pública y

la sociedad en general han incrementado su interés y su concienciación con la gestión de los recursos.

España

Se encuentran los mejores resultados en la eficiencia de los recursos. Existen diversas políticas que promueven el desarrollo sostenible, el diseño ecológico, el reciclaje o la construcción sostenible.

En el mes de junio (2020) se aprobó la Estrategia Española de Economía Circular: España Circular 2030, que se materializa a través de varios planes de acción trienales. El plan recoge y asienta las bases para el desarrollo de una economía sostenible, descarbonizada y competitiva, siguiendo la línea de las políticas nacionales y europeas. Entre los objetivos, se recoge la reducción en un 30% del consumo nacional de materiales, la reducción de la generación de residuos en un 15% o la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO₂.” (construcia, 2020)

Podemos apreciar un ejemplo un claro ejemplo con Apple, el cual invita a sus clientes a cambiar su móvil viejo por un vale de descuento, permitiendo a la empresa hacerse cargo de la gestión terminal de sus productos, revisando si es viable que el equipo se repare para continuar en circulación, o utilizar sus piezas para en la fabricación de nuevos equipos.

“Fue calificada en 2007 por Greenpeace como una de las compañías tecnológicas más responsables con su impacto ecológico, ya que el 83% de su energía usada era de origen renovable (en ese momento).

Otra de sus iniciativas “verdes” fue instalar paneles solares, repartidos en más de 800 azoteas en Singapur, para producir la energía suficiente para cubrir la demanda energética de todas las oficinas de la empresa.” (economiacircularverde, 2021)

4.2.4 Sustentabilidad.

La sustentabilidad o sostenibilidad, es un concepto muy utilizado a nivel mundial, a tal punto de haber perdido su credibilidad o potencial influenciador en el cambio de los métodos y prácticas de producción y otros ámbitos, utilizado muy a menudo en el marketing, dando la percepción de algo que perdura en el tiempo, ya sea un producto o un proceso. El autor del artículo “La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad” de cierta forma los separa infiriendo: “Es por ésta y otras razones que más adelante contempló, que prefiero denominarlo sustentable, porque éste término, a más de su aspecto temporal, incluye conceptos que interrelacionan aristas muy importantes que preocupan a todos los seres de la tierra, como quiera que tienen que ver con la vida humana, principio y esencia del ser, guardando relación con el presente y futuro del planeta tierra y su interacción con ella. Con base en estos planteamientos, la edificación de una nueva cultura del individuo dentro de la sociedad”, dándonos una idea de cómo se debe utilizar el término sustentabilidad concibiendo como además de generar la temporalidad del producto o acción esta también debe cumplir una premisa de relación con la conservación y sostenimiento del equilibrio natural del planeta y sus ecosistemas.

Justificación de lo sustentable: La definición de la palabra sustentable involucra diversos aspectos muy importantes, entre los cuales podemos contemplar:

La sustentabilidad tiene que ver con lo finito y delimitado del planeta, así como la escasez de los recursos de la tierra:

- Con el crecimiento exponencial de su población
- Con la producción limpia, tanto de la industria como de la agricultura
- Con la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales

4.2.5 Reutilización.

Desde la perspectiva ecológica nos invitan a la reutilización de productos, con el fin de ayudar al planeta, y mantener los recursos naturales, mediante la práctica de la regla de las 5 erres (rechazar, reducir, reutilizar, reciclar y reincorporar); la reutilización es una de las más importantes, ya que permite volver a usar un objeto o material, generando una segunda vida útil antes de ser reciclado, contribuyendo al minimizar residuos, reciclando objetos, disminuyendo costos y concientizando a las personas que nos rodean, sobre los beneficios que trae las prácticas del modelo en nuestra vida cotidiana. (twenergy, 2020)

4.2.6 Eficacia y Eficiencia.

- Eficacia: “Es la capacidad de lograr los objetivos y metas programadas con los recursos disponibles en un tiempo predeterminado.”

“Ejemplo: se es eficaz si nos hemos propuesto construir un edificio en un mes y lo logramos. Fuimos eficaces por cuanto alcanzamos la meta, logramos lo que nos propusimos, independientemente de si hemos sido eficientes o no.” (gerencie.com, 2021)

- Eficiencia: “Capacidad para alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando su optimización.” (predictiva21, 2019)

“Por ejemplo: se es eficiente cuando en 12 horas de trabajo se hacen 100 unidades de un determinado producto. Ahora, se mejora la eficiencia si esas 100 unidades se hacen en sólo 10 horas. O se aumenta la eficiencia si en 10 horas se hacen 120 unidades. Aquí vemos que se hace un uso eficiente de un recurso (tiempo), y se logra un objetivo (hacer 100 o 120 productos).”

“Diferencias entre eficiencia y eficacia. La eficacia difiere de la eficiencia en el sentido que la eficiencia hace referencia a la mejor utilización de los recursos, en tanto que la eficacia hace referencia en la capacidad para alcanzar un objetivo.”

4.2.7 Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE.

En la industria de tecnología TI es frecuente mencionar el termino de RAEE, el cual hace referencia a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de uso cotidiano, lo cuales funcionan a través del uso de corriente eléctrica y campos magnéticos. La sociedad actual ha presenciado un aumento exponencial en la fabricación de aparatos eléctricos y electrónicos como consecuencia a las necesidades socioeconómicas de las comunidades. Es importante mencionar que uno de los impactos más grande, es el de la explotación incontrolada de materias primas, el consumo energético, las fuentes de donde provienen dichas materias primas, y la incorrecta disposición final de los residuos, generando un desequilibrio ambiental y múltiples afectaciones de salud a quienes conviven en él.

La directiva de la unión europea en el año 2018 creo 6 categorías para clasificar la disposición de elementos de los AEE las cuales son:

- Aparatos de intercambio de temperatura.
- Pantallas y monitores.
- Lámparas.
- Grandes y pequeños aparatos.
- Aparatos de informática.
- Telecomunicaciones.

Con el derivado de estos residuos se tiene un impacto en la salud y el ambiente, al haber materiales pesados, contaminantes orgánicos persistentes, retardantes de llamas y otras sustancias peligrosas los cuales constituyen un riesgo para la salud humana y el ambiente. (minambiente, 2020).

De acuerdo con Balde en su artículo “The global e-waste monitor”, en Colombia durante el año 2014, se generaron alrededor de 252.000 toneladas de residuos lo cual es equivalente a 5,3 kg por habitante.

(*UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf*, s. f.)

Debido a estas alarmantes cifras el gobierno nacional desarrollo un plan de acción a 15 años donde contempla aplicar cuatro estrategias diferentes donde se busca:

- 1) Sensibilizar y educar a las comunidades sobre el consumo responsable de aparatos eléctricos y electrónicos.
- 2) Desarrollar y establecer instrumentos para la recolección y gestión de residuos RAEE.
- 3) Transferir tecnología y desarrollar infraestructura ambiental para el aprovechamiento de RAEE.
- 4) Conformar alianzas público-privadas que promuevan la correcta gestión integral de los residuos.

4.2.8 Industria 4.0.

En la actualidad se han adoptado nuevas tecnologías que están revolucionando el proceso productivo a nivel global, dada la situación actual donde los retos que ha enfrentado la humanidad han requerido una migración al sector digital. Lo que ha llevado pensar en una revolución industrial y porque no, en una nueva era digital y la nueva industria 4.0.

Según el autor («Industria 4.0 4a revolución industrial inteligente», 2017, p. 0) esta industria hace referencia a aquellas tecnologías innovadoras que permiten a sus usuarios la optimización de los procesos a pequeña y grande escala por medio del implementación de la robótica adoptiva, herramientas de planificación de la producción, visión artificial, realidad virtual, gamificación, simulación de procesos, inteligencia operacional, IoT y KET (Key Enabling Technologies). La industria 4.0, en pocas palabras, se enfoca en facilitar el acceso a la información a quien la requiere, permitiendo la adquisición de conocimiento y toma de decisiones en tiempo récord, generando un impacto bastante positivo para la sociedad a nivel cultural, económico y político.

Es de esperarse que en un futuro no muy lejano se presencien fabricas que permitan integrar las operaciones físicas con el mundo virtual, donde se optimizaran y automatizaran diversos procesos para ser auto configurables y así mismo por medio de la inteligencia artificial completar tareas complejas, figurando un cambio bastante significativo para las empresas. Sin embargo, el reto no está en el salto o la migración tecnológica que deben presenciar las organizaciones, sino en lograr maximizar el impacto que puede representar en cada área donde se ejecute.

4.3 Marco normativo Legal

Para la presente propuesta de mejoramiento e implementación sobre economía circular en una empresa del sector TI en Colombia, en la siguiente tabla se describen las políticas, decretos y estrategias desarrolladas en el país como parte del marco normativo y legal aplicables a el presente documento y su contenido:

Tabla 1

Marco legal

Año	Normativa	Descripción
1997	Política para la gestión integral de residuos	Presenta una propuesta que contiene los elementos conceptuales para avanzar hacia la gestión integrada de residuos sólidos en Colombia incluyendo a los peligrosos (Ministerio de Ambiente, 1998)
2003	Decreto 389 Política de parques industriales ecoeficientes.	Un Parque Industrial Ecoeficiente -PIE- es un grupo de empresas dedicadas a la manufactura y a la prestación de servicios, localizadas en una misma área geográfica, las cuales desarrollan conjuntamente proyectos que buscan mejorar su desempeño económico, ambiental y social (AlcaldiaBogota, 2003).
2007	Responsabilidad Extendida del Productor (REP) Ley 1672 de 2013	La REP fue definida por la OCDE como: “una política ambiental en la cual la responsabilidad del productor por su producto es extendida hasta el momento

		del posconsumo en el final del ciclo de vida del producto”.
2008	Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público en el marco de la gestión integral de residuos sólidos.	Establece los lineamientos de política para el sector de aseo, los cuales permitirán a todos los actores involucrados encaminar sus acciones para fortalecer la prestación de este servicio, en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos (DNP, 2008).
2010	Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible	Plan Nacional de Mercados Verdes como estrategias del Estado Colombiano que promueven y enlazan el mejoramiento ambiental y a transformación productiva a la competitividad empresarial (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)
21 de noviembre de 2016	Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (CONPES 3874, 2016)	Plantea la base inicial para avanzar hacia la economía circular desde la gestión integral de residuos sólidos, se quiere lograr que el valor de los productos y materiales se mantengan durante el mayor tiempo posible en el ciclo productivo (Ministerio de Ambiente, 2016).
26 de julio de 2018	Expedición de la Resolución 1407	Se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones (ANDI, 2018).
22 agosto de 2018	Proyecto de ley 175 radicado en la cámara de representantes	Tiene como objetivo prohibir en el territorio nacional a partir del año 2030, la fabricación, importación, venta y distribución de plásticos de un solo uso y se dictan otras disposiciones que permitan su sustitución y cierre de ciclos (Cámara de Representantes, 2018, p. 15).
14 de junio de 2019	Lanzamiento oficial de la estrategia Nacional de Economía Circular.	Es un pacto con diferentes entidades y empresas para el manejo eficiente de materiales, agua y energía. Así, Colombia se convertirá en una de las tres economías más competitivas de América Latina para 2030 (Ministerio de Ambiente, 2019).

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar la tabla 1 presenta las políticas y normatividad que en Colombia se han venido desarrollando desde finales de los años noventa, para permitir adelantar propuestas de mejoramiento en torno a la economía circular para las empresas del país.

Con la finalidad desde el estado Nacional de impulsar y fomentar en los empresarios la visión de reducir el impacto ambiental generado por la explotación de los recursos y el tratamiento de residuos de una forma eficiente para el medio ambiente en todas sus operaciones, convocándolos al uso de energías limpias y renovables, el alargamiento de la vida útil de máquinas, herramientas y en general de todo tipo de residuo generado viendo y buscando nuevas formas de aprovechar mejor cada recurso antes de destinarlo a su disposición final.

A continuación, se hace un análisis de las normatividades y estrategias gubernamentales más relevantes anteriormente enunciadas:

- Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (CONPES 3874, 2016). Este documento desarrolla la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, política que se fundamenta en cuatro ejes principales y estratégicos. El eje número uno que busca adoptar medidas encauzadas hacia (i) la prevención en la generación de residuos; (ii) la minimización de aquellos que van a sitios de disposición final; (iii) la promoción de la reutilización, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos; y (iv) evitar la generación de gases de efecto invernadero. El eje número dos apunta a mejorar la cultura ciudadana, la educación e innovación en gestión integral de residuos sólidos para incrementar los niveles de separación en la fuente, de aprovechamiento y de tratamiento. Los ejes tres y cuatro están relacionados con la generación de un entorno institucional propicio para la coordinación entre actores, que promueva la eficiencia en la gestión integral de residuos sólidos. En este sentido, el tercer eje propone asignar roles específicos y claros a las entidades participantes para que

lideren las actividades correspondientes, como el tratamiento de residuos orgánicos y el fortalecimiento de los sistemas urbanos de reciclaje inclusivo, entre otros. Por último, el cuarto eje desarrolla acciones para mejorar el reporte de monitoreo, verificación y divulgación de la información sectorial para el seguimiento de la política pública de gestión integral de residuos sólidos. Esta política es liderada por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; y el DNP; en articulación con el Ministerio de Educación Nacional; el Ministerio de Minas y Energía; entidades adscritas; y el DANE. La política se implementó entre los años 2016 y 2030, y demanda una inversión de 187.578 millones de pesos.

- Proyecto de ley 175 radicado en la cámara de representantes en el año 2018. Este proyecto de ley tiene como objeto la prohibición en el territorio nacional a la fabricación, importación, comercialización y distribución de plásticos de un solo uso a partir del año 2030, con la finalidad de controlar la contaminación, proteger el medio ambiente y la salud de los seres vivos. En la actualidad figura como archivado en la cámara de representantes, pero es un inicio que impulsa una iniciativa muy coherente a los impactos que se observan en los ecosistemas a nivel mundial, donde las aguas son unos de los primeros recursos que vemos afectados y contaminados con los desechos del consumo humano. Es así que este tipo de iniciativas deben impulsarse con más ímpetu, para que progresen de forma eficiente en la legislación nacional y se promuevan al nivel de leyes nacionales. Esto debe ser un esfuerzo de todos los sectores del país, donde el sector productivo y de consumo son los actores principales y en caso inicial los primeros detractores, pero solo con la concientización y cambios de hábitos se pueden encontrar nuevas y mejores formas de suplir las necesidades de la sociedad en Colombia y ser referentes para otros países.

- Estrategia Nacional de Economía Circular. Partiendo de concertaciones en las diversas regiones del país y con los sectores productivos, en esta estrategia se plantean

diferentes mecanismos de gestión y política pública a partir de los cuales las entidades del Estado facilitan la transformación hacia la economía circular: (i) innovación en mecanismos normativos que impulsan a empresas y nuevos emprendimientos a cambiar sus sistemas de producción y superan barreras para el cambio, (ii) la gestión de incentivos que promuevan procesos de transformación de sistemas industriales y agrícolas a través de apoyos en capacitación y asistencia técnica, (iii) la promoción de la investigación, la innovación y la generación de conocimiento, (iv) la cooperación internacional que facilita la transferencia de tecnología y experiencias de otros países, y (v) el desarrollo de un sistema de información sobre economía circular para el seguimiento a la implementación de la Estrategia y la medición del avance del país en la materia, a partir de datos y estadísticas científico-técnicas. Además de estos mecanismos de gestión y política pública, se enfatizan a partir del diagnóstico del metabolismo de la economía colombiana, seis líneas de acción: (i) flujo de materiales industriales y productos de consumo masivo (ii) flujos de materiales de envases y empaques; (iii) flujos de biomasa; (iv) fuentes y flujos de energía, (v) flujo del agua; y (vi) flujos de materiales de construcción. Por cada una de estas líneas de acción se especifican indicadores, metas de corto y largo plazo y acciones que convocan actores hacia la innovación en sus modelos de producción y consumo para convertirlos en modelos circulares. Se trata de generar un impulso en la concientización de los ciudadanos en la correcta gestión de los recursos enfatizando los beneficios sociales de la economía circular los cuales se muestran en el cambio cultural hacia un nuevo paradigma de circularidad en la producción y consumo, acompañado y apalancado por la generación de masa crítica sobre el manejo de residuos y el poder del consumo sostenible, con enfoque en la prevención de la generación de residuos y la separación en la fuente.

5 Marco metodológico

5.1 Recolección de la información

Se realiza una descripción estructurada de la metodología utilizada en el desarrollo del presente documento.

5.1.1 *Tipo de investigación.*

La investigación que se emplea en este documento es de tipo aplicada, debido a que con ella se buscan estrategias para dar solución al problema de investigación planteado. Utilizando las teorías relacionadas a los temas, para generar propuestas con posibilidades prácticas en la industria de TI en Colombia.

5.1.2 *Fuentes de obtención de la información.*

En este documento se utilizarán los contenidos y bibliografía recomendada para las diferentes materias de la especialización en gerencia de mantenimiento, consultando los temas más específicos en los repositorios de la Universidad y contenidos digitales de la web de fuentes confiables.

5.1.2.1 **Fuentes primarias.**

Se realiza la consulta con una empresa del sector TI conocida, la cual provee información puntual sobre el manejo que se les da actualmente a ciertos elementos de mantenimiento TI.

5.1.2.2 **Fuentes secundarias.**

Para esta investigación se tomaron referencias bibliográficas enfatizadas en economía circular y mantenimiento de TI, artículos relacionados al ámbito de mantenimiento, tesis de grado de diferentes países y trabajos relacionados en los campos de consulta.

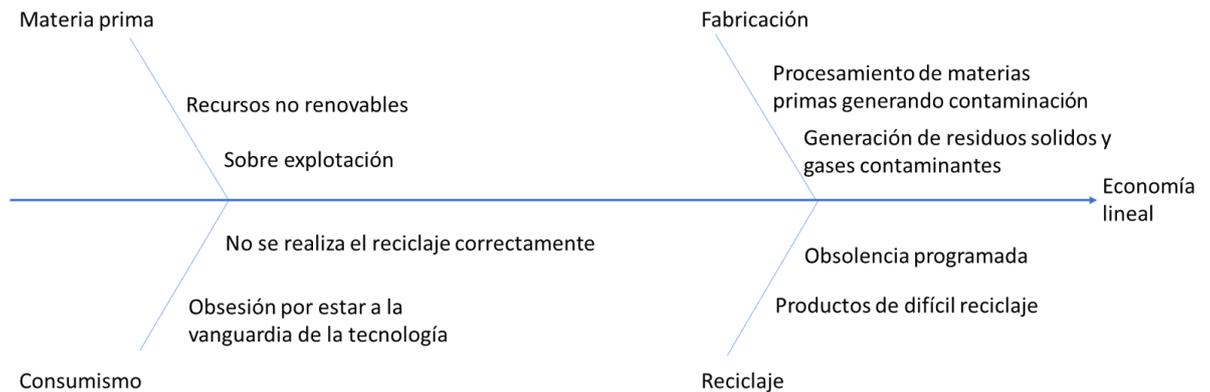
5.1.3 *Herramientas para la obtención de la información.*

Se utiliza el análisis de causa raíz, como herramienta para obtener información, el cual permite encontrar posibles soluciones al problema de investigación planteado, apoyado

en una revisión documental que sustenta y analiza los resultados obtenidos, generando una herramienta útil de consulta en el campo de aplicación de la economía circular en mantenimiento.

Figura 8

Análisis causa raíz



Fuente: Propia

Se muestra la forma de analizar el problema propuesto con este método gráfico.

5.1.4 Metodología de la investigación.

La metodología utilizada en la presente investigación es de tipo cualitativa, ya que el objetivo del trabajo es analizar la forma en que se puede utilizar el modelo de economía circular en los procesos de mantenimiento del sector TI. La población objeto de análisis para este trabajo se seleccionó a partir de empresas del sector consultadas a través de los medios disponibles y bibliografía relacionada.

5.1.5 Información recopilada.

Mediante la información recopilada en este documento, se identificaron actividades importantes desempeñadas en el mantenimiento de equipos de TI (en la actualidad), encontrando propuestas importantes para que las empresas adopten el modelo circular propuesto, para obtener beneficios económicos y ambientales significativos, llevando a cabo buenas prácticas de mantenimiento y así poder garantizar la implementación de la propuesta.

5.1.5.1 Estrategia Nacional de Economía Circular.

“Con esta Estrategia, el Gobierno Nacional incentiva a productores, proveedores, consumidores y demás actores de los sistemas productivos a que desarrollen nuevos modelos de negocio que incorporen la gestión de los residuos, el manejo eficiente de los materiales y el cambio en los estilos de vida de los ciudadanos.” Para las empresas del sector TI se presentan interesantes retos en materia de infraestructuras, procesos y tecnologías de vanguardia para implementar y coordinar los esfuerzos con miras en promover la sostenibilidad, gestión hídrica, gestión energética y gestión de residuos aportando a estas políticas nacionales.

5.1.5.2 Identificación de elementos para aplicación de 9 R.

Para esta propuesta, se identificaron los elementos más relevantes en una empresa del sector TI, los cuales se analizan en la tabla 2 numeral 6.2. Con la finalidad de mostrar la metodología para cualquier empresa del sector que desee caracterizar sus materiales de residuo.

5.2 Análisis de la información.

Se realizó una caracterización de los elementos más recurrentes que se manejan en el área de mantenimiento de una empresa del sector TI, para los cuales identificamos su vida útil estimada, el método de disposición que se emplea actualmente bajo la metodología lineal, a partir del cual se analizó su viabilidad para migrar a EC y la justificación de cómo se le aplicaría el modelo propuesto. Como resultado de los datos recopilados, se elaboró la siguiente matriz

Tabla 2*Matriz de caracterización para economía circular*

Descripción del Elemento	Vida útil estimada (años)	Método de Disposición final (actual)	Justificación
Memorias ram pc/ portátil	10	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
SSD	10	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
HDD	10	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
Teclados internos	5	Tercerización	Se restauran y reintegran para uso
Teclados externos	5	Mano de obra interna	Se restauran y reintegran para uso
Mouse	4	Tercerización	Se entrega material destruido a proveedor
Display	5	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
Motherboard	10	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
Teclas	4	Mano de obra interna	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
Baterías portátiles	3	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
Impresoras	5	Tercerización	Se restauran y reintegran para uso
Racks de servidores	10	Tercerización	Se restauran y reintegran para uso

Fuentes de alimentación	10	Tercerización	Se restauran y reintegran para uso
Cableado estructurado	10	Tercerización	Verificación y reintegro
Servidores	20	Tercerización	Se restauran y reintegran para uso
Storage	10	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
Dvr	5	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
Cámaras de seguridad	8	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
Biométricos	5	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
Acces point	5	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
Router	5	Tercerización	Se entrega material a proveedor (se extraen metales para reciclaje y PET)
Generador eléctrico a combustión	30	Tercerización	Se le realiza mantenimiento cumplidas 200 horas de operación o de forma anual
Aire Acondicionado	20	Tercerización	2 veces al año se realiza lavado de unidad Interna y Externa que incluye: Lavado de serpentín, lavado de bandeja de drenaje, bomba de condensado, blower, ventilador, compresor y limpieza de partes eléctricas y cambio de filtros.

Fuente: Propia

Caracterización de los elementos más recurrentes que se manejan en el área de mantenimiento de una empresa del sector TI

Al cumplir con la correcta disposición de los elementos y de los criterios ambientales, también se obtiene un beneficio con el cual se certifica por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (de aquí en adelante ANLA) el cumplimiento del porcentaje de recolección de la tecnología obsoleta a las empresas importadoras de tecnología, evitando la imposición de las multas contempladas por el Decreto 3678 del 4 de octubre de 2010: "Por el cual se establecen los criterios para la imposición de las sanciones consagradas en el artículo 40 de la Ley 1333 del 21 de julio de 2009 y se toman otras determinaciones".

5.3 Propuesta de solución

En el sector industrial se observó cómo las empresas de TI pueden contribuir a la economía circular. El reto que planteamos se enfoca en la mejora de la eficiencia, garantizando a la vez la sostenibilidad de los procesos en las áreas de mantenimiento, con las nuevas tecnologías y procesos de reutilización.

Hay muchas maneras de impulsar los modelos de economía circular desde el área de mantenimiento en una empresa de TI con herramientas transversales en todos los sectores de la economía, de esta forma se promueve la transición hacia este nuevo modelo de producción, basado en la reutilización. El peso del flujo de materias primas en la economía lineal debe ir dirigido ahora al peso de la información y datos en la economía circular, realizando esta transición se busca generar más valor con menos recursos de lo habitual.

Por todo esto, se plantea una propuesta enfocada en mejorar los procesos ya establecidos al interior de una empresa en el área de mantenimiento, basándose en una economía circular generando el aprovechamiento de los elementos, insumos y recursos utilizados, impactando las finanzas de las compañías de manera positiva para resaltar su implementación, con el incentivo adicional de acogerse a los beneficios que el estado colombiano otorga en esta materia.

Durante la caracterización de los equipos más utilizados en el área del sector TI según lo consolidado en la matriz de la tabla 2, se identificó la vida útil de los mismos con la finalidad de extenderla, por medio de la reparación y reutilización, aplicando el principio de las 9 R.

Esto permite minimizar costos al interior de la empresa, una vez identificados los equipos que aplican para EC. Ver tabla 2

6 Impactos alcanzados y esperados

6.1 Impactos esperados

Con la implementación de esta propuesta, se pretende generar los siguientes resultados:

- Sensibilizar en las compañías, mediante capacitaciones a través de las cuales se den a conocer las herramientas de economía circular que se pretenden implementar con la presente propuesta; como lo son, la reutilización, la reducción y el reciclaje.
 - Lograr reciclar y reutilizar todos los elementos que se dispongan o cumplan su vida útil.
 - Reducir los impactos ambientales.
 - Evitar posibles sanciones por incumplimiento de la normatividad vigente de tratamientos de RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos).
 - Lograr una difusión de la presente propuesta y se pueda aplicar en empresas del sector.
 - Aportar al conocimiento de las buenas prácticas, a implementar en torno a la EC en Colombia.

6.2 Impactos alcanzados

Por consecuencia del desarrollo de la presente investigación, se alcanzaron los siguientes resultados:

- Se realizó el levantamiento de la información referente a los costos mensuales de la disposición de residuos de una empresa del sector TI.
- Se identificaron los elementos que se desechan actualmente con los modelos lineales y como su reciclaje o reutilización garantiza un beneficio al lograr extender la vida útil de estos.
- Se presenta la propuesta en la clase de seminario de investigación II aportando un material útil para la industria y el ámbito educativo a lograr su posterior publicación en los repositorios de libre acceso.

6.3 Propuesta de solución

La presente propuesta se enfoca en realizar un diagnóstico inicial de la empresa como caso de estudio, el cual debe realizarse bajo la supervisión de un profesional especializado en materia de economía circular, el cual se encargue de levantar la información necesaria del área de mantenimiento y de la empresa, que sea relevante para identificar las falencias en los procesos y realice las recomendaciones necesarias para dar inicio al plan de mejoramiento basado en economía circular. Este diagnóstico debe estar respaldado por la alta gerencia de la empresa para que las propuestas e iniciativas que surjan de él progresen sin limitaciones de recursos o gestión administrativa.

Una vez realizado el diagnóstico inicial del área de mantenimiento de la empresa, se debe realizar un cronograma de actividades, con los objetivos claros y un alcance definido. La implementación debe estar sujeta al cronograma como cualquier proyecto y debe contar con un gerente de proyecto el cual realice el seguimiento y control al cumplimiento a cada actividad planificada, genere las alertas en casos de retrasos o falta de recursos y garantice un cierre efectivo y positivo con el logro de los objetivos propuestos.

Producto del diagnóstico y plan de trabajo de implementación de la metodología de economía circular se desarrolla también un presupuesto adicional al costo estimado de la

consultoría inicial, que comprenda todos los gastos relacionados a la implementación de la metodología, como campañas de información, capacitaciones, alianzas requeridas para la correcta disposición de los residuos, modificaciones a los manuales de mantenimiento (horas hombre) y demás recursos que requiera el proyecto para su completo desarrollo.

7 Análisis financiero

Para la implementación del Sistema de Economía Circular aplicado a mantenimiento en equipos de empresas del sector TI, se identificaron los siguientes costos y beneficios:

7.1 Costo de implementación /inversión

Tomando como ejemplo una empresa del sector TI en Colombia cuyo Patrimonio neto es de 129.337.500.000 COP y en el ejercicio del año 2020 generó un rango de ventas mayor de 100.000.000.000 COP obteniendo un resultado del ejercicio entre 20.000.000.000 y 100.000.000.000 COP (informacolombia.com, 2021), la inversión estimada para la implementación del modelo de economía circular se describe a continuación para el diagnóstico inicial con una consultoría profesional especializada y nos referimos al numeral 7.4 para desglosar en análisis de costo beneficio ver tabla 3.

Tabla 3

Análisis de Costos

RECURSOS	COSTO MENSUAL	COSTO * HORA	DESCRIPCIÓN
CONSULTORIA	\$7.500.00	\$18.462	Encargado de realizar el diagnóstico inicial en la empresa, identificando procesos a mejorar con un enfoque en EC con una duración mínima de 75 días.*
GERENTE DE PROYECTO	\$3.212.500	\$19.769	Encargado de realizar el seguimiento y control de ejecución de los proyectos que surjan para la aplicación de la EC.

INFRAESTRUCTURA			Adecuación de un depósito para almacenar los RAEE y una oficina para el equipo de trabajo.
LOGISTICA	\$200.000		El valor registrado corresponde a un flete promedio. Dependiendo de la alianza que se genere, las empresas que disponen de los RAEE, pueden o no cobrar por la recolección de estos.
CAPACITACION, FORMACION Y SENSIBILIZACION	\$1.300.000	\$8.000	*Se capacitarán a los líderes de áreas, quienes replicarán la aplicación de EC en sus equipos de trabajo. El costo puede variar según la cantidad de personal que conforme la empresa.

Fuente: Elaboración Propia

*(co.talent.com, 2021)

Cuadro del costo estimado de la consultoría y demás gastos a incurrir para la implementación.

El costo estimado total de la inversión con los elementos mínimos enunciados para la ejecución inicial con una duración de 3.5 meses se estima en \$19'381.250.

7.2 Utilidad esperada

Si los proyectos de economía circular materializan al menos uno de los beneficios ambientales:

- Reducción en consumo de agua, energía, materia prima o combustible.
- Mejoramiento de la calidad de los vertimientos, emisiones atmosféricas, o residuos.
- Reducción en la generación de emisiones atmosféricas, vertimientos, o residuos.
- Disminución en el uso de transporte y por ende emisiones atmosféricas de los vehículos asociados

- Gestión de la información sobre variables de comportamientos de recursos naturales renovables (agua, aire, fauna, flora, viento, sol), o conocerá el estado de calidad o comportamiento de variables ambientales (temperatura, pH, concentración de metales, concentración de elementos químicos, concentración de sólidos suspendidos, material particulado, etc), asociados a vertimientos, emisiones o residuos.

Se podrá acceder a uno o varios de los siguientes incentivos tributarios:

- Exclusión del IVA
- Descuento de renta
- Deducción de renta
- Depreciación acelerada
- Arancel cero

“Los beneficios tributarios son un incentivo a la inversión en sistemas de control y mejoramiento ambiental en muchos de los casos promovidos por proyectos de economía circular. Permiten excluir hasta la totalidad del IVA y descontar de la renta a pagar el 25% de la inversión, entre otros.

En Colombia, de todos los incentivos el que más usan o el que genera mayor valor para las empresas son la exclusión de IVA y el descuento de renta. Por estadística de la ANLA, en el 2019 se presentaron ante esa entidad más de 600 solicitudes para exclusión de IVA, descuento de renta y deducción de renta. Se emitieron 462 certificaciones, el 23% fue para proyectos asociados a fuentes no convencionales de energía, 9% a Certificaciones asociadas a Eficiencia Energética y el 68% a inversiones en Control, Monitoreo, Programas ambientales, entre otros.” (ambientalmente.com, 2021)

7.3 Retorno de la inversión

Acorde a la implementación del modelo de EC en una empresa tipo del sector TI se pueden generar opciones de retorno a la inversión realizadas, gracias a las deducciones que ofrece el estado colombiano a través de la ANLA, como las ya mencionadas.

Para la empresa tipo de ejemplo, se puede calcular que según las ventas reportadas en el año 2020 se estima una deducción del IVA de hasta \$15.966.386.554 si se aplica a la deducción del total de este impuesto a las ventas. Y para el pago de la renta la deducción del 25 % de la inversión que para el ejemplo es de \$2.769.300, cifras considerables que aportarían positivamente al balance de la compañía además de las posibles remuneraciones que se desprendan de las actividades de reciclaje y aplicación de las 9R..

7.4 Análisis costo beneficio

Con el fin de facilitar la implementación de un modelo circular al interior de una empresa del sector TI, es indispensable contar con una empresa aliada o un mecanismo de contratación para que a través de este se gestione correctamente la disposición final de los RAEE, si la empresa no cuenta con los medios propios y normatividad aprobada para estas actividades, entre las compañías más destacadas del mercado se encuentran las siguientes:

7.4.1 Lito S.A.S.

Esta organización se dedica a la gestión integral de excedentes industriales y residuos peligrosos, cuentan con un amplio portafolio, donde encontramos el “ aprovechamiento de metales ferrosos y no ferrosos, molino y destrucción de RAEEs, análisis y disposición final Bifenilos Policlorados PCBs, tratamiento y disposición final de lámparas fluorescentes, destrucción y aprovechamiento de refrigeradores entre otros”

Como beneficios resaltamos el ahorro significativo en los costos administrativos, auditorías, almacenamiento y custodia, garantizando una correcta disposición final de los

residuos, y emitiendo un certificado de recolección, tratamiento y disposición final de residuos.

Tiene presencia en las ciudades principales (Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali y Medellín), lo cual permite una amplia cobertura a nivel nacional; más de 150 empresas asociadas, y compromiso con más de 50 fundaciones.

(Lito S.A.S, 2022)

7.4.2 *Gaia Vitare.*

Es una empresa dedicada a la prestación de servicios y consultorías de ingeniería ambiental, comprometida con el desarrollo sostenible como un factor determinante en sus actividades de recolección, transporte, despiece, tratamiento y disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos peligrosos, aprovechables y Ordinarios en Colombia.

(GAIA VITARE SAS, 2022)

7.4.3 *EcoCómputo.*

Es un grupo el cual está conformado por un colectivo de empresas pioneras en la gestión integral de los RAEE, enfocada en la recolección de computadores y/o periféricos; generando una conciencia ambiental en la resolución de la problemática de la basura electrónica, la cual suele ser desechada en calles, entregada a recicladoras no autorizadas, arrojadas en parques bosques y ríos, los cuales ponen en peligro la vida de la comunidad y deterioran el medio ambiente.

EcoCómputo recoge los RAEE directamente en la empresa, siempre y cuando cumplan con el peso mínimo de 350Kg, de no ser así será asignado un centro de acopio, al cual la empresa debe hacer llegar los residuos, clasificados de forma correcta, el cual entregara un certificado de disposición final de los productos recogidos.

(EcoComputo, 2022)

7.4.4 RAEE Colombia.

Realizan una óptima disposición final de los RAEE, ayudando a las organizaciones con el “cumplimiento de las obligaciones ambientales, según la ley 1252 de 2008”, ayudando a minimizar el impacto ambiental negativo que se producen al no tener una disposición adecuada de los mismos.

El servicio de recolección y tratamiento de los residuos no acarrea ningún costo, debido a que el modelo de negocio empleado, está basado en sacarle el máximo provecho a los residuos electrónicos.

Como primer acercamiento se aclaran los términos, condiciones y materiales que están autorizados para su correspondiente recolección y tratamiento.

El personal calificado realizará una inspección de los materiales a desincorporar y procederá a capacitar a la empresa, para su correspondiente clasificación y manipulación, en el momento de ser almacenados.

Según la información recopilada, se diseña un plan de trabajo, para maneja el retiro de los residuos. Una vez aprobado, se procede a pesar y retirar los residuos de las instalaciones y una vez ingresado el material a las instalaciones de RAEE Colombia, se inicia con el proceso de validación de datos, y desensamble de los equipos, con el fin de generar un certificado de gestión de residuos, donde se detallarán los procesos realizados en los residuos.

(RAEE Colombia SAS, 2022)

7.4.5 Red Verde.

Es el primer programa posconsumo de electrodomésticos en Colombia. Nos encargamos en nombre de las empresas miembros del colectivo (Haceb, LG, Mabe, Electrolux, Panasonic y Whirlpool) de la administración, operación y financiación del sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de los electrodomésticos (neveras, aires

acondicionados, hornos microondas y lavadoras) cuando han cumplido su ciclo de vida y son descartados por los consumidores.

Los electrodomésticos recogidos se entregan a empresas especializadas en el manejo de RAEE, que cuentan con licencia ambiental, donde son separados los materiales para su correcta disposición final.

Los residuos peligrosos como gases refrigerantes, aceites usados y espumas de poliuretano se clasifican de una forma diferente, y lo mismo pasa con su disposición final.

(RedVerde, 2022)

Conclusiones y recomendaciones

8 Conclusiones

Gracias al desarrollo de la presente investigación se puede concluir que, existe una oportunidad de mejora de los procesos lineales de disposición final y desecho de elementos resultantes del mantenimiento y reparaciones de los equipos e infraestructura en diversas empresas del sector TI y cumpliendo la normatividad vigente se puede acceder a beneficios tributarios como los mencionados.

Por otra parte, se estima que al realizar reparaciones in house con personal técnico propio, con operaciones que no requieren un número elevado de horas hombre se puede reincorporar elementos para su uso.

Por último, dado que la presente propuesta se encuentra enfocada en un los factores económicos y su impacto ambiental, al implementarla se genera una media de ahorro monetario para la compañía positivo.

9 Recomendaciones

Tomando en cuenta que, en las empresas se deben dar a conocer las herramientas de economía circular que permitan un ahorro y uso responsable de los recursos y elementos utilizados, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Se hace necesario realizar capacitaciones y actividades de sensibilización, que permitan a los colaboradores conocer sobre la economía circular y las herramientas de reutilización, reducción y reciclaje de los diferentes elementos que se intervienen en el área de mantenimiento. Además de abordar otras posibles herramientas relacionadas con las 9'R que se puedan implementar en la compañía.
- Se recomienda elaborar un capítulo adicional a los manuales o instructivos de mantenimiento de las empresas con las prácticas y procesos usados con el modelo de economía circular.
- Si la presente propuesta es implementada en una empresa del sector TI, se recomienda incluir indicadores y un seguimiento a los RAEE que permita determinar el cumplimiento de los datos proyectados e identificar posibles oportunidades de mejora.

10 Bibliografía

ambientalmente.com. (2021, julio 15). Obtén incentivos tributarios por las estrategias de economía circular. *Ambientalmente*. <https://ambientalmente.com/obten-incentivos-tributarios-por-las-estrategias-de-economia-circular/>

Arango, J. D. O., & Ramírez, R. V. (2020). *DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA - DANE*. 120.

Bohorquez, Mosquera. (2019, septiembre 10). *Principios de Economía Circular*.

Observatorio de Desarrollo Económico.

<https://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/dinamica-economica-industria/principios-de-economia-circular>

Carreño, S. D. (s. f.). *ECONOMÍA CIRCULAR (EC), UNA HERRAMIENTA PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)*. 26.

construcia. (2020, septiembre 30). ¿Qué países lideran el cambio en economía circular?

Construcia. <https://www.construcia.com/noticias/paises-lideran-cambio-economia-circular/>

co.talent.com. (2021). *Salario para Consultoría en Colombia—Salario Medio*. Talent.com.

<https://co.talent.com/salary>

Definición de Mantenimiento—Qué es y Concepto. (s. f.). Recuperado 1 de noviembre de

2021, de <https://economia.org/mantenimiento.php>

Diagrama Sistémico. (2017). [https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-](https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/diagrama-sistemico)

[circular/diagrama-sistemico](https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/diagrama-sistemico)

EcoComputo. (2022). <https://www.ecocomputo.com/como-lo-hacemos>. EcoComputo.

<https://www.ecocomputo.com/como-lo-hacemos>

ecointeligencia. (2020, noviembre 6). La economía circular y sus oportunidades para el sector

TIC. *ecointeligencia - cambia a un estilo de vida sostenible!*

<https://www.ecointeligencia.com/2020/11/economia-circular-oportunidades-tic/>

Economía Circular. (2017). <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>

Economia_Circular_Automotriz_Gutierrez_2019.pdf. (s. f.). Recuperado 22 de noviembre de 2021, de

http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/7582/1/Economia_Circular_Automotriz_Gutierrez_2019.pdf

economiacircularverde. (2021). *Las TIC también quieren ser sostenibles—ECVerde*.

<https://economiacircularverde.com/tic-sostenibles/>

Eurostat. (2021, junio 14). *File:Circular material use rate, EU, 2004-2019 (% of material*

input for domestic use).png. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Circular_material_use_rate,_EU,_2004-2019_(%25_of_material_input_for_domestic_use).png)

[explained/index.php?title=File:Circular_material_use_rate,_EU,_2004-](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Circular_material_use_rate,_EU,_2004-2019_(%25_of_material_input_for_domestic_use).png)

[2019_\(%25_of_material_input_for_domestic_use\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Circular_material_use_rate,_EU,_2004-2019_(%25_of_material_input_for_domestic_use).png)

Flores, J. A. G. (s. f.). *MODELO DE GESTIÓN BASADO EN EL CICLO DE VIDA DEL*

SERVICIO DE TI PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE TI EN LAS

INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARTICULARES DE LA REGIÓN LAMBAYEQUE.

215.

Fuentes, A. I. (2015, agosto 23). *El reciclado del aceite, base para la economía circular*.

Cinco Días.

https://cincodias.elpais.com/cincodias/2015/08/21/empresas/1440180579_273367.htm

GAIA VITARE SAS. (2022). (1) GAIA VITARE SAS Ingenieros Ambientales / LinkedIn.

<https://www.linkedin.com/in/gaia-vitare-sas-ingenieros-ambientales-b52210141/?originalSubdomain=co>

García-Ovies, C. B. (s. f.). *La Economía Circular y su aplicación al sector eléctrico*. 72.

gerencie.com. (2021). *Diferencias entre eficiencia y eficacia* / Gerencie.com.

<https://www.gerencie.com/diferencias-entre-eficiencia-y-eficacia.html>

Guevara, L. E. T. (s. f.). *Implementación de la economía circular en el sector industrial ubicado en la Provincia de Sabana Centro y sus alrededores*. 20.

Herreño, L. M., & Barriga, N. O. T. (2021). *Análisis de la economía circular en el sector alimentario para la ciudad de Bogotá durante el período 2014 – 2019*. 16, 47.

Herrero, L. M. J., Lagüela, E. P., Capilla, A. V., Delgado, A. V., Cerdá, E., Larruga, F. J. S., Fernández, J. M., Molina, A., Morató, J., Tollín, N., Villanueva, B., & Benito, B. de. (2020). *Economía Circular-Espiral: Transición hacia un metabolismo económico cerrado*. ECOBOOK.

Industria 4.0 4a revolución industrial inteligente. (2017, enero 16). *CIC Consulting Informático*. <https://www.cic.es/industria-40-revolucion-industrial/>

informacolombia.com. (2021). *Directorio de empresas Informa Colombia*. Directorio de Empresas - Directorio de empresas en Colombia.

<https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/informacion-empresa/nexsys-colombia-sa>

Lito S.A.S. (2022). *Nosotros* / Lito Web. <https://litolda.com/nosotros/>

Material flows in the circular economy. (2021). https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Material_flows_in_the_circular_economy

- Mejía, M. I., Botero, J. D. D., Torres, J. D. O., Niño, E. C., Gómez, D. P. C., Villegas, A. M. O., Rojas, J. I. R., & Soto, S. B. V. (2015). *Viceministra de Tecnologías y Sistemas de Información*. 22.
- minambiente. (2020). Residuos de Aparato Eléctricos y Electrónicos—RAEE. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/residuos-de-aparato-electricos-y-electronicos-raee/>
- Morocho, F. R. A. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78-98.
<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>
- ONU. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/participacion-y-cultura-ciudadana/que-son-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible>
- predictiva21. (2019, agosto 28). La Efectividad de las actividades de Mantenimiento. *Predictiva21*. <https://predictiva21.com/efectividad-actividades-mantenimiento/>
- Preditec. (2022). *Mantenimiento Predictivo*. <http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/>
- RAEE Colombia SAS. (2022). *Inicio—RAEE Colombia SAS*. https://www.raee.com.co/Ramón_EconomíaCircular_2018.pdf. (s. f.). Recuperado 22 de noviembre de 2021, de http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/184139/Ram%c3%b3n_Econom%c3%adaCircular_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- RedVerde. (2022). *¿Qué electrodomésticos gestionamos?*
<https://www.redverde.co/index.php/tipos-electrodomesticos>
- República, P. de la. (2019, junio 14). *Presidente Duque lanzó Estrategia Nacional de Economía Circular, primera política ambiental de este tipo en América Latina*. Presidencia de la República.

<https://id.presidencia.gov.co:443/Paginas/prensa/2019/190614-Presidente-Duque-Estrategia-Nacional-Economia-Circular-primera-politica-ambiental-de-este-tipo-en-America-Latina.aspx>

Robert U Ayres; Udo Ernst Simonis. (1994). *Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development*. Tokyo : United Nations University Press, ©1994.

Rozo Doncel, G. (2019). Estado del arte de la economía circular en Colombia. *Abela, J. A. (2002). Las revistas literarias de Hispanoamerica. Breve historia y contenido. Hispania, 43(2), 296. https://doi.org/10.2307/334486.*
<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/15824>

Ruiz, M. G. G., & González, F. E. (2020). *RETOS & OPORTUNIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS DE ECONOMÍA CIRCULAR: PRODUCTO COMO SERVICIO EN LAS EMPRESAS DE CONSUMO MASIVO EN COLOMBIA.* 119.

Sinisterra, G. A. (2018). *María de los Angeles Pardo.* 108.

twenergy. (2020).  ¿Qué es la reutilización y cuáles son sus funciones?
https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/que-es-la-reutilizacion/#Significado_de_reutilizar

UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf. (s. f.). Recuperado 4 de febrero de 2022, de <https://i.unu.edu/media/unu.edu/news/52624/UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf>

Vargas, Y. L., & Chávez, A. V. (2016). *La Gestión de Servicios de soporte técnico en el ciclo de vida del desarrollo de software.* 10, 15.