

MODELO DE GESTIÓN SOSTENIBLE DE COMPONENTES RECICLABLES EN
PANTALLAS DE TELEVISORES LED PARA UNA EMPRESA ENSAMBLADORA
EN BOGOTÁ, CUNDINAMARCA

LUIS ANDRES ALVAREZ SALGUERO 0741
JACQUELINE GUTIERREZ PEÑA 23767

SANDRA TORRES MOLINA

Asesor

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA –UNIAGRARIA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C, 2024

MODELO DE GESTIÓN SOSTENIBLE DE COMPONENTES RECICLABLES EN
PANTALLAS DE TELEVISORES LED PARA UNA EMPRESA ENSAMBLADORA
EN BOGOTÁ, CUNDINAMARCA

LUIS ANDRES ALVAREZ SALGUERO 0741
JACQUELINE GUTIERREZ PEÑA 23767

Trabajo de grado presentado para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL E INGENIERO
MECATRONICO

MG. SANDRA TORRES MOLINA
Magister en Docencia Mediada con las TIC

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA –UNIAGRARIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C, 2024

TABLA DE CONTENIDO

1.	PROBLEMA	6
1.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2.	OBJETIVOS	9
2.1.	OBJETIVO GENERAL	9
2.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	9
3.	JUSTIFICACIÓN	10
4.	ALCANCE	13
5.	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
6.	ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	14
7.	MARCO.....	17
7.1.	MARCO TEORICO	17
7.1.1.	Aspectos Clave en la Gestión Sostenible de RAEE	17
7.1.2.	Enfoques Metodológicos y Tecnológicos en la Gestión de Proyectos	21
7.2.	MARCO CONCEPTUAL	23
7.2.1.	Concepto de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).....	23
7.2.2.	Gestión Integral de RAEE	23
7.2.3.	Economía Circular y RAEE	24
7.2.4.	Responsabilidad Extendida del Productor (REP).....	24
7.2.5.	Tecnologías de Reciclaje de RAEE	25
7.2.6.	Diseño para el Reciclaje (DR).....	25
7.2.7.	Logística Inversa en la Gestión de RAEE	25
7.2.8.	Valoración de Materiales en RAEE	26
7.2.9.	Impacto Ambiental de los RAEE	26
7.3.	MARCO LEGAL.....	26
7.3.1.	Ley 1672 de 2013	26
7.3.2.	Decreto 284 de 2018.....	27
7.3.3.	Resolución 1511 de 2010	28
7.3.4.	Normativa Internacional: Directiva Europea 2012/19/UE (WEEE)	28
7.3.5.	Convenio de Basilea	29
7.3.6.	Ley 430 de 1998	29

7.3.7.	Plan Nacional de Gestión de RAEE	30
7.3.8.	Normas Técnicas Colombianas (NTC).....	30
8.	DISEÑO METODOLOGICO	33
8.1.	CARACTERIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	38
9.	RECURSOS	39
9.1.	Recursos Humanos	39
9.2.	Recursos Materiales	40
9.3.	Recursos Financieros	40
9.4.	Recursos Tecnológicos.....	40
9.5.	Recursos Documentales.....	41
10.	CRONOGRAMA.....	41
11.	RESULTADOS	43
11.1.	PMI:	43
11.1.1.	Acta de constitución del proyecto	43
11.1.2.	Estimación del alcance	44
11.1.3.	Estimación del tiempo.....	44
11.1.4.	Estimación de costo.....	45
11.1.5.	Estructura de desglose del trabajo (EDT)	45
11.1.6.	Matriz de identificación y análisis de stakeholders	46
11.1.7.	Plan de gestión de riesgos.....	46
11.1.8.	Plan de gestión de la calidad.....	46
11.1.9.	Matriz de comunicaciones	47
11.2.	SCRUM:.....	47
11.2.1.	Visión del producto	47
11.2.2.	Roles principales en Scrum	48
11.2.3.	Ciclo PHVA e historias de usuarios	48
11.2.4.	Lista de actividades priorizada (MoSCoW)	49
11.2.5.	Elementos clave de SCRUM	50
11.2.6.	Ciclo de desarrollo en SCRUM	51
11.2.7.	Sprint y plan de trabajo diario	52
11.2.8.	Beneficios de SCRUM para el proyecto.....	52
11.3.	Inteligencia artificial.....	53
11.3.1.	Uso de Microsoft Planner para la Visualización y Planificación del Proyecto	54
11.3.2.	ChatGPT como asistente virtual	56

11.3.3.	Utilización de Chatbot.....	57
11.4.	PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS:.....	58
11.4.1.	Matriz de pesos de componentes.....	58
11.4.2.	Proceso de desmontaje del televisor.....	58
11.4.3.	Cantidad mano de obra por volumen.....	59
12.	ANALISIS.....	59
13.	CONCLUSIONES.....	61
14.	BIBLIOGRAFIA.....	63
15.	ANEXOS.....	68

1.PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La problemática radica en la creciente acumulación de residuos electrónicos, especialmente de televisores LED, que presentan un desafío significativo para la gestión ambiental debido a los materiales tóxicos y difíciles de reciclar que contienen. En 2019, se generaron aproximadamente 53.6 millones de toneladas de residuos electrónicos a nivel mundial, y se espera que esta cifra siga aumentando a una tasa del 3 - 4% anual (Forti et al., 2020).

Diversos estudios han demostrado que los métodos actuales de reciclaje son ineficientes, lo que resulta en una baja recuperación de materiales valiosos y un alto impacto ambiental. A pesar de los avances en la tecnología de reciclaje, solo el 17.4% de los residuos electrónicos generados se recicla adecuadamente, mientras que el resto termina en vertederos o es gestionado por el sector informal, que carece de los métodos adecuados para manejar los componentes tóxicos y recuperables de manera segura (Forti et al., 2020). Esto representa no solo un desafío ambiental sino también económico, ya que se pierden recursos valiosos que podrían ser recuperados y reutilizados (Heacock et al., 2018).

El reciclaje inadecuado y la disposición incorrecta de los residuos electrónicos pueden liberar sustancias tóxicas, como plomo, mercurio y cadmio, al medio ambiente, causando contaminación del suelo y del agua, y afectando la salud humana. Estudios han demostrado que la exposición a estos contaminantes está asociada con una serie de problemas de salud, incluidos daños neurológicos, problemas respiratorios y cáncer (Huang et al., 2019). Además, la falta de infraestructura adecuada para la recolección y el

reciclaje de residuos electrónicos es otro desafío significativo. En muchos países en desarrollo, la recolección de estos residuos es mínima y la infraestructura para el reciclaje es insuficiente o inexistente, lo que agrava los problemas ambientales y representa una pérdida de recursos valiosos (Heacock et al., 2018; Baldé et al., 2017).

En Colombia, el creciente consumo de tecnología electrónica ha generado un aumento significativo en la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020), los residuos electrónicos constituyen una preocupación ambiental creciente debido a su composición de materiales tóxicos y la baja tasa de reciclaje adecuado. Este problema se intensifica por la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento y reciclaje de estos materiales, lo que conlleva riesgos ambientales y de salud pública (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Además, las políticas y regulaciones en materia de gestión de residuos electrónicos en Colombia están en constante evolución para abordar estos desafíos. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2023), aunque se han implementado programas de reciclaje y campañas de concientización, la capacidad de reciclaje y recuperación de materiales valiosos como metales y plásticos sigue siendo limitada. Esto subraya la necesidad urgente de modelos de gestión sostenible que no solo incrementen las tasas de reciclaje, sino que también optimicen la recuperación de recursos y reduzcan el impacto ambiental asociado con los RAEE (DANE, 2023).

La problemática de los residuos electrónicos en Colombia está regulada por varias normativas clave. La Ley 1672 de 2013 establece el marco para la gestión integral de residuos eléctricos y electrónicos, mientras que el Decreto 2981 de 2013 reglamenta

aspectos específicos como la recolección, transporte y disposición final de estos residuos (Congreso de la República de Colombia, 2013; Presidencia de la República de Colombia, 2013).

Además, la Resolución 1514 de 2017 y la Resolución 1407 de 2018 detallan lineamientos técnicos y procedimientos para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2017, 2018). A pesar de estas regulaciones, Colombia enfrenta desafíos significativos en la implementación efectiva de sistemas de reciclaje y en la concientización pública sobre la disposición adecuada de estos residuos.

El objeto de estudio de este proyecto investigativo se centra en el desarrollo e implementación de un modelo de gestión sostenible para el reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED para empresas ensambladoras en la ciudad de Bogotá, Colombia. Este modelo buscará maximizar la recuperación de materiales valiosos, minimizar el impacto ambiental de los residuos electrónicos y fomentar prácticas de reciclaje sostenibles.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia, la gestión de residuos electrónicos, especialmente de televisores LED, enfrenta desafíos significativos que afectan tanto al medio ambiente como a la salud pública. A pesar de la existencia de regulaciones como la Ley 1672 de 2013 y los esfuerzos por parte del gobierno y del sector privado, la baja tasa de reciclaje adecuado y la falta de infraestructura eficiente continúan siendo obstáculos importantes. Esto conduce a una disposición inadecuada de los residuos electrónicos, liberando sustancias tóxicas al entorno y perdiendo recursos valiosos que podrían ser recuperados y reutilizados de

manera sostenible.

El proyecto pretende desarrollar e implementar un modelo innovador de gestión sostenible para el reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED en empresas ensambladoras de Bogotá, Cundinamarca. Este modelo no solo buscará mejorar las tasas de reciclaje y la eficiencia en la recuperación de materiales valiosos, sino que también aspira a reducir el impacto ambiental negativo asociado con los residuos electrónicos. Al integrar tecnologías avanzadas de reciclaje, prácticas sostenibles y cumplir con las normativas locales vigentes, se espera establecer un estándar elevado para la gestión responsable de los residuos electrónicos en la región.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Podría un modelo de gestión sostenible en una empresa ensambladora de televisores LED en Bogotá, facilitar la reutilización de materiales y la reducción de residuos electrónicos de pantallas LED, mediante la integración de metodologías tradicionales, ágiles y herramientas de inteligencia artificial para optimizar el reciclaje de componentes?

2.OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta de proyecto que integre metodologías tradicionales, ágiles y herramientas de inteligencia artificial para optimizar la planificación, ejecución y control del reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED en una empresa ensambladora de televisores en Bogotá.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Establecer un marco de gestión basado en la metodología PMI para estructurar los

procesos globales del proyecto, abarcando las fases de iniciación, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.

Aplicar el marco de trabajo Scrum para gestionar de manera ágil el desarrollo iterativo e incremental de los entregables del proyecto, promoviendo la flexibilidad y la adaptabilidad del equipo.

Integrar herramientas de inteligencia artificial para mejorar la toma de decisiones, la predicción de riesgos y la optimización de recursos durante las fases de planificación, ejecución y control del proyecto.

3.JUSTIFICACIÓN

El proyecto "Modelo de Gestión Sostenible de Componentes Reciclables en Pantallas de Televisores LED para una Empresa Ensambladora en Bogotá, Cundinamarca" es una iniciativa fundamental para abordar la creciente problemática de los residuos electrónicos en Colombia. Este proyecto no solo tiene un impacto significativo en la reducción de residuos peligrosos y la promoción de la economía circular, sino que también se alinea con los pilares institucionales de la Universidad Agraria de Colombia (UNIAGRARIA): Sustentabilidad, Emprendimiento y Regionalización.

Los televisores LED contienen componentes que, al finalizar su vida útil, pueden convertirse en residuos peligrosos si no se gestionan adecuadamente. Este proyecto contribuirá significativamente a la reducción de estos residuos, minimizando su impacto negativo en el medio ambiente. Al reciclar componentes de pantallas de televisores, se promueve la reutilización de materiales valiosos, alineándose con los principios de la economía circular. Esto no solo ayuda a conservar recursos naturales, sino que también

reduce la necesidad de extraer nuevas materias primas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020; Forti et al., 2020).

Desde una perspectiva económica, el reciclaje eficiente de componentes electrónicos puede generar ahorros significativos para las empresas, al reducir los costos asociados con la disposición de residuos y la adquisición de nuevos materiales. Además, el uso de herramientas de inteligencia artificial puede mejorar la predicción de riesgos y la gestión de recursos, optimizando así la operación del proyecto. La implementación de procesos de reciclaje en la empresa ensambladora de televisores también puede crear nuevas oportunidades de empleo en áreas relacionadas con la gestión sostenible, contribuyendo al desarrollo económico local y al bienestar de la comunidad (Heacock et al., 2018; Baldé et al., 2017).

El proyecto tiene un enfoque regional, beneficiando a la comunidad de Bogotá mediante la optimización de la gestión de residuos electrónicos. La colaboración con empresas especializadas y la promoción de prácticas sostenibles dentro de la empresa ensambladora refuerza el compromiso de UNIAGRARIA con el desarrollo regional y la responsabilidad ambiental. Al combinar metodologías tradicionales, ágiles y herramientas de inteligencia artificial, el proyecto busca establecer un estándar elevado para la gestión responsable de los residuos electrónicos en la región, contribuyendo así al cumplimiento de las normativas locales y optimizando la gestión de recursos en toda la cadena de reciclaje (Congreso de la República de Colombia, 2013; Presidencia de la República de Colombia, 2013).

La Universidad Agraria de Colombia (UNIAGRARIA) centra su Proyecto Educativo Institucional (PEI) en la triada SER: Sustentabilidad, Emprendimiento y Regionalización.

Este enfoque se refleja en su misión de formar integralmente a los colombianos y contribuir al desarrollo del país, especialmente en contextos rurales y regionales (Fundación Universitaria Agraria de Colombia, 2024).

Este proyecto contribuye directamente a la sustentabilidad ambiental al reducir los residuos electrónicos y minimizar su impacto negativo en el medio ambiente. La correcta gestión y reciclaje de componentes de televisores LED promueve la reutilización de materiales valiosos, alineándose con los principios de la economía circular y ayudando a conservar los recursos naturales.

La implementación de tecnologías avanzadas y metodologías ágiles en el reciclaje de componentes electrónicos fomenta la innovación y el emprendimiento dentro de la empresa ensambladora. Este enfoque no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también abre oportunidades para la creación de empleos verdes, contribuyendo al desarrollo económico local.

El proyecto tiene un enfoque regional, buscando beneficiar a la comunidad de Bogotá mediante la optimización de la gestión de residuos electrónicos. La colaboración con empresas especializadas y la promoción de prácticas sostenibles dentro de la empresa ensambladora refuerza el compromiso de UNIAGRARIA con el desarrollo regional y la responsabilidad ambiental.

En resumen, este proyecto no solo aborda los desafíos ambientales actuales, sino que también promueve el desarrollo sostenible y el bienestar de la comunidad, en línea con la misión y visión de UNIAGRARIA. Al integrarse con los pilares institucionales de Sustentabilidad, Emprendimiento y Regionalización, la iniciativa se convierte en un modelo

de referencia para la gestión responsable de residuos electrónicos en Colombia.

4.ALCANCE

El alcance de la investigación se centrará en una propuesta donde se va a desarrollar un modelo de gestión sostenible para el reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED en una empresa ensambladora en Bogotá, Cundinamarca. Esto incluye el diseño de procesos eficientes de desmontaje y clasificación de componentes, la promoción de prácticas sostenibles dentro de la empresa, y la colaboración con empresas especializadas para la disposición final adecuada de los residuos electrónicos, en este caso, las tarjetas electrónicas. Se emplearán tecnologías avanzadas y se establecerán métricas de desempeño ambiental y económico para asegurar el cumplimiento de normativas y optimizar la gestión de recursos en toda la cadena de reciclaje.

Adicionalmente, las partes que se van a reciclar provienen de televisores que llegan desde otros países y presentan fallos, por lo tanto, no se pueden comercializar o vender. También se incluirán los televisores que ingresan a la empresa por fallos técnicos, los cuales son revisados y verificados por el área de calidad. Aquellos que no son viables para ser devueltos a los clientes se utilizarán en el proceso de reciclaje. Este enfoque garantiza que los recursos sean gestionados de manera eficiente y sostenible, contribuyendo a la reducción de residuos electrónicos y la recuperación de materiales valiosos.

5.DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación presenta limitaciones de origen espacial y poblacional. Espacialmente, el proyecto se realizará en la ciudad de Bogotá, Cundinamarca, concretamente en una empresa ensambladora de televisores LED. La selección de Bogotá

se debe a su relevancia como centro industrial y tecnológico en Colombia, y a la concentración de empresas del sector electrónico que facilita la implementación del proyecto y la colaboración con socios especializados en reciclaje. Además, Bogotá ofrece una infraestructura adecuada para la gestión de residuos electrónicos, lo que favorece el desarrollo de un modelo de gestión sostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Poblacionalmente, el proyecto se enfocará en los televisores LED que ingresan a la empresa ensambladora debido a fallos técnicos. Estos incluyen televisores importados que no pueden comercializarse por defectos, y aquellos que presentan fallos técnicos y son evaluados por el área de calidad de la empresa. Al incluir estos televisores en el proceso de reciclaje, se pretende maximizar la recuperación de materiales valiosos y reducir el impacto ambiental (Forti et al., 2020).

Temporalmente, el estudio se desarrollará en un periodo de 3 meses, comenzando en Junio de 2024 y concluyendo en Agosto de 2024. Este plazo permitirá la implementación y evaluación del modelo de gestión sostenible, así como la recopilación de datos necesarios para medir su efectividad en términos de recuperación de materiales y reducción de residuos electrónicos (Heacock et al., 2018).

6.ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

La gestión de residuos electrónicos ha cobrado relevancia en las últimas décadas debido a la creciente acumulación de estos desechos y sus impactos ambientales y de salud pública.

En 2019, se generaron aproximadamente 53.6 millones de toneladas de residuos electrónicos a nivel mundial, y se espera que esta cifra aumente anualmente entre un 3% y 4%. La gestión ineficiente de estos residuos resulta en una baja recuperación de materiales valiosos y un alto impacto ambiental, con solo el 17.4% de los residuos electrónicos reciclados adecuadamente. Es imperativo mejorar las infraestructuras y tecnologías de reciclaje para mitigar los efectos negativos de estos residuos (Forti et al., 2020).

Los efectos de la exposición a sustancias tóxicas liberadas por la incorrecta disposición de residuos electrónicos incluyen daños neurológicos, problemas respiratorios y cáncer, debido a contaminantes como plomo, mercurio y cadmio. Además, la falta de infraestructura adecuada en países en desarrollo agrava estos problemas (Huang et al., 2019; Heacock et al., 2018).

Se han propuesto diversos modelos para mejorar la gestión de residuos electrónicos. Un modelo de cadena de suministro de ciclo cerrado integra flujos logísticos y la capacidad de expansión e inversión en tecnología para facilidades de reciclaje. Este enfoque optimiza la recuperación de materiales y minimiza las emisiones de carbono asociadas con el reciclaje y transporte de residuos electrónicos (Wang et al., 2016).

En Colombia, la Ley 1672 de 2013 establece el marco para la gestión integral de residuos eléctricos y electrónicos, mientras que el Decreto 2981 de 2013 y las Resoluciones 1514 de 2017 y 1407 de 2018 proporcionan lineamientos técnicos para su manejo adecuado. A pesar de esto, la capacidad de reciclaje y recuperación de materiales valiosos sigue siendo limitada (Congreso de la República de Colombia, 2013; Presidencia de la República de Colombia, 2013; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de

Colombia, 2017, 2018; DANE, 2023).

La integración de inteligencia artificial (IA) en la gestión de residuos electrónicos es un campo emergente. El uso de IA puede mejorar la eficiencia en la clasificación de residuos, optimizar la recuperación de materiales y reducir los costos operativos. Estas tecnologías permiten una toma de decisiones más precisa y la predicción de riesgos, resultando en una gestión más efectiva y sostenible de los residuos electrónicos (Heacock et al., 2018; Baldé et al., 2017).

La promoción de la economía circular es fundamental en la gestión de residuos electrónicos. El reciclaje de componentes electrónicos no solo reduce el impacto ambiental, sino que también conserva recursos naturales y genera ahorros económicos para las empresas. Al reciclar y reutilizar materiales, se disminuye la necesidad de extraer nuevas materias primas, alineándose con los principios de la economía circular y fomentando la sostenibilidad a largo plazo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Estos antecedentes proporcionan una base sólida para el desarrollo de un modelo de gestión sostenible de residuos electrónicos en Bogotá, Colombia. La implementación de este modelo en una empresa ensambladora de televisores LED busca maximizar la recuperación de materiales valiosos, minimizar el impacto ambiental y promover prácticas sostenibles en la gestión de residuos electrónicos.

7.MARCO

7.1. MARCO TEORICO

7.1.1. Aspectos Clave en la Gestión Sostenible de RAEE

7.1.1.1. Problemática de los Residuos Electrónicos (RAEE)

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) son considerados uno de los flujos de residuos de mayor crecimiento a nivel mundial, impulsados por la rápida innovación tecnológica y el acortamiento del ciclo de vida de los productos electrónicos. Este fenómeno se agrava en países en vías de desarrollo, donde la infraestructura para la gestión de RAEE es insuficiente, lo que lleva a la acumulación incontrolada de estos residuos. La mala gestión de RAEE puede liberar contaminantes peligrosos, como retardantes de llama bromados, metales pesados y otros compuestos tóxicos, que tienen efectos negativos en la salud pública y el medio ambiente (Forti, Baldé, Kuehr & Bel, 2020).

7.1.1.2. Reciclaje de Componentes de Pantallas LED

El reciclaje de pantallas LED es un proceso complejo debido a la diversidad de materiales presentes en estos dispositivos, que incluyen metales preciosos, plásticos, vidrio y sustancias peligrosas como el arsénico y el galio. Estos materiales pueden ser recuperados y reutilizados, contribuyendo a la economía circular. Sin embargo, la eficiencia del reciclaje depende de la implementación de tecnologías avanzadas que permitan la separación y recuperación de materiales de manera eficiente y segura (Kang & Schoenung, 2005).

7.1.1.3. Tecnologías Emergentes en el Reciclaje de RAEE

Las tecnologías emergentes están revolucionando el reciclaje de RAEE, especialmente en el tratamiento de pantallas LED. Por ejemplo, las técnicas de recuperación química, como la lixiviación ácida, permiten la extracción de metales preciosos de los circuitos impresos. Así mismo, la automatización mediante inteligencia artificial está mejorando la clasificación de materiales, lo que aumenta la pureza de los materiales recuperados y reduce los costos operativos. Estas innovaciones no solo mejoran la eficiencia del reciclaje, sino que también reducen la huella ambiental de estos procesos (Hagelüken, 2006).

7.1.1.4. Desafíos en la Implementación de Sistemas de Gestión de RAEE

La implementación de sistemas de gestión de RAEE enfrenta varios desafíos, tanto técnicos como económicos y sociales. Entre los principales retos se encuentran la falta de infraestructura adecuada para la recolección y procesamiento de estos residuos, el alto costo inicial de las tecnologías de reciclaje y la escasa sensibilización de los consumidores sobre la correcta disposición de sus productos electrónicos al final de su vida útil. Además, la informalidad en el sector del reciclaje de RAEE en muchos países, incluidos los de América Latina, agrava estos problemas, dificultando la trazabilidad y el cumplimiento de las normativas ambientales (Widmer, Oswald-Krapf, Sinha-Khetriwal, Schnellmann, & Böni, 2005).

7.1.1.5. Economía Circular Aplicada al Reciclaje de RAEE

La economía circular se presenta como un modelo alternativo y sostenible para la gestión de RAEE, que promueve el diseño de productos con un ciclo de vida prolongado, la reutilización de componentes, y la recuperación de materiales al final de su vida útil. En

el contexto del reciclaje de pantallas LED, la economía circular implica no solo la recuperación de materiales valiosos sino también la reintegración de componentes reciclados en nuevos productos, reduciendo así la demanda de recursos vírgenes y minimizando la generación de residuos (Geissdoerfer et al., 2017).

7.1.1.6. Análisis del Ciclo de Vida de las Pantallas LED

El análisis del ciclo de vida (ACV) es una herramienta crucial para evaluar el impacto ambiental de las pantallas LED desde su producción hasta su disposición final. El ACV permite identificar las etapas del ciclo de vida que generan la mayor cantidad de impactos ambientales, como la extracción de materias primas o la fase de disposición final, y propone estrategias para mitigar estos impactos. Por ejemplo, el reciclaje eficiente y la recuperación de materiales pueden reducir significativamente la huella de carbono asociada con la fabricación de nuevas pantallas LED (Schweizer, Boeni, & Steubing, 2019).

7.1.1.7. Políticas Públicas y su Impacto en la Gestión de RAEE

Las políticas públicas desempeñan un papel fundamental en la regulación y promoción de prácticas sostenibles en la gestión de RAEE. En Colombia, la Ley 1672 de 2013 establece el marco legal para la gestión integral de RAEE, impulsando la responsabilidad extendida del productor (REP). Este enfoque ha incentivado la creación de programas de recolección y reciclaje por parte de los fabricantes e importadores, mejorando así la gestión de estos residuos y reduciendo su impacto ambiental. No obstante, la efectividad de estas políticas depende de su correcta implementación y el cumplimiento por parte de todos los actores involucrados (Congreso de Colombia, 2013).

7.1.1.8. Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y la Gestión de RAEE

La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) juega un papel clave en la gestión de RAEE, especialmente para las empresas que fabrican o comercializan productos electrónicos. Las empresas que integran prácticas de RSE en sus operaciones no solo cumplen con las normativas legales, sino que también adoptan medidas voluntarias para reducir su huella ambiental. Estas medidas incluyen el diseño ecológico de productos, la implementación de programas de reciclaje, y la sensibilización de los consumidores sobre la importancia de una disposición responsable de los productos electrónicos (Carroll & Shabana, 2010).

7.1.1.9. Educación y Concienciación en la Gestión de RAEE

La educación y concienciación son componentes esenciales para el éxito de cualquier programa de gestión de RAEE. La sensibilización del público sobre los riesgos asociados a la incorrecta disposición de estos residuos y los beneficios del reciclaje puede fomentar un cambio de comportamiento en los consumidores, promoviendo prácticas más sostenibles. Campañas educativas y programas de formación pueden ser implementados por gobiernos, ONG y empresas para informar a los ciudadanos sobre cómo y dónde deben disponer sus productos electrónicos de manera segura (Ylä-Mella, Poikela, Lehtinen, Tanskanen, & Román, 2015).

7.1.1.10. Tendencias Futuras en la Gestión de RAEE

Las tendencias futuras en la gestión de RAEE están marcadas por el avance tecnológico y el cambio en las políticas globales hacia una economía más circular. El desarrollo de nuevas tecnologías de reciclaje, como el reciclaje biológico y la recuperación de materiales críticos mediante procesos más sostenibles, promete mejorar la eficiencia y

reducir los impactos ambientales asociados con el reciclaje de RAEE. Además, se espera que las políticas internacionales se vuelvan más estrictas, impulsando a los países a mejorar sus infraestructuras de gestión de RAEE y a adoptar prácticas más sostenibles (Zeng, Mathews, & Li, 2018).

7.1.2. Enfoques Metodológicos y Tecnológicos en la Gestión de Proyectos

7.1.2.1. Metodologías Tradicionales y Ágiles en la Gestión de Proyectos

Las metodologías tradicionales de gestión de proyectos, como las propuestas por el Project Management Institute (PMI), ofrecen una estructura robusta para la planificación y control de proyectos. Estas metodologías se organizan en cinco fases principales: iniciación, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre, lo que garantiza una gestión organizada y efectiva del proyecto (PMI, 2017). En estas fases se definen los objetivos del proyecto, se elabora un plan detallado, se ejecutan las actividades, se realiza un seguimiento y se implementan medidas correctivas según sea necesario, y finalmente, se cierra el proyecto de manera formal y documentada.

La aplicación de metodologías tradicionales como las del PMI en este proyecto de gestión sostenible de reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED proporcionará una estructura sólida y coherente. Esto asegurará una adecuada coordinación y control de todas las actividades relacionadas con el reciclaje, desde la iniciación del proyecto hasta su cierre formal, cumpliendo con estándares y prácticas establecidas (PMI, 2017).

En contraste, las metodologías ágiles, como Scrum, permiten la gestión de proyectos complejos a través de ciclos iterativos llamados Sprint. Cada sprint finaliza con

la entrega de un incremento del producto, lo que facilita la adaptación continua y la mejora constante (Schwaber & Sutherland, 2020). Scrum se enfoca en la colaboración entre equipos multifuncionales y en la entrega continua de valor al cliente, promoviendo la flexibilidad y la capacidad de respuesta a los cambios y a las necesidades emergentes del proyecto.

La aplicación del marco de trabajo Scrum en este proyecto de reciclaje de componentes electrónicos permitirá gestionar de manera ágil y eficiente el desarrollo iterativo e incremental de los entregables. Esto promoverá la flexibilidad y la adaptabilidad del equipo frente a las variaciones inherentes al proceso de reciclaje, optimizando así la respuesta del proyecto a los requisitos cambiantes y mejorando la eficiencia general del equipo (Schwaber & Sutherland, 2020).

7.1.2.2. Inteligencia Artificial en la Gestión de Proyectos

La inteligencia artificial (IA) proporciona herramientas valiosas para la optimización de la gestión de proyectos, especialmente en la toma de decisiones, la predicción de riesgos y la optimización de recursos. La IA puede analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones y tendencias, mejorando significativamente la planificación y ejecución del proyecto (Dwivedi et al., 2021). En el contexto específico del reciclaje de componentes electrónicos, la IA juega un papel crucial al incrementar la eficiencia en la clasificación y recuperación de materiales valiosos, lo que ayuda a reducir costos y aumentar la sostenibilidad del proceso (Lee et al., 2020).

La integración de herramientas de inteligencia artificial para mejorar la toma de decisiones, la predicción de riesgos y la optimización de recursos durante las fases de planificación, ejecución y control del proyecto es fundamental. La IA optimizará la gestión

del proyecto mediante la automatización de tareas críticas y la mejora en la precisión de las decisiones estratégicas. Las herramientas de IA analizarán grandes volúmenes de datos para identificar patrones y tendencias relevantes, facilitando así una planificación más efectiva y una ejecución más eficiente del reciclaje de componentes electrónicos (Dwivedi et al., 2021; Lee et al., 2020).

La implementación de la inteligencia artificial en este proyecto no solo mejorará la eficiencia operativa, sino que también contribuirá a la sostenibilidad al permitir una gestión más precisa y efectiva de los recursos disponibles para el reciclaje, conforme a las necesidades cambiantes y las exigencias del mercado (Dwivedi et al., 2021; Lee et al., 2020).

7.2. MARCO CONCEPTUAL

7.2.1. Concepto de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)

Los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) se definen como cualquier dispositivo que utiliza corriente eléctrica o campos electromagnéticos y que su propietario ha desechado sin querer reutilizarlo. Estos residuos incluyen una amplia gama de productos como televisores, computadoras, teléfonos móviles, electrodomésticos, y equipos de telecomunicaciones, los cuales contienen materiales peligrosos y valiosos que requieren una gestión adecuada para minimizar su impacto ambiental (Puckett, Byster, Westervelt, Gutierrez, & Davis, 2002).

7.2.2. Gestión Integral de RAEE

La gestión integral de RAEE se refiere al conjunto de actividades orientadas a la recolección, transporte, tratamiento, reciclaje y disposición final de estos residuos. Este

proceso busca maximizar la recuperación de materiales útiles y minimizar los riesgos ambientales y sanitarios asociados con los componentes tóxicos presentes en los RAEE. La gestión integral también implica la participación de diversos actores, incluidos los productores, distribuidores, consumidores, y gobiernos, en un esfuerzo coordinado para asegurar el manejo responsable de estos residuos (Widmer et al., 2005).

7.2.3. Economía Circular y RAEE

La economía circular es un modelo económico que promueve la prolongación del ciclo de vida de los productos y la minimización de residuos a través de estrategias como el reciclaje, la reutilización y la reparación. En el contexto de los RAEE, la economía circular busca cerrar el ciclo de materiales mediante la recuperación de recursos valiosos de los dispositivos electrónicos desechados y su reintegración en la cadena de valor. Este enfoque no solo reduce la demanda de materias primas vírgenes, sino que también mitiga los impactos ambientales asociados con la extracción y procesamiento de estos recursos (Geissdoerfer et al., 2017).

7.2.4. Responsabilidad Extendida del Productor (REP)

La Responsabilidad Extendida del Productor (REP) es un principio de política ambiental que responsabiliza a los fabricantes e importadores de los productos electrónicos por la gestión de los RAEE generados al final de la vida útil de sus productos. Este enfoque incentiva a los productores a diseñar productos más sostenibles, facilitar su reciclaje, y participar en la recolección y tratamiento de los RAEE. La REP se implementa a través de normativas que obligan a las empresas a asumir los costos y las responsabilidades de la disposición adecuada de estos residuos (Lindhqvist, 2000).

7.2.5. Tecnologías de Reciclaje de RAEE

Las tecnologías de reciclaje de RAEE incluyen una variedad de procesos físicos, químicos y biológicos diseñados para recuperar materiales valiosos de los residuos electrónicos. Entre las tecnologías más comunes se encuentran la trituración y separación mecánica, la lixiviación química para la recuperación de metales, y la pirometalurgia. La elección de la tecnología adecuada depende del tipo de material a recuperar y la composición de los RAEE. El desarrollo continuo de estas tecnologías es crucial para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad del reciclaje de RAEE (Cui & Zhang, 2008).

7.2.6. Diseño para el Reciclaje (DR)

El Diseño para el Reciclaje (DR) es un enfoque que considera la reciclabilidad de los productos desde su fase de diseño. Este concepto promueve la creación de productos electrónicos que sean fáciles de desensamblar, con componentes que se puedan separar y reciclar de manera eficiente. El DR incluye la selección de materiales que no sean tóxicos y que sean fáciles de recuperar, así como la minimización de la diversidad de materiales para simplificar el proceso de reciclaje. Este enfoque es fundamental para reducir los costos y aumentar la eficiencia del reciclaje de RAEE (Huisman, 2003).

7.2.7. Logística Inversa en la Gestión de RAEE

La logística inversa es un proceso clave en la gestión de RAEE que involucra el retorno de productos electrónicos desechados desde el consumidor final hasta el punto de recolección o tratamiento. Esta logística abarca actividades como la recolección, transporte, y almacenamiento de RAEE, y es esencial para garantizar que estos residuos lleguen a instalaciones adecuadas para su procesamiento. La optimización de la logística inversa puede reducir los costos asociados con el manejo de RAEE y mejorar las tasas de

recuperación de materiales (Dekker, Fleischmann, Inderfurth, & van Wassenhove, 2013).

7.2.8. Valoración de Materiales en RAEE

La valoración de materiales en los RAEE se refiere a la identificación y recuperación de materiales valiosos presentes en los dispositivos electrónicos, como metales preciosos (oro, plata, platino), metales básicos (cobre, aluminio), y otros componentes reutilizables. Este proceso es crucial para convertir los RAEE de un problema ambiental en una fuente de recursos valiosos, alineándose con los principios de la economía circular. La valoración efectiva depende de tecnologías de reciclaje avanzadas y de un conocimiento detallado de la composición material de los RAEE (Cucchiella, D'Adamo, Koh, & Rosa, 2015).

7.2.9. Impacto Ambiental de los RAEE

El impacto ambiental de los RAEE es significativo debido a la presencia de sustancias peligrosas como el plomo, mercurio, cadmio, y retardantes de llama bromados, que pueden liberarse al medio ambiente durante su manejo inadecuado. Estos contaminantes pueden causar daños severos a los ecosistemas y representar riesgos para la salud humana. La correcta gestión y tratamiento de los RAEE es esencial para minimizar estos impactos, asegurando que los materiales peligrosos sean confinados y tratados adecuadamente (Nnorom & Osibanjo, 2008).

7.3. MARCO LEGAL

7.3.1. Ley 1672 de 2013

La Ley 1672 de 2013 establece el marco legal para la gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Colombia. Esta ley tiene como objetivo principal regular la responsabilidad extendida del productor (REP) para asegurar que los

fabricantes e importadores de equipos eléctricos y electrónicos se responsabilicen de la recolección y tratamiento de los RAEE generados al final de la vida útil de sus productos. La Ley 1672 establece obligaciones específicas para los diferentes actores involucrados en la cadena de gestión de RAEE, incluidos los consumidores, distribuidores, y entidades de recolección.

Dentro de sus disposiciones, se promueve la creación de sistemas colectivos de gestión que permiten a los productores unirse para cumplir con las obligaciones de recolección y reciclaje. También se establecen metas de recolección y reciclaje, que son monitoreadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, quien actúa como la autoridad de control y vigilancia.

7.3.2. Decreto 284 de 2018

El Decreto 284 de 2018 complementa la Ley 1672 de 2013 al establecer las regulaciones específicas para la gestión de RAEE en Colombia. Este decreto establece los procedimientos y requisitos que deben cumplir los productores, distribuidores, y gestores de RAEE para asegurar el cumplimiento de la ley. Entre los aspectos más relevantes, el decreto define los términos de la responsabilidad extendida del productor, las obligaciones de recolección y reciclaje, y las sanciones aplicables en caso de incumplimiento.

El Decreto 284 también especifica los requisitos para la creación de sistemas colectivos de gestión, detallando los mecanismos de financiamiento y operación de dichos sistemas. Asimismo, se establece la necesidad de elaborar planes de gestión que incluyan objetivos específicos de recolección, reciclaje, y disposición final de RAEE.

7.3.3. Resolución 1511 de 2010

La Resolución 1511 de 2010, emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, es una normativa que reglamenta la gestión de pilas y acumuladores usados. Aunque está enfocada en un tipo específico de RAEE, es relevante para el contexto de la gestión de residuos electrónicos en general. Esta resolución obliga a los productores e importadores de pilas a implementar programas de recolección y disposición final de estos residuos, bajo el principio de responsabilidad extendida del productor.

La resolución también establece lineamientos para la educación y sensibilización de los consumidores respecto a la importancia de la correcta disposición de las pilas y acumuladores, así como los impactos ambientales negativos de su manejo inadecuado.

7.3.4. Normativa Internacional: Directiva Europea 2012/19/UE (WEEE)

Aunque se trata de una normativa internacional, la Directiva Europea 2012/19/UE, conocida como WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), es un referente clave en la regulación de RAEE a nivel global. Esta directiva establece los requisitos para la recolección, tratamiento, reciclaje, y recuperación de equipos eléctricos y electrónicos en la Unión Europea, y promueve la responsabilidad extendida del productor. La WEEE obliga a los Estados miembros de la UE a alcanzar objetivos específicos de recolección y reciclaje, y establece un sistema de marcado para los productos eléctricos y electrónicos, lo que facilita su identificación y tratamiento adecuado al final de su vida útil. Esta normativa también influye en los estándares y prácticas que adoptan otros países, incluido Colombia, al proporcionar un marco de referencia para la gestión de RAEE.

7.3.5. Convenio de Basilea

El Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación es un tratado internacional que regula el transporte y la disposición de desechos peligrosos, incluidos los RAEE. Colombia es signataria de este convenio, lo que implica que el país debe cumplir con las normas internacionales para evitar la exportación e importación ilícita de residuos peligrosos.

El Convenio de Basilea es relevante en el contexto de los RAEE, ya que muchos componentes electrónicos contienen materiales peligrosos que pueden causar daños significativos al medio ambiente y la salud humana si no se manejan adecuadamente. Bajo este convenio, Colombia se compromete a gestionar de manera segura y ecológicamente racional los RAEE generados dentro de su territorio.

7.3.6. Ley 430 de 1998

La Ley 430 de 1998 regula la prevención y control de la contaminación ambiental en Colombia, y establece las disposiciones generales para el manejo de residuos peligrosos, incluyendo aquellos provenientes de RAEE. Esta ley es un marco general que guía las políticas y acciones del país para evitar la contaminación causada por la gestión inadecuada de residuos, incluidos los electrónicos.

La ley establece la responsabilidad de las empresas generadoras de residuos peligrosos de adoptar medidas para su correcta gestión, minimizando los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Además, promueve la investigación y desarrollo de tecnologías limpias para el tratamiento de estos residuos.

7.3.7. Plan Nacional de Gestión de RAEE

El Plan Nacional de Gestión de RAEE es una iniciativa del gobierno colombiano que busca implementar estrategias coordinadas para el manejo adecuado de los residuos electrónicos en el país. Este plan se enfoca en promover la recolección, tratamiento, reciclaje, y disposición final de RAEE, con la participación activa de todos los actores involucrados.

Entre los objetivos del plan se encuentran la reducción de la generación de RAEE, el aumento de las tasas de reciclaje, la promoción de la economía circular, y la sensibilización de la población sobre la importancia de la correcta disposición de estos residuos. El Plan Nacional de Gestión de RAEE también establece metas a corto, mediano, y largo plazo para mejorar la gestión de estos residuos en Colombia.

7.3.8. Normas Técnicas Colombianas (NTC)

Las Normas Técnicas Colombianas (NTC) relacionadas con la gestión de RAEE son estándares que definen las especificaciones técnicas para la recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, y disposición final de estos residuos. Estas normas son desarrolladas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) y son de carácter voluntario, aunque su adopción es altamente recomendada para asegurar el cumplimiento de las mejores prácticas en la gestión de RAEE.

Algunas de las NTC más relevantes incluyen especificaciones para la clasificación de RAEE, procedimientos para el manejo seguro de materiales peligrosos contenidos en estos residuos, y directrices para la certificación de plantas de tratamiento de RAEE.

7.3.8.1. NTC 6119: 2020 - Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) - Requisitos para el Manejo y Tratamiento

Establece un marco normativo detallado para la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Colombia. La norma define claramente los requisitos para cada etapa del ciclo de vida de los RAEE, desde la recolección y el transporte hasta el almacenamiento y el tratamiento. Su enfoque en la correcta gestión busca prevenir la liberación de contaminantes peligrosos, como metales pesados y compuestos tóxicos, que pueden afectar negativamente al medio ambiente y la salud pública. Al proporcionar directrices específicas, esta norma facilita la implementación de prácticas adecuadas para el reciclaje y disposición final de estos residuos, promoviendo un manejo ambientalmente responsable.

Además, fomenta la recuperación de materiales valiosos a partir de los RAEE, apoyando la economía circular y reduciendo la dependencia de recursos vírgenes. La norma también establece criterios para la seguridad y eficiencia en el tratamiento de estos residuos, asegurando que los procesos empleados minimicen el impacto ambiental. Al proporcionar un marco claro y detallado, ayuda a los gestores de residuos a cumplir con las regulaciones ambientales y a mejorar la sostenibilidad de sus operaciones de reciclaje.

7.3.8.2. NTC 6076: 2014 - Residuos Sólidos - Requisitos para el Manejo

Proporciona un conjunto de directrices para el manejo de residuos sólidos en general, incluyendo aspectos relevantes para la gestión de RAEE. La norma aborda las prácticas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, estableciendo requisitos que garantizan una gestión adecuada y segura. Aunque no está enfocada exclusivamente en RAEE, sus principios se aplican a diversos tipos de residuos,

proporcionando un marco que puede ser adaptado para la gestión de residuos electrónicos.

Destaca la importancia de un manejo sistemático y organizado de los residuos sólidos para minimizar su impacto ambiental. La norma promueve la implementación de prácticas que aseguren la reducción de riesgos asociados con la disposición inadecuada de residuos, favoreciendo el tratamiento y reciclaje de manera que se cumplan los estándares ambientales. Su aplicación facilita la integración de buenas prácticas de gestión de residuos en diversas operaciones, incluyendo aquellas relacionadas con RAEE.

7.3.8.3. NTC 6195: 2013 - Gestión de Residuos Industriales - Requisitos para el Manejo

Se enfoca en la gestión de residuos industriales, estableciendo directrices para la recolección, almacenamiento, tratamiento y disposición de estos residuos. La norma proporciona un marco para la gestión de residuos generados en procesos industriales, que incluye aquellos que pueden ser electrónicos o contener componentes electrónicos. Su objetivo es garantizar que los residuos industriales se manejen de manera que se minimice el impacto ambiental y se cumpla con los requisitos legales y normativos.

También aboga por la implementación de prácticas eficientes para el tratamiento de residuos industriales, fomentando la reducción de residuos y la recuperación de materiales. Al establecer requisitos claros para el manejo de estos residuos, la norma apoya la sostenibilidad en las operaciones industriales y contribuye a la protección del medio ambiente al asegurar que los residuos sean gestionados de forma adecuada y segura.

7.3.8.4. NTC 5276: 2017 - Residuos Sólidos - Caracterización y Clasificación

Se centra en la caracterización y clasificación de residuos sólidos, proporcionando directrices que facilitan la identificación y manejo de diversos tipos de residuos, incluidos los electrónicos. La norma define los métodos para clasificar los residuos según sus características y potenciales impactos ambientales, permitiendo una gestión más efectiva y especializada. Esta clasificación es fundamental para aplicar los métodos de tratamiento y reciclaje adecuados a cada tipo de residuo.

Contribuye a una mejor gestión de los residuos al proporcionar herramientas para la evaluación y categorización de los mismos. Al facilitar la identificación de los tipos de residuos y sus características, la norma ayuda a optimizar los procesos de manejo y reciclaje, promoviendo la eficiencia y reduciendo los riesgos asociados con la disposición inadecuada de residuos sólidos.

8.DISEÑO METODOLOGICO

Este diseño metodológico asegura una implementación estructurada y eficiente del proyecto, utilizando metodologías reconocidas como PMI y Scrum, así como herramientas avanzadas de inteligencia artificial para optimizar la gestión del reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED.

Tabla 1: Metodología objetivo específico 1

OBJETIVO ESPECIFICO # 1:
Establecer un marco de gestión basado en la metodología PMI para estructurar los procesos globales del proyecto, abarcando las fases de iniciación, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.

FASE	METODOLOGÍA
A. Iniciación	A1. Definición del alcance del proyecto utilizando el proceso de recopilación de requisitos y establecimiento de objetivos claros y alcanzables mediante reuniones con stakeholders.
	A2. Creación del acta de constitución del proyecto, que servirá como referencia para todas las fases posteriores, y que será validada y aprobada por los patrocinadores del proyecto.
B. Planificación	B1. Desarrollo del plan de gestión del proyecto que incluye el cronograma, costos, recursos, comunicaciones y riesgos.
	B2. Definición de la estructura de desglose del trabajo (EDT) para asegurar que todos los entregables del proyecto estén claramente identificados y estructurados.
	B3. Estimación de tiempos y costos utilizando herramientas de planificación como diagramas de Gantt y el método del camino crítico (CPM).
C. Ejecución	C1. Coordinación del equipo de trabajo y asignación de recursos según lo planeado, utilizando técnicas de liderazgo y gestión de equipos.
	C2. Aseguramiento de la calidad en la entrega de los productos y servicios, garantizando que cumplen con los estándares establecidos en el plan de calidad.
D. Monitoreo y Control	D1. Monitoreo del progreso del proyecto mediante indicadores clave de desempeño (KPI).
	D2. Realización de auditorías periódicas para asegurar el cumplimiento del plan de gestión del proyecto y ajustar estrategias según sea necesario.
E. Cierre	E1. Formalización de la aceptación del producto final por parte del cliente, realizando una revisión completa del proyecto y obteniendo la aprobación final.
	E2. Documentación de las lecciones aprendidas y cierre administrativo del proyecto, archivando todos los documentos relevantes para futuras referencias y reportando el desempeño del proyecto a los stakeholders.

RESULTADOS ESPERADOS
Un marco de gestión del proyecto completamente estructurado y documentado que garantice la consecución de los objetivos del proyecto dentro de los plazos y presupuestos establecidos, asegurando la satisfacción del cliente y el cumplimiento de los estándares de calidad.

Fuente: Elaboración propia

Este marco de gestión basado en la metodología PMI proporciona una estructura detallada para gestionar el proyecto desde la iniciación hasta el cierre, asegurando una ejecución eficiente y controlada en todas las fases del proyecto.

Tabla 2: Metodología objetivo específico 2

OBJETIVO ESPECIFICO # 2	
Aplicar el marco de trabajo Scrum para gestionar de manera ágil el desarrollo iterativo e incremental de los entregables del proyecto, promoviendo la flexibilidad y la adaptabilidad del equipo.	
FASE	METODOLOGÍA
A. Iniciación	A1. Formación del equipo Scrum, incluyendo la identificación del Scrum Master, Product Owner y del equipo de desarrollo.
	A2. Definición del Product Backlog, priorizando los requerimientos y funcionalidades del proyecto según el valor que aportan al cliente.
B. Planificación del Sprint	B1. Organización del Sprint Planning Meeting para definir el objetivo del Sprint y seleccionar los elementos del Product Backlog que se trabajarán en el Sprint.
C. Ejecución	C1. Desarrollo de los entregables incrementales durante el Sprint, con reuniones diarias (Daily Scrum) para revisar el progreso, identificar impedimentos, y ajustar el

del Sprint	plan de trabajo según sea necesario.
	C2. Implementación de revisiones constantes y adaptaciones a medida que se avanza en el Sprint, promoviendo la flexibilidad y respuesta rápida a cambios.
D. Revisión y Retrospectiva	D1. Realización de la Sprint Review al final de cada Sprint para presentar el incremento del producto terminado y recibir feedback del Product Owner y stakeholders.
	D2. Ejecución de la Sprint Retrospective para evaluar el proceso de trabajo, identificar áreas de mejora y establecer acciones correctivas para futuros Sprints.
E. Entrega del Producto Final	E1. Acumulación de los incrementos entregados en cada Sprint para formar el producto final, asegurando que cumple con los requisitos y expectativas del cliente.
	E2. Presentación final al Product Owner y stakeholders para la aceptación formal del producto, seguida de la entrega oficial al cliente.
RESULTADOS ESPERADOS	
Desarrollo de los entregables del proyecto de manera iterativa e incremental, con un enfoque en la adaptabilidad y flexibilidad, garantizando la entrega de un producto final que cumpla con las expectativas del cliente y se ajuste a los cambios y necesidades emergentes.	

Fuente: Elaboración propia

Este marco de trabajo Scrum permite gestionar el proyecto de manera ágil, adaptándose rápidamente a los cambios y necesidades del cliente, y asegurando que los entregables se desarrollen de forma incremental, aportando valor continuo en cada iteración.

Tabla 3: Metodología objetivo específico 2

OBJETIVO ESPECIFICO # 3	
Integrar herramientas de inteligencia artificial para mejorar la toma de decisiones, la predicción de riesgos y la optimización de recursos durante las fases de planificación, ejecución y control del proyecto.	
FASE	METODOLOGÍA
A. Planificación	A1. Utilización de algoritmos de inteligencia artificial para analizar datos históricos y predecir posibles escenarios y riesgos en la planificación del proyecto.
	A2. Empleo de IA para la optimización del cronograma y la asignación de recursos, maximizando la eficiencia y minimizando los costos. Herramientas como redes neuronales pueden ser utilizadas para encontrar patrones y proponer mejoras en el plan del proyecto.
B. Ejecución	B1. Implementación de sistemas de IA para la toma de decisiones en tiempo real, apoyando al equipo de gestión en la resolución de problemas y ajustes necesarios durante la ejecución del proyecto.
	B2. Integración de chatbots y asistentes virtuales basados en IA para automatizar tareas repetitivas, como el seguimiento de plazos y la recopilación de datos, permitiendo al equipo concentrarse en actividades de mayor valor.
C. Monitoreo y Control	C1. Aplicación de modelos predictivos de IA para el monitoreo continuo del rendimiento del proyecto, permitiendo la identificación temprana de desviaciones y facilitando la implementación de medidas correctivas.
	C2. Uso de IA para la predicción de riesgos futuros mediante el análisis de datos en tiempo real, proporcionando alertas proactivas al equipo de gestión sobre posibles amenazas y oportunidades para ajustar la estrategia del proyecto.

D. Optimización y Mejora Continua	D1. Utilización de técnicas de aprendizaje automático (machine learning) para analizar los datos recopilados durante el proyecto y sugerir mejoras en procesos y recursos para futuros proyectos.
	D2. Automatización de la evaluación de desempeño del proyecto, generando informes detallados sobre la eficiencia en el uso de recursos y proponiendo ajustes en tiempo real para optimizar los resultados finales.
RESULTADOS ESPERADOS	
Mejora significativa en la toma de decisiones, predicción precisa de riesgos y optimización eficaz de recursos durante todo el ciclo de vida del proyecto, gracias a la integración de herramientas avanzadas de inteligencia artificial.	

Fuente: Elaboración propia

Este enfoque integra herramientas de inteligencia artificial en las fases clave del proyecto para mejorar la toma de decisiones, optimizar el uso de recursos y predecir riesgos con mayor precisión, lo que lleva a una gestión más eficiente y efectiva del proyecto.

8.1. CARACTERIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Metodología PMI (Project Management Institute): Se utilizará para estructurar y gestionar todas las fases del proyecto, desde la iniciación hasta el cierre, asegurando una gestión integral y efectiva.

Metodología Scrum: Aplicada específicamente para la gestión ágil de desarrollo de procesos y entregables, permitiendo flexibilidad y adaptación continua a lo largo del proyecto.

Integración de Tecnologías Avanzadas: Se emplearán herramientas de inteligencia artificial para mejorar la planificación, ejecución y control del reciclaje de componentes, optimizando la gestión de recursos y la toma de decisiones.

Desarrollo de Procedimientos Específicos: Diseño detallado de procedimientos para el desmontaje, clasificación y manejo seguro de componentes electrónicos, garantizando el cumplimiento estricto de normativas ambientales y de seguridad.

9.RECURSOS

Para el desarrollo de la propuesta, es crucial identificar y describir con detalle los recursos necesarios para asegurar que esta etapa preliminar sea sólida y efectiva garantizando que este fundamentada describiendo los recursos esenciales que se necesitan para la elaboración:

9.1. Recursos Humanos

Equipo Multidisciplinario: La propuesta requiere la colaboración de un equipo de trabajo compuesto por estudiantes, profesores asesores, y expertos en las áreas de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecatrónica. Este equipo será responsable de la redacción, revisión y perfeccionamiento de la propuesta, asegurando que todos los aspectos técnicos, metodológicos y teóricos estén adecuadamente cubiertos.

Consultores y Asesores: Es fundamental contar con el apoyo de consultores especializados en gestión ambiental y reciclaje de componentes electrónicos, quienes aportarán su experiencia y conocimiento para validar la viabilidad del proyecto propuesto. Además, la asesoría de expertos en metodologías ágiles y herramientas de inteligencia artificial será clave para el diseño del modelo de gestión sostenible.

9.2. Recursos Materiales

Herramientas de Investigación: Se requiere acceso a bibliotecas, bases de datos académicas y software especializado (como gestores de referencias bibliográficas y programas de análisis de datos) para realizar una revisión exhaustiva de la literatura y fundamentar teóricamente la propuesta.

Equipos Informáticos: Computadoras y dispositivos móviles equipados con software adecuado para la redacción, diseño y presentación de la propuesta. Esto incluye programas de procesamiento de texto, hojas de cálculo.

Materiales de Oficina: Incluyen impresoras, papel, bolígrafos, carpetas, y otros suministros necesarios para la organización física de la propuesta.

9.3. Recursos Financieros

Presupuesto para materiales: Considerar la asignación de recursos financieros para el pago de materiales utilizados de oficina.

9.4. Recursos Tecnológicos

Software de Gestión de Proyectos: Herramientas como Microsoft Project, Trello o Asana serán necesarias para planificar, coordinar y monitorear las actividades relacionadas con el desarrollo de la propuesta. Estas herramientas ayudarán a gestionar los plazos, asignar tareas y asegurar que todos los miembros del equipo estén alineados con los objetivos del proyecto.

Herramientas de Comunicación: Plataformas de videoconferencia, correos electrónicos y aplicaciones de mensajería instantánea serán esenciales para mantener una comunicación fluida y constante entre todos los participantes del proyecto,

especialmente si parte del trabajo se realiza de manera remota.

9.5. Recursos Documentales

Acceso a Normativa y Regulaciones: Es fundamental contar con acceso actualizado a la normativa legal aplicable al reciclaje de componentes electrónicos en Colombia, así como a documentos técnicos y estándares internacionales que guíen el diseño del modelo propuesto.

Bibliografía Especializada: La propuesta debe apoyarse en un marco teórico robusto, por lo que es esencial disponer de acceso a libros, artículos científicos, y estudios de caso que aporten las bases conceptuales y metodológicas para el desarrollo del proyecto.

Estos recursos son esenciales para asegurar que la propuesta del proyecto sea completa, bien argumentada y viable. Asegurar su disponibilidad y correcta gestión durante la fase de desarrollo de la propuesta es clave para sentar las bases de un proyecto exitoso.

10. CRONOGRAMA

Con el fin de garantizar una ejecución eficaz y sistemática del proyecto de modelo de gestión sostenible de componentes reciclables en pantallas de televisores led para una empresa ensambladora en Bogotá, Cundinamarca, se ha elaborado un cronograma de actividades minucioso y bien estructurado. Este cronograma está diseñado para proporcionar una guía integral para la implementación de la propuesta, facilitando la planificación detallada y el seguimiento de cada fase del proyecto. En su desarrollo, se han integrado metodologías tanto de gestión de proyectos tradicionales (PMI) como ágiles, adaptadas a los requerimientos específicos del proyecto. Además, se incorpora el uso de

herramientas de inteligencia artificial para optimizar la gestión y flexibilidad del proyecto, asegurando así el cumplimiento de los objetivos establecidos y la capacidad de adaptación a posibles cambios en el entorno.

Tabla 4: Cronograma de actividades

Actividad	Fecha de Inicio	Fecha de Fin
Definición de objetivos y alcance	12/06/2024	14/06/2024
Identificación de recursos necesarios	17/06/2024	19/06/2024
Aprobación del proyecto	20/06/2024	21/06/2024
Formación del equipo de trabajo	24/06/2024	26/06/2024
Desarrollo del plan del proyecto	27/06/2024	28/06/2024
Establecimiento del cronograma	1/07/2024	3/07/2024
Presupuesto del proyecto	4/07/2024	5/07/2024
Plan de recursos	8/07/2024	10/07/2024
Identificación de riesgos	11/07/2024	12/07/2024
Estrategia de comunicación	15/07/2024	17/07/2024
Identificación de stakeholders	18/07/2024	19/07/2024
Historias de usuarios	22/07/2024	23/07/2024

Criterios de aceptación y estimación	24/07/2024	25/07/2024
Listado de actividades en modelo PHVA (MoSCoW)	26/07/2024	26/07/2024
Implementación de herramientas digitales	29/07/2024	30/07/2024
Diseño detallado de procedimientos	2/08/2024	2/08/2024
Automatización y chatbots	5/08/2024	7/08/2024
Revisión y ajustes finales	8/08/2024	13/08/2024
Preparación de la entrega final	14/08/2024	21/08/2024
Presentación final de la propuesta	22/08/2024	28/08/2024

Fuente: Elaboración propia

11. RESULTADOS

11.1. PMI:

11.1.1. Acta de constitución del proyecto

El desarrollo del acta de constitución, según la metodología PMI, fue un paso esencial que proporcionó la base sólida para el desarrollo del proyecto. Este documento no solo estableció el alcance y los objetivos del proyecto, sino que también clarificó los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo, lo que permitió una coordinación eficiente y una comunicación clara entre los stakeholders. Además, al definir los recursos necesarios y riesgos del proyecto lo que facilitó la toma de decisiones y se minimizó el riesgo de desviaciones en el proyecto.

La importancia de esta acta radica en su capacidad para alinear los intereses de todas las partes involucradas con la visión estratégica del proyecto, asegurando así un enfoque coherente durante su ejecución. Para una revisión detallada de los elementos específicos del acta de constitución, incluidos los objetivos, el alcance, los recursos asignados, y los riesgos, se puede consultar el **Anexo 1**.

11.1.2. Estimación del alcance

La estimación del alcance del proyecto fue un proceso clave que aseguró la alineación de los objetivos estratégicos con las actividades planificadas. Utilizando las directrices del PMI, se estableció un alcance bien definido que permitió identificar todas las tareas necesarias para cumplir con los entregables del proyecto. Este enfoque ayudó a evitar el desbordamiento del alcance, al asegurar que cada fase del proyecto estuviera claramente delineada y se mantuviera dentro de los límites establecidos.

La importancia de una estimación precisa del alcance radica en su capacidad para prevenir problemas como el retraso en los plazos y el uso ineficiente de recursos. Gracias a este proceso, el equipo de trabajo pudo enfocarse en las actividades esenciales, optimizando el uso del tiempo y los recursos disponibles. Para una revisión detallada de cómo se llevó a cabo la estimación del alcance véase **Anexo 2**.

11.1.3. Estimación del tiempo

La estimación del tiempo fue fundamental para asegurar que cada fase del proyecto se completara de manera eficiente y dentro de los plazos previstos. Aplicando técnicas del PMI, como el método del camino crítico (CPM), se identificaron las actividades críticas y se establecieron secuencias optimizadas. Esta planificación detallada permitió anticipar posibles retrasos y aplicar medidas correctivas de manera proactiva, lo que resultó en un

uso más eficiente del tiempo y en el cumplimiento de los plazos establecidos.

Una estimación precisa del tiempo no solo permitió una mejor gestión del cronograma, sino que también aseguró que los recursos estuvieran disponibles cuando se necesitaban, evitando cuellos de botella y garantizando una ejecución fluida del proyecto como se observa en el **Anexo 3**.

11.1.4. Estimación de costo

La estimación de costos fue una etapa crucial en la planificación del proyecto, ya que aseguró que los recursos financieros se asignaran de manera óptima y alineada con los objetivos del proyecto. Utilizando las herramientas y técnicas recomendadas por el PMI, como la estimación análoga y paramétrica, se logró una proyección de costos que consideró tanto los gastos directos como los indirectos. Esto permitió una planificación financiera sólida, evitando sobrecostos y asegurando la viabilidad económica del proyecto.

Una estimación precisa de los costos facilitó la elaboración de un presupuesto ajustado a la realidad del proyecto, garantizando que cada fase contara con los recursos necesarios para su ejecución como se observa en el **Anexo 4**.

11.1.5. Estructura de desglose del trabajo (EDT)

El desarrollo de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) es fundamental en la gestión de proyectos según la metodología PMI, ya que asegura una definición clara del alcance del proyecto, evita malentendidos, y optimiza la asignación de recursos. También permite un control preciso del progreso y mejora la comunicación entre el equipo y los stakeholders, facilitando la identificación y gestión de riesgos. Para obtener una visión detallada del EDT aplicado a nuestro proyecto observe el **Anexo 5**, donde se detalla el

desglose de entregables y actividades.

11.1.6. Matriz de identificación y análisis de stakeholders

La Matriz de Identificación y Análisis de Stakeholders es crucial para una gestión eficaz del proyecto según la metodología PMI. Esta matriz permite identificar a todas las partes interesadas, analizar sus expectativas e influencia, y planificar estrategias de comunicación adecuadas. Facilita la gestión de expectativas y la alineación de objetivos, asegurando que los intereses de los stakeholders se consideren adecuadamente durante el proyecto. Para una descripción detallada de la matriz se puede visualizar el **Anexo 6** donde proporciona un análisis completo de los stakeholders y su impacto en el proyecto.

11.1.7. Plan de gestión de riesgos

El Plan de Gestión de Riesgos es fundamental para la gestión exitosa del proyecto según la metodología PMI. Este plan permite identificar, evaluar y planificar la respuesta a los riesgos potenciales que podrían afectar el proyecto. Asegura una preparación adecuada para enfrentar problemas, minimiza sorpresas y permite una respuesta rápida y efectiva a los desafíos, así como se muestran en el **Anexo 7**, donde incluye el análisis de riesgos y las estrategias de mitigación correspondientes.

11.1.8. Plan de gestión de la calidad

El Plan de Gestión de la Calidad es fundamental para el éxito del proyecto conforme a la metodología PMI. Este plan establece los estándares y criterios de calidad que deben cumplirse, así como los procesos y procedimientos para asegurar que todos los entregables del proyecto cumplan con estos estándares. Al definir claramente los requisitos de calidad y las métricas de evaluación, el plan facilita una gestión efectiva de la calidad, promueve la mejora continua y asegura que se cumplan las expectativas de los

stakeholders. Además, ayuda a identificar y mitigar problemas de calidad antes de que se conviertan en problemas mayores, reduciendo la necesidad de retrabajos. Para una descripción completa del Plan de Gestión de la Calidad aplicado a nuestro proyecto ver el **Anexo 8**, que proporciona detalles sobre los procedimientos, estándares y métodos de aseguramiento de calidad establecidos.

11.1.9. Matriz de comunicaciones

La Matriz de Comunicaciones es esencial para la gestión del proyecto según la metodología PMI. Esta herramienta define los canales, métodos y frecuencia de comunicación entre todos los participantes, asegurando que la información relevante se comparta de manera eficiente y oportuna. Facilita la coordinación, mejora la transparencia y asegura que todos los stakeholders estén informados y alineados con los objetivos del proyecto, así como se observa en el **Anexo 9**, que detalla las estrategias y planes de comunicación establecidos.

11.2. SCRUM:

11.2.1. Visión del producto

En el marco del proyecto para el desarrollo de un modelo sostenible de reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED, se han establecido claramente los elementos esenciales que definen el producto y su implementación. A continuación, se presenta una tabla que resume el nombre del producto, una descripción concisa del mismo, los límites establecidos para el proyecto, y la lista de partes interesadas clave. Esta información es fundamental para comprender el alcance y la estructura del proyecto, así como para garantizar una ejecución efectiva y alineada con los objetivos propuestos. En el **Anexo 10** se proporciona una visión integral de los aspectos clave del modelo de gestión

sostenible, facilitando la comprensión de los resultados esperados y el impacto del proyecto en la empresa ensambladora en Bogotá, Cundinamarca.

11.2.2. Roles principales en Scrum

En el marco de la metodología Scrum, los roles principales juegan un papel crucial en la gestión ágil de proyectos y en la consecución de los objetivos establecidos. El Product Owner es responsable de definir y priorizar las necesidades del producto, garantizando que el equipo de desarrollo trabaje en las funcionalidades que aporten mayor valor al negocio. El Scrum Master, por su parte, actúa como facilitador del proceso Scrum, apoyando al equipo para que siga las prácticas ágiles y eliminando impedimentos que puedan afectar el progreso del proyecto. Finalmente, el Equipo de Desarrollo está compuesto por profesionales multifuncionales encargados de diseñar, construir y entregar el producto, trabajando de manera colaborativa y autoorganizada para cumplir con los objetivos del Sprint, para más detalles ver **Anexo 11**.

11.2.3. Ciclo PHVA e historias de usuarios

El proyecto avanzó de manera efectiva gracias a la implementación de diversas metodologías de gestión y mejora continua. Un enfoque clave fue el uso del ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar), que permitió organizar las actividades de forma estructurada y asegurar una mejora constante en el proceso de reciclaje de componentes de televisores LED.

Se identificaron de manera clara los **stakeholders** involucrados, lo que facilitó la coordinación entre los diferentes equipos, incluyendo el equipo técnico, personal de capacitación y los proveedores de equipos. Además, se desarrollaron **historias de usuarios** detalladas, que permitieron al equipo Scrum priorizar las tareas y enfocar los

esfuerzos en cumplir con las necesidades específicas de los usuarios finales, como los operarios y el gerente de sostenibilidad.

También se elaboraron **historias de usuarios con criterios de aceptación y estimación**, lo cual ayudó a garantizar que cada entregable cumpliera con los requisitos definidos. Esto permitió optimizar el tiempo de desarrollo y asegurar que cada tarea fuera completada de acuerdo con los estándares establecidos.

Para una explicación más detallada sobre el ciclo PHVA, la identificación de los stakeholders, y las historias de usuarios con sus correspondientes criterios de aceptación y estimaciones, se visualiza en el **Anexo 12**, donde se proporciona un desglose completo de estas actividades y herramientas.

11.2.4. Lista de actividades priorizada (MoSCoW)

Como parte del proceso de gestión del proyecto, se utilizó el modelo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar), priorizado según la técnica MoSCoW (Must have, Should have, Could have, Won't have), para garantizar una adecuada organización y priorización de las actividades. En la fase de Planificación, se identificaron las tareas esenciales que "debían" realizarse (Must have). En la fase de Ejecución, se desarrollaron actividades que "deberían" realizarse (Should have) y en las fases de Verificación y Actuación, se priorizaron las actividades que "podrían" mejorarse (Could have).

Este enfoque permitió una mejor gestión de recursos y tiempos, asegurando que las actividades más relevantes tuvieran prioridad en cada fase del ciclo de mejora continua. Para una visión más detallada del listado de actividades priorizado en el modelo PHVA, consultar el **Anexo 13**.

11.2.5. Elementos clave de SCRUM

Product Backlog: El Product Backlog incluirá tareas como la implementación de estaciones de trabajo, la selección de materiales reciclables y la capacitación del personal, gestionadas por el Product Owner.

Sprint Backlog: Cada Sprint se enfocará en las fases específicas del reciclaje, como el desmantelamiento de pantallas y la optimización del proceso de reciclaje.

Incremento: El incremento puede manifestarse en varias áreas clave, como:

Optimización de la Separación de Componentes: Una fase completa del reciclaje en la que se mejoraron los métodos para separar los componentes reciclables, como vidrio, plástico y metales de las pantallas LED.

Mejora en la Capacitación del Personal: Desarrollo e implementación de un programa de capacitación optimizado que prepara al personal para manejar de manera segura y efectiva los procedimientos de reciclaje dentro de la planta ensambladora.

Eficiencia en la Gestión de Residuos Electrónicos: Implementación de mejoras en la gestión de los residuos electrónicos, asegurando que estos se manejen de manera más segura y conforme a las regulaciones ambientales.

Actualización de Estaciones de Trabajo: Optimización de las estaciones de trabajo dentro de la planta de reciclaje, haciéndolas más eficientes y seguras para el manejo de los componentes reciclables.

Cada incremento representa un avance concreto hacia la implementación completa del modelo de gestión sostenible, asegurando que cada etapa del proyecto esté lista para

ser integrada en la operación general de la empresa ensambladora.

11.2.6. Ciclo de desarrollo en SCRUM

Planificación del Sprint (Sprint Planning): Al inicio de cada Sprint, el equipo se reúne para planificar qué elementos del Product Backlog se van a completar en ese Sprint. Se definen los objetivos y se detallan las tareas necesarias, como la instalación de equipos de reciclaje o la capacitación del personal.

Sprint: Durante este periodo de trabajo, el equipo de desarrollo se enfoca en completar las tareas planificadas, como la implementación de una estación de desmantelamiento o la optimización del reciclaje de materiales.

Daily Scrum (Reunión Diaria): Reunión diaria de 15 minutos donde el equipo comparte los avances del día anterior, los planes para el día actual y cualquier impedimento que enfrenten. Esto garantiza la transparencia y permite al Scrum Máster intervenir rápidamente si es necesario.

Revisión del Sprint (Sprint Review): Al final del Sprint, el equipo muestra el trabajo completado al Product Owner y a otras partes interesadas para obtener feedback. En nuestro proyecto, esto incluye la evaluación de la eficiencia de un nuevo proceso de reciclaje implementado durante el Sprint.

Retrospectiva del Sprint (Sprint Retrospective): Después de la revisión, el equipo reflexiona sobre el Sprint para identificar mejoras en el proceso de trabajo y en la colaboración del equipo. Este paso es crucial para mejorar continuamente las prácticas de reciclaje y gestión de residuos.

11.2.7. **Sprint y plan de trabajo diario**

Se implementó una estrategia de trabajo basada en Sprints, siguiendo la metodología ágil Scrum. Cada Sprint ayudo a priorizar las tareas más relevantes del Product Backlog. Al inicio de cada Sprint, se llevó a cabo una planificación detallada para definir los objetivos específicos y las tareas a completar, asegurando que todas las actividades estuvieran alineadas con la visión del producto.

Adicionalmente, se estableció un plan de trabajo diario, que incluyó reuniones diarias de seguimiento (Daily Scrum) de 15 minutos, donde el equipo podría discutir los avances, identificaba bloqueos y ajustaba las tareas pendientes. Este enfoque de trabajo permitió una constante retroalimentación y adaptación, mejorando la eficiencia y el cumplimiento de los plazos establecidos. Para más detalles sobre los Sprints y la planificación diaria, consultar el **Anexo 14**.

11.2.8. **Beneficios de SCRUM para el proyecto**

Adaptabilidad: SCRUM permite ajustar rápidamente el rumbo del proyecto según los cambios en los requisitos o el feedback del cliente. Esto es vital en un proyecto donde la sostenibilidad y la normativa ambiental pueden cambiar.

Transparencia: Las reuniones diarias y las revisiones frecuentes proporcionan una alta visibilidad sobre el progreso del proyecto, lo que es crucial para la gestión eficaz de los recursos y tiempos en la empresa ensambladora.

Enfoque en el valor: El Product Owner prioriza el trabajo en función del valor que cada tarea aporta al negocio, asegurando que el esfuerzo del equipo se enfoque en las actividades que tienen un mayor impacto positivo en el proceso de reciclaje.

Mejora continua: La retrospectiva del Sprint fomenta la mejora continua, permitiendo al equipo ajustar sus métodos y enfoques para mejorar la eficiencia y eficacia del proyecto.

11.3. Inteligencia artificial

ChatGPT se convirtió en una herramienta clave para el seguimiento y la gestión de las tareas y actividades del equipo. Esta tecnología, basada en inteligencia artificial, proporcionó un soporte dinámico y flexible que se adaptó a las necesidades cambiantes del proyecto, ofreciendo múltiples funcionalidades que contribuyeron significativamente al éxito de este:

Asistencia en la Comunicación Interna: La comunicación interna es fundamental en cualquier proyecto, y ChatGPT facilitó esta interacción al permitir una coordinación más fluida y efectiva. A través de consultas rápidas y precisas, se puede resolver dudas, recibir sugerencias y obtener aclaraciones en tiempo real. Esta capacidad de interacción instantánea no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fomenta ambientes de trabajo colaborativo, donde las ideas podían ser compartidas y discutidas de manera abierta y productiva.

Seguimiento de Tareas: Una de las aplicaciones más destacadas de ChatGPT fue su uso para registrar y monitorear las tareas asignadas a cada miembro del equipo. Esta función permite controlar los plazos y el progreso de cada actividad, asegurando que todas las tareas se harían según el cronograma establecido. La capacidad de ChatGPT para encontrar y actualizar el estado de las tareas en tiempo real es crucial para evitar retrasos y garantizar que todos los miembros del equipo estén al tanto de cada una de sus responsabilidades y del progreso general del proyecto.

Optimización de Procesos: A lo largo del proyecto, ChatGPT también desempeñó un papel importante en la optimización de procesos. La herramienta fue utilizada para identificar áreas de mejora en la ejecución de actividades, sugiriendo métodos más eficientes y recursos alternativos cuando fue necesario. Esta capacidad de análisis y sugerencia permitió ajustar enfoques de manera proactiva, mejorando la calidad y velocidad de ejecución.

La inteligencia artificial de ChatGPT es capaz de analizar patrones y ofrecer recomendaciones que no solo mejoraron la eficiencia operativa, sino que también contribuyeron a la innovación dentro del proyecto.

11.3.1. Uso de Microsoft Planner para la Visualización y Planificación del Proyecto

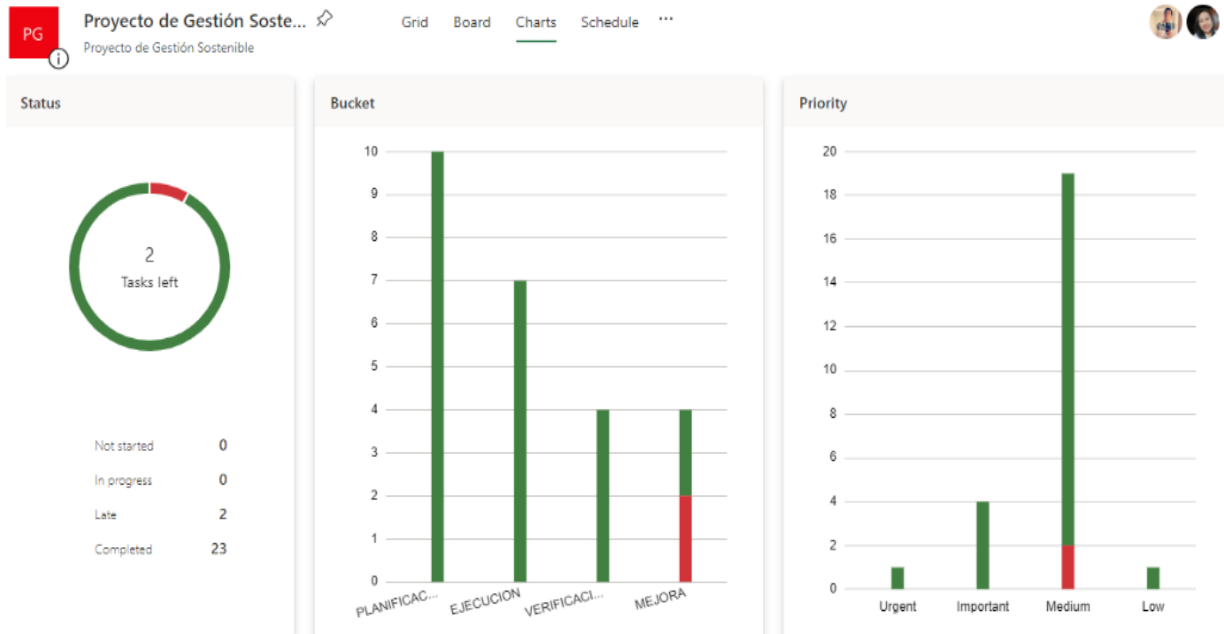
Microsoft Planner fue esencial para la planificación detallada y la visualización general del proyecto. Esta herramienta se utilizó para crear un marco de trabajo sólido que sirvió de guía a lo largo de toda la duración del proyecto, proporcionando una estructura clara y coherente que facilitó la toma de decisiones y la gestión de recursos.

Gestión del Cronograma: Una de las principales ventajas de Microsoft Planner fue su capacidad para gestionar el cronograma del proyecto de manera precisa y detallada. La herramienta permitió la creación de un cronograma en el que se establecieron claramente las tareas, sus dependencias, y las fechas de inicio y fin. Esta planificación detallada fue fundamental para coordinar las actividades del equipo y garantizar que el proyecto avanzara según lo previsto. Además, la herramienta permitió realizar ajustes en el cronograma de manera flexible, respondiendo a los cambios y desafíos que surgieron durante la ejecución del proyecto.

Asignación de Recursos: La asignación eficiente de recursos es un aspecto crítico en cualquier proyecto, y Microsoft Planner jugó un papel clave en este proceso. La herramienta ayudó a distribuir los recursos humanos y materiales de manera óptima, asegurando que cada tarea contara con los insumos necesarios para su ejecución en el tiempo planificado. Esta asignación estratégica de recursos no solo optimizó el uso del tiempo y el presupuesto del proyecto, sino que también garantizó que se minimizara el riesgo de cuellos de botella y retrasos.

Visualización y Reportes: Otra característica destacada de Microsoft Planner fue su capacidad para generar gráficos de Gantt y otros reportes visuales. Estos reportes proporcionaron una comprensión clara y actualizada del estado del proyecto en cualquier momento, lo que fue esencial para la toma de decisiones informadas y oportunas por parte del equipo de gestión. La visualización del progreso del proyecto a través de estos gráficos permitió a los responsables del proyecto identificar rápidamente cualquier desviación del plan original y tomar las medidas correctivas necesarias para mantener el proyecto en curso.

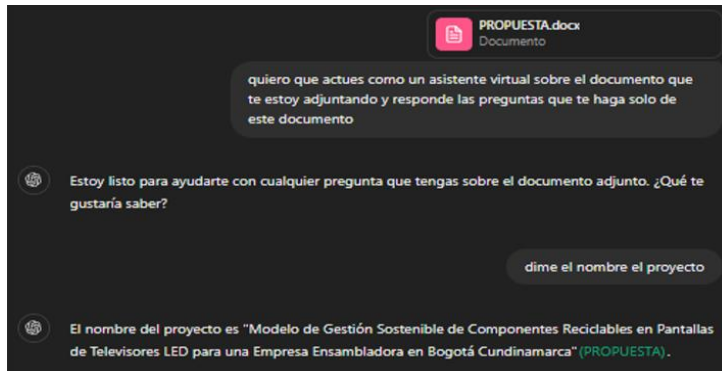
El ejemplo del siguiente tablero en Microsoft Planner ofrece una visión integral del estado del Proyecto, mostrando un avance sustancial con un 92% de las tareas completadas. No obstante, la presencia de 2 tareas retrasadas en la fase de mejora sugiere que se necesita una atención particular para resolver estos cuellos de botella y llevar el proyecto a una conclusión exitosa. Este tipo de visualización es fundamental para la gestión ágil de proyectos, permitiendo a los equipos identificar rápidamente áreas problemáticas y tomar decisiones informadas para mantener el proyecto en curso.



Fuente: Elaboración propia

11.3.2. ChatGPT como asistente virtual

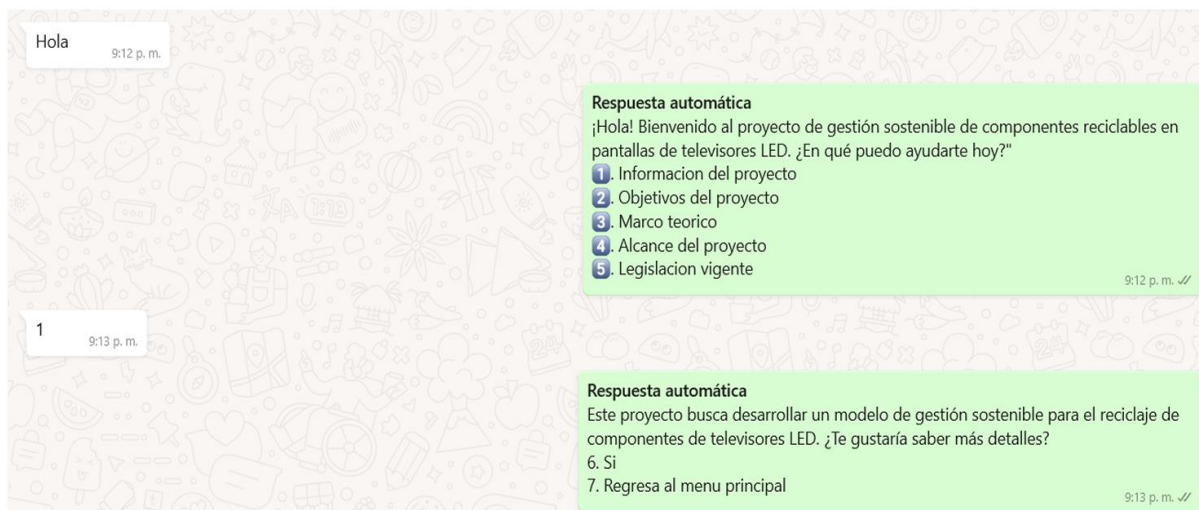
Durante el desarrollo del proyecto, se utilizó ChatGPT como un asistente virtual, lo que permitió optimizar la gestión de tareas y mejorar la eficiencia del equipo. Gracias a su capacidad de procesamiento de lenguaje natural, ChatGPT fue utilizado para generar ideas, organizar documentación y ofrecer soluciones rápidas a problemas técnicos y operativos. Además, facilitó la creación de documentos técnicos, ahorrando tiempo en la redacción y revisión. Su integración en el flujo de trabajo diario ayudó a reducir la carga administrativa del equipo, permitiendo que se centraran en actividades más estratégicas y críticas para el proyecto, cabe recalcar la importancia que se debe de dar un rol para que esta plataforma interprete lo que debe de hacer, así como se muestra en la siguiente imagen.



Fuente: Elaboración propia

11.3.3. Utilización de Chatbot

En el proyecto, se implementó un chatbot diseñado específicamente para responder consultas internas relacionadas con el mismo documento del proyecto. Este chatbot permite al equipo acceder de manera rápida y eficiente a información clave del documento completo. La herramienta automatiza las consultas frecuentes, optimizando el flujo de trabajo y facilitando el acceso inmediato a detalles importantes, lo que mejora la productividad y la toma de decisiones. Para más detalles sobre la implementación del chatbot, se puede visualizar el árbol de conversación creado en el **Anexo 15**.



Fuente: Elaboración propia

11.4. PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS:

11.4.1. Matriz de pesos de componentes

En este documento se presenta la matriz de pesos de componentes por pulgada, un formulario detallado que ha sido diseñado para capturar información crucial sobre los distintos elementos de productos electrónicos y electrodomésticos. La matriz incluye datos relevantes como el código del componente, su descripción, tipo de producto, estado físico, origen, unidades recibidas y el peso unitario en gramos y toneladas, entre otros. Esta herramienta facilita la gestión eficiente del inventario y el análisis del impacto ambiental. Para obtener una visión más detallada sobre el desarrollo y la metodología aplicada en este formulario ver el **Anexo 16**.

11.4.2. Proceso de desmontaje del televisor

La Guía de Componentes Reciclables y No Reciclables para televisores LED es una herramienta fundamental para la gestión sostenible de residuos electrónicos. Esta guía proporciona un análisis detallado del proceso de desarmado de televisores, clasificando meticulosamente los componentes en reciclables y no reciclables. A través de esta guía, se identifican los diferentes materiales presentes en los dispositivos, como plásticos, metales y otros elementos que pueden ser recuperados y reutilizados o que requieren una gestión especial para evitar impactos ambientales negativos. Además, se describen las herramientas y procedimientos empleados para llevar a cabo el desarmado de manera segura y eficiente. Para una comprensión más profunda de los métodos y técnicas aplicadas, se recomienda consultar el **Anexo 17**, que ofrece información adicional y ejemplos prácticos relacionados con el reciclaje de estos componentes.

11.4.3. Cantidad mano de obra por volumen

La gestión eficiente de los recursos humanos es crucial para garantizar el éxito en el proceso de desmontaje de televisores. La siguiente matriz presenta la planificación del personal requerido para el manejo de diferentes volúmenes de televisores, expresados en kilogramos (kg). Este desglose permite visualizar claramente las necesidades operativas en función del peso total de los televisores a procesar.

En la matriz, se especifica el número de personas necesarias en cada rol, incluyendo el Supervisor de Desmontaje, Operarios Generales, Aprendices Universitarios, Aprendices del SENA y el Encargado de Logística y Almacenamiento. Además, se detalla la capacidad de trabajo diaria de cada tipo de personal, permitiendo una adecuada distribución y asignación de tareas, ya que está evaluado que en los procesos internos un operario puede realizar el desmontaje y clasificación de los residuos de un televisor en 15 minutos promedio en un turno de 8 horas lo que indica que pueden hacer este proceso 32 televisores de 6kg en una jornada laboral. Para mayores detalles puede visualizar la matriz de mano de obra que se encuentra en el **Anexo 18**.

12. ANALISIS

En la propuesta, los resultados aplicables demuestran la viabilidad y solidez del proyecto al abordar los problemas planteados y resaltar los beneficios generados. Entre estos resultados, el acta de constitución del proyecto justifica una estructura clara y organizada, definiendo roles, recursos y riesgos desde el inicio, lo cual destaca la capacidad de coordinación del proyecto. La estimación del alcance muestra una planificación detallada para evitar desviaciones de los objetivos, subrayando que el proyecto está alineado con los objetivos estratégicos. La visión del producto comunica

claramente el objetivo final, permitiendo a los stakeholders visualizar los beneficios del modelo de reciclaje sostenible propuesto. La estimación de costos refuerza la viabilidad económica al demostrar una estimación realista de los costos y un presupuesto adecuado.

En cuanto al desarrollo del proyecto, los resultados incluyen la estimación del tiempo, esencial para cumplir con los plazos previstos mediante una gestión eficiente del cronograma; la estructura de desglose del trabajo (EDT), que facilita el seguimiento del progreso y la gestión de entregables; los roles principales en Scrum, que aseguran una colaboración ágil y efectiva durante los sprints; la planificación y ejecución de sprints, que permite la entrega continua de valor mediante iteraciones cortas y ajustables; y la optimización de recursos mediante IA, que asegura una gestión eficiente de los recursos al automatizar tareas y optimizar el proceso de reciclaje.

Cabe mencionar que, al ser una propuesta, no se profundiza en los costos de mano de obra, ya que estos varían según el personal requerido. Sin embargo, se desarrolla la estimación de costos, el cual incluye ciertos factores esenciales para el desarrollo del proyecto. Todos estos resultados se presentan como entregables realizados durante el desarrollo del proyecto, garantizando que se cumplan los objetivos de manera efectiva.

13. CONCLUSIONES

Este proyecto se beneficia de una planificación sólida y detallada, implementando la metodología PMI para asegurar una estructura clara y bien organizada en cada fase del proyecto, lo que garantiza que este sea ejecutado dentro de los plazos y presupuesto asignados, minimizando riesgos.

Gracias a la metodología Scrum, el proyecto puede adaptarse fácilmente a los cambios en las necesidades del cliente o las condiciones del entorno. Los sprints iterativos aseguran una mejora continua en la entrega de valor y permiten ajustes rápidos en la planificación.

El uso de IA en el proyecto mejora significativamente la gestión de recursos, automatizando tareas repetitivas. Esto no solo reduce los costos operativos, sino que también incrementa la eficiencia y la capacidad de tomar decisiones informadas en tiempo real.

El proyecto aporta directamente a la sostenibilidad ambiental mediante la implementación de un sistema de reciclaje eficiente de pantallas LED, maximizando la recuperación de materiales y minimizando la generación de residuos peligrosos lo que refuerza el enfoque hacia la economía circular.

La implementación del chatbot refuerza el compromiso del proyecto con la tecnología avanzada y la automatización, mejorando tanto la eficiencia operativa como la capacidad para gestionar consultas internas relacionadas con el reciclaje de componentes ya que reduce el tiempo que los empleados dedican a buscar información, optimizando la toma de decisiones y aumentando la productividad general del proyecto.

El proyecto ha identificado y abordado una problemática clave relacionada con la gestión deficiente de los residuos electrónicos, específicamente los componentes reciclables de pantallas LED, lo que genera un impacto ambiental negativo debido a la falta de procesos adecuados de reciclaje. La implementación de un modelo de gestión sostenible, que integra metodologías tradicionales, ágiles e inteligencia artificial, responde directamente a esta problemática al mejorar la eficiencia en la recuperación de materiales valiosos, minimizar el riesgo de contaminación y garantizar el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes en Colombia. La solución propuesta no solo atiende los aspectos técnicos del reciclaje, sino que también optimiza el uso de recursos y asegura la sostenibilidad económica y ambiental del proceso, contribuyendo al avance hacia una economía circular.

14. BIBLIOGRAFIA

Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2017). *The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, Flows, and Resources*. United Nations University, International Telecommunication Union, International Solid Waste Association.

Carroll, A. B., & Shabana, K. M. (2010). The business case for corporate social responsibility: A review of concepts, research and practice. *International Journal of Management Reviews*, 12(1), 85–105.

Congreso de la República de Colombia. (1998). Ley 430 de 1998. Diario Oficial No. 43.320. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=554>

Congreso de la República de Colombia. (2013). Ley 1672 de 2013. Diario Oficial No.48.865. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=53927>

Cui, J., & Zhang, L. (2008). Metallurgical recovery of metals from electronic waste: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 158(2-3), 228-256. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.02.001>

Cucchiella, F., D'Adamo, I., Koh, S. C. L., & Rosa, P. (2015). Recycling of WEEE: An economic assessment of present and future e-waste streams. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 263-272. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.010>

Dekker, R., Fleischmann, M., Inderfurth, K., & van Wassenhove, L. N. (2013). *Reverse logistics: Quantitative models for closed-loop supply chains*. Springer Science & Business Media.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023). Estadísticas del reciclaje electrónico en Colombia. Bogotá, Colombia: DANE.

Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, Flows, and the Circular Economy Potential. United Nations University, United Nations Institute for Training and Research, International Telecommunication Union, International Solid Waste Association.

Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA. (2024). Identidad Institucional. Recuperado de <https://www.uniagraria.edu.co>

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Guide, V. D. R., & Van Wassenhove, L. N. (2009). The evolution of closed-loop supply chain research. *Operations Research*, 57(1), 10-18. <https://doi.org/10.1287/opre.1080.0628>

Hagelüken, C. (2006). Recycling of electronic scrap at Umicore's integrated metals smelter and refinery. *World of Metallurgy - ERZMETALL*, 59(3), 152-161. <https://doi.org/10.1007/s11837-008-0109-7>

Heacock, M., Kelly, C. B., Asante, K. A., Birnbaum, L. S., Bergman, Å. L., Bruné, M. N., & Suk, W. A. (2018). E-waste and harm to vulnerable populations: A growing global problem. *Environmental Health Perspectives*, 124(5), 550-555.

Huang, J., Nkrumah, P. N., Anim, D. O., & Mensah, E. (2019). Effects of e-waste recycling on human health: Accra, Ghana. *Environmental Pollution Review*, 23(1), 19-34.

Huisman, J. (2003). The QWERTY/EE concept: Quantifying recyclability and eco-efficiency for end-of-life treatment of consumer electronic products (PhD Thesis). Delft University of Technology

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2021). Normas Técnicas Colombianas relacionadas con la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). <https://www.icontec.org/normas/>

International Institute for Industrial Environmental Economics. (2000). Dissertations 2000:2. International Institute for Industrial Environmental Economics.

Kang, H. Y., & Schoenung, J. M. (2005). Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options. *Resources, Conservation and Recycling*, 45(4), 368-400. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2005.06.001>

Lindhqvist, T. (2000). Extended producer responsibility in cleaner production: Policy principle to promote environmental improvements of product systems. The International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund University.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Colombia. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2010). Resolución 1511 de 2010. Diario Oficial No. 47.792.

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/9c4-res1511de2010.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2017). Resolución 1514 de 2017. Diario Oficial.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2018). Resolución 1407 de 2018. Diario Oficial.

Nnorom, I. C., & Osibanjo, O. (2008). Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(6), 843-858. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.01.004>

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2012). Directiva 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Diario Oficial de la Unión Europea, L 197/38. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32012L0019>

Presidencia de la República de Colombia. (2013). Decreto 2981 de 2013 por el cual se reglamenta la recolección y disposición de residuos sólidos en el territorio colombiano. Diario Oficial.

Presidencia de la República de Colombia. (2018). Decreto 284 de 2018, por el cual se reglamenta la Ley 1672 de 2013 sobre la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Diario Oficial No. 50.489. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=84812>

Puckett, J., Byster, L., Westervelt, S., Gutierrez, R., & Davis, S. (2002). Exporting Harm: The High-tech Trashing of Asia. Basel Action Network and Silicon Valley Toxics Coalition.

Schweitzer, M., Boeni, H., & Steubing, B. (2019). Comparative life cycle assessment of LED lighting products. *Environmental Impact Assessment Review*, 76, 113-122. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.01.002>

Secretaría del Convenio de Basilea. (1989). Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación. Naciones Unidas. <https://www.basel.int/TheConvention/Overview/tabid/1271/Default.aspx>

Serrador, P., & Pinto, J. K. (2015). Does Agile work? A quantitative analysis of agile project success. *International Journal of Project Management*, 33(5), 1040-1051. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.006>

Wang, F., Kuehr, R., Ahlquist, D., & Li, J. (2016). E-waste management in China: Status, challenges, and future perspectives. *Journal of Environmental Management*, 90, 208-221. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.08.012>

Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M., & Böni, H. (2005). Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review*, 25(5), 436-458. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2005.04.001>

Zeng, X., Mathews, J. A., & Li, J. (2018). Urban mining of e-waste is becoming more cost-effective than virgin mining. *Environmental Science & Technology*, 52(8), 4831-4839. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b049>



ANEXOS

Anexo 1



ACTA DE CONSTITUCION DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO		
Modelo de gestión sostenible de componentes reciclables en pantallas de televisores led para una empresa ensambladora en Bogotá, Cundinamarca		
NOMBRE DEL PROGRAMA		
Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecatrónica		
JUSTIFICACION		
El proyecto "Modelo de Gestión Sostenible de Componentes Reciclables en Pantallas de Televisores LED" para una empresa en Bogotá busca abordar la problemática de los residuos electrónicos en Colombia, promoviendo la economía circular y la reducción de residuos peligrosos. Al reciclar componentes de televisores LED, se minimiza el impacto ambiental y se conservan recursos naturales, alineándose con la sostenibilidad. Además, el proyecto impulsa la eficiencia económica, la innovación y la creación de empleos verdes, beneficiando a la comunidad local y reforzando el compromiso de la Universidad Agraria de Colombia (UNIAGRARIA) con la sustentabilidad, el emprendimiento y el desarrollo regional.		
DIRECTORES DEL PROYECTO		FECHA INICIO
Luis Andrés Álvarez Salguero Jacqueline Gutierrez Peña		10 Junio 2024
		FECHA FINALIZACION
		28 Agosto 2024
PROBLEMATICA		
¿Podría un modelo de gestión sostenible en una empresa ensambladora de televisores LED en Bogotá, facilitar la reutilización de materiales y la reducción de residuos electrónicos de pantallas LED, mediante la integración de metodologías tradicionales, ágiles y herramientas de inteligencia artificial para optimizar el reciclaje de componentes?		
DEPARTAMENTO		CIUDAD
Cundinamarca		Bogotá
OBJETIVO GENERAL		OBJETIVO ESPECIFICO # 1
Desarrollar una propuesta de proyecto que integre metodologías tradicionales, ágiles y herramientas de inteligencia artificial para optimizar la planificación, ejecución y control del reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED en una empresa ensambladora de televisores en Bogotá.		Establecer un marco de gestión basado en la metodología PMI para estructurar los procesos globales del proyecto, abarcando las fases de iniciación, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.
		OBJETIVO ESPECIFICO # 2
		Aplicar el marco de trabajo Scrum para gestionar de manera ágil el desarrollo iterativo e incremental de los entregables del proyecto, promoviendo la flexibilidad y la adaptabilidad del equipo.
		OBJETIVO ESPECIFICO # 3
		Integrar herramientas de inteligencia artificial para mejorar la toma de decisiones, la predicción de riesgos y la optimización de recursos durante las fases de planificación, ejecución y control del proyecto.
ALCANCE		
La investigación se centrará en desarrollar un modelo de gestión sostenible para el reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED en una empresa en Bogotá. Esto incluye el diseño de procesos eficientes de desmontaje y clasificación, la promoción de prácticas sostenibles, y la colaboración con empresas especializadas para la disposición adecuada de residuos electrónicos, como las tarjetas electrónicas. Se emplearán tecnologías avanzadas y métricas de desempeño ambiental y económico. Además, se reciclarán televisores con fallos provenientes de otros países y aquellos con fallos técnicos no viables para devolución, optimizando la gestión de recursos y reduciendo residuos electrónicos.		
CRONOGRAMA Y PRINCIPALES HITOS		
Actividad	Fecha inicio	Fecha fin
Definición de objetivos y alcance	12/06/2024	14/06/2024
Identificación de recursos necesarios	17/06/2024	19/06/2024
Aprobación del proyecto	20/06/2024	21/06/2024
Formación del equipo de trabajo	24/06/2024	26/06/2024
Desarrollo del plan del proyecto	27/06/2024	28/06/2024
Establecimiento del cronograma	1/07/2024	3/07/2024
Presupuesto del proyecto	4/07/2024	5/07/2024
Plan de recursos	8/07/2024	10/07/2024
Identificación de riesgos	11/07/2024	12/07/2024
Estrategia de comunicación	15/07/2024	17/07/2024

CRONOGRAMA Y PRINCIPALES HITOS		
Actividad	Fecha inicio	Fecha fin
Identificación de stakeholders	18/07/2024	19/07/2024
Historias de usuarios	22/07/2024	23/07/2024
Criterios de aceptación y estimación	24/07/2024	25/07/2024
Listado de actividades modelo PHVA (MoSCoW)	26/07/2024	26/07/2024
Implementación de herramientas digitales	29/07/2024	30/07/2024
Diseño detallado de procedimientos	2/08/2024	2/08/2024
Automatización y chatbots	5/08/2024	7/08/2024
Revisión y ajustes finales	8/08/2024	13/08/2024
Preparación de la entrega final	14/08/2024	21/08/2024
Presentación final de la propuesta	22/08/2024	28/08/2024
RECURSOS	SKATEHOLDERS	
<ul style="list-style-type: none"> Recursos humanos Recursos materiales Recursos financieros Recursos tecnológicos Recursos documentales 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente del Proyecto Equipo Técnico Personal de Capacitación Stakeholders Empresas de Reciclaje Financieros Proveedor de Equipos Equipo de Riesgos Legal Comunicación y Marketing Equipo Técnico Financiero 	
PRESUPUESTO	ROLES Y RESPONSABILIDADES	
Presupuesto asignado de 150.000.000 pesos colombianos para equipos, formación, operación diaria, investigación y desarrollo.	<ul style="list-style-type: none"> Gerente de Proyecto: Responsable de la planificación, ejecución y control del proyecto, así como de la coordinación con los gerentes funcionales y la resolución de conflictos. Gerentes Funcionales: Proporcionan recursos y apoyo técnico, supervisan el desempeño de los empleados y aseguran la continuidad de las operaciones. Equipo de Proyecto: Aportan experiencia técnica y funcional, completan las tareas asignadas y reportan avances y problemas. Patrocinador del Proyecto: Proporciona apoyo estratégico, asegura la disponibilidad de recursos y toma decisiones críticas. 	
ENTREGABLES	RIESGOS	
<ul style="list-style-type: none"> Acta de constitución del proyecto Estimación del alcance Estimación del tiempo Estimación de costos Estructura de desglose del trabajo (EDT) Matriz de identificación y análisis de stakeholders Plan de gestión de riesgos Plan de gestión de calidad Matriz de comunicaciones Visión del producto Roles principales de Scrum Ciclo PHVA e historias de usuario Lista de actividades priorizada (MoSCoW) Sprint y plan de trabajo diario Árbol de conversación 	<ul style="list-style-type: none"> Regulación Ambiental Cambiante Falta de Proveedores de Componentes Reciclables Deficiencia en la Tecnología de Reciclaje Baja Adopción del Modelo por Empresas Ensambladoras Problemas de Logística y Distribución Falta de Capacitación del Personal Impacto Ambiental de Residuos No Reciclables Costos Inesperados Variabilidad en el Precio de los Materiales Reciclables Falta de Financiación Comunicación Ineficaz con las Partes Interesadas Desacuerdo entre los Socios del Proyecto Retrasos en la Implementación del Proyecto Problemas en la Integración del Sistema Cumplimiento con Normas Internacionales Sanciones por Incumplimiento Seguridad de los Empleados Seguridad de la Información Cambios en la Demanda de Productos Reciclados Competencia en el Mercado de Reciclaje 	
FIRMAS DE APROBACION		
PATROCINADOR Carlos Bazzani	GERENTE DEL PROYECTO Luis Álvarez Salguero	GERENTE DEL PROYECTO Jacqueline Gutierrez Peña



Anexo 2

ESTIMACIÓN DEL ALCANCE



Estimación de Alcance			
Nivel	Código	Elemento	Descripción
1	1	Iniciación del Proyecto	
2	1.1	Definición de objetivos y alcance	Reuniones con stakeholders para definir los objetivos y el alcance del proyecto
2	1.2	Identificación de recursos necesarios	Análisis y listado de recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos necesarios
2	1.3	Aprobación del proyecto	Preparación y obtención de aprobación del documento de iniciación del proyecto
2	1.4	Formación del equipo de proyecto	Selección y asignación de roles y responsabilidades a los miembros del equipo de proyecto
1	2	Planificación del Proyecto	
2	2.1	Desarrollo del plan del proyecto	Definición detallada de tareas, cronograma y plan de recursos del proyecto
2	2.2	Establecimiento del cronograma	Elaboración del cronograma del proyecto, incluyendo fechas clave y hitos
2	2.3	Presupuesto del proyecto	Estimación detallada de los costos del proyecto y aprobación del presupuesto
2	2.4	Plan de recursos	Planificación y asignación de recursos a las diferentes tareas del proyecto
2	2.5	Identificación de riesgos	Identificación, evaluación y priorización de posibles riesgos del proyecto
2	2.6	Estrategia de comunicación	Definición de canales y frecuencia de comunicación
1	3	Ejecución del Proyecto	
2	3.1	Implementación de estaciones de reciclaje	
3	3.1.1	Adquisición de equipos y herramientas	Identificación y compra de equipos necesarios para el reciclaje
3	3.1.2	Instalación de estaciones de reciclaje	Configuración e instalación de estaciones de reciclaje
2	3.2	Capacitación del personal	
3	3.2.1	Diseño de programas de formación	Desarrollo de contenidos formativos para la capacitación
3	3.2.2	Realización de talleres y seminarios	Ejecución de sesiones de capacitación
2	3.3	Desmantelamiento y separación	
3	3.3.1	Proceso de desmantelamiento de pantallas	Desmontaje de pantallas LED
3	3.3.2	Clasificación de componentes reciclables	Separación de materiales reciclables
2	3.4	Gestión de residuos	
3	3.4.1	Identificación de empresas de reciclaje	Selección de empresas colaboradoras para la gestión de residuos electrónicos
3	3.4.2	Transporte de residuos electrónicos	Coordinación del transporte de residuos electrónicos

Estimación de Alcance			
Nivel	Código	Elemento	Descripción
1	4	Monitoreo y Control del Proyecto	
2	4.1	Seguimiento del progreso	
3	4.1.1	Reuniones de seguimiento	Reuniones regulares con el equipo de proyecto para seguimiento del progreso
3	4.1.2	Informes de progreso	Elaboración de informes periódicos de progreso
2	4.2	Control de calidad	
3	4.2.1	Auditorías de calidad	Inspección de procesos y productos para asegurar la calidad
3	4.2.2	Evaluación de la eficiencia del reciclaje	Medición de la tasa de recuperación de materiales reciclables
2	4.3	Gestión de riesgos	
3	4.3.1	Actualización del registro de riesgos	Revisión y actualización continua del registro de riesgos
3	4.3.2	Implementación de planes de mitigación	Ejecución de estrategias de mitigación de riesgos
2	4.4	Control de costos	
3	4.4.1	Monitoreo del presupuesto	Seguimiento de gastos y costos del proyecto
3	4.4.2	Informes financieros	Preparación de informes de estado financiero
1	5	Cierre del Proyecto	
2	5.1	Evaluación de resultados	
3	5.1.1	Comparación con objetivos iniciales	Análisis de resultados vs. objetivos iniciales
3	5.1.2	Informe final del proyecto	Elaboración del informe final del proyecto
2	5.2	Documentación de lecciones aprendidas	
3	5.2.1	Revisión de procesos y resultados	Evaluación de lo que funcionó y lo que no
3	5.2.2	Registro de lecciones aprendidas	Documentación de lecciones clave
2	5.3	Cierre de contratos	
3	5.3.1	Revisión y cierre de contratos	Cierre de todos los acuerdos contractuales
3	5.3.2	Informe de cierre de contratos	Documentación del cierre de contratos
2	5.4	Presentación de resultados	
3	5.4.1	Preparación de la presentación final	Desarrollo de la presentación final del proyecto
3	5.4.2	Presentación a partes interesadas	Presentación de resultados a stakeholders



Anexo 3

Estimacion de Tiempo								
Código	Código Actividad	Actividad	Duración	Comienzo	Fin	Suces	Prede	Recursos
1.1	A1	Definición de objetivos y alcance	3 días	10/06/2024	12/06/2024	A2	-	Equipo de gestión de proyectos
1.2	A2	Identificación de recursos necesarios	2 días	13/06/2024	14/06/2024	A3	A1	Equipo de gestión de proyectos
1.3	A3	Aprobación del proyecto	2 días	15/06/2024	16/06/2024	A4	A2	Patrocinador, Gerente del Proyecto
1.4	A4	Formación del equipo de proyecto	2 días	17/06/2024	18/06/2024	A5	A3	Gerente del Proyecto
2.1	A5	Desarrollo del plan del proyecto	3 días	19/06/2024	21/06/2024	A6	A4	Equipo de gestión de proyectos
2.2	A6	Establecimiento del cronograma	2 días	22/06/2024	23/06/2024	A7	A5	Gerente del Proyecto
2.3	A7	Presupuesto del proyecto	2 días	24/06/2024	25/06/2024	A8	A6	Equipo de finanzas
2.4	A8	Plan de recursos	2 días	26/06/2024	27/06/2024	A9	A7	Gerente del Proyecto
2.5	A9	Identificación de riesgos	2 días	28/06/2024	29/06/2024	A10	A8	Equipo de gestión de riesgos
2.6	A10	Estrategia de comunicación	2 días	30/06/2024	1/07/2024	A11	A9	Gerente de Comunicaciones
3.1	A11	Implementación de estaciones de reciclaje	5 días	2/07/2024	6/07/2024	A12	A10	Equipo técnico
3.2	A12	Capacitación del personal	3 días	7/07/2024	9/07/2024	A13	A11	Equipo de formación
3.3	A13	Desmantelamiento y separación	6 días	10/07/2024	15/07/2024	A14	A12	Técnicos en reciclaje
3.4	A14	Gestión de residuos	3 días	16/07/2024	18/07/2024	A15	A13	Empresas de transporte
3.5	A15	Materiales de concienciación	4 días	19/07/2024	22/07/2024	A16	A14	Equipo de diseño
4.1	A16	Seguimiento del progreso	3 días	23/07/2024	25/07/2024	A17	A15	Equipo de gestión de proyectos
4.2	A17	Evaluación de resultados	2 días	26/07/2024	27/07/2024	A18	A16	Equipo de evaluación
5.1	A18	Documentación de lecciones aprendidas	2 días	28/07/2024	29/07/2024	A19	A17	Equipo de gestión de proyectos
5.2	A19	Presentación de resultados	1 día	30/07/2024	30/07/2024	-	A18	Equipo de presentación



Anexo 4

ESTIMACIÓN DE COSTOS



Código WBS	Recurso	Estimación de Costos										
		Costo directo			Costo indirecto			Costo total	Metodología	Supuestos	Inf. adicional	
		Cantidad	Valor unitario	Total	Cantidad	Valor unitario	Total					
1.1	Equipo de gestión de proyectos	5 días	\$ 300.000	\$ 1.500.000	1	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 1.550.000	Paramétrico	Disponibilidad del equipo	-	
1.1	Reuniones de arranque	2 sesiones	\$ 100.000	\$ 200.000	-	\$ -	\$ -	\$ 200.000	Paramétrico	Coordinación con stakeholders	-	
1.2	Analista de recursos	3 días	\$ 200.000	\$ 600.000	-	\$ -	\$ -	\$ 600.000	Paramétrico	Acceso a datos necesarios	-	
1.2	Herramientas de análisis (software)	1 licencia	\$ 500.000	\$ 500.000	1	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 900.000	Paramétrico	Mantenimiento de software y hardware	-	
1.2	Reuniones de análisis	2 sesiones	\$ 100.000	\$ 200.000	-	\$ -	\$ -	\$ 200.000	Paramétrico	Coordinación con equipo de análisis	-	
1.2	Capacitación en inteligencia artificial	10 unidades	\$ 50.000	\$ 500.000	-	\$ -	\$ -	\$ 500.000	Paramétrico	Disponibilidad de personal para capacitación	Mejora de habilidades en IA para el equipo	
1.2	Materiales para la implementación de IA	5 unidades	\$ 200.000	\$ 1.000.000	-	\$ -	\$ -	\$ 1.000.000	Paramétrico	Integración con sistemas existentes	Implementación de herramientas de IA	
2.1	Equipo de planificación	7 días	\$ 350.000	\$ 2.450.000	1	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 2.500.000	Paramétrico	Coordinación con equipos	-	
2.1	Consultor de procesos	5 días	\$ 400.000	\$ 2.000.000	-	\$ -	\$ -	\$ 2.000.000	Paramétrico	-	-	
2.1	Documentación del plan	5 unidades	\$ 50.000	\$ 250.000	-	\$ -	\$ -	\$ 250.000	Paramétrico	-	-	
2.2	Especialista en gestión de riesgos	4 días	\$ 250.000	\$ 1.000.000	-	\$ -	\$ -	\$ 1.000.000	Paramétrico	Identificación de riesgos	-	
2.2	Herramientas de análisis de riesgos	1 licencia	\$ 600.000	\$ 600.000	1	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 1.000.000	Paramétrico	Mantenimiento de software y hardware	-	
2.2	Documentación de riesgos	5 unidades	\$ 50.000	\$ 250.000	-	\$ -	\$ -	\$ 250.000	Paramétrico	-	-	
2.2	Especialista en sostenibilidad	5 días	\$ 350.000	\$ 1.750.000	-	\$ -	\$ -	\$ 1.750.000	Paramétrico	Disponibilidad del personal	Asegurar la sostenibilidad del proyecto	
2.2	Consultor en normativas ambientales	3 días	\$ 400.000	\$ 1.200.000	-	\$ -	\$ -	\$ 1.200.000	Paramétrico	Cumplimiento de normativas vigentes	Evaluación de cumplimiento normativo	
2.2	Ingeniero en automatización	7 días	\$ 450.000	\$ 3.150.000	-	\$ -	\$ -	\$ 3.150.000	Paramétrico	Coordinación con el equipo técnico	Integración de sistemas de automatización	
2.2	Auditoría de sostenibilidad	4 días	\$ 300.000	\$ 1.200.000	-	\$ -	\$ -	\$ 1.200.000	Paramétrico	Disponibilidad de auditores	Revisión de sostenibilidad a lo largo del proyecto	
2.2	Ingeniero de reciclaje especializado	6 días	\$ 380.000	\$ 2.280.000	-	\$ -	\$ -	\$ 2.280.000	Paramétrico	Experiencia en reciclaje de electrónicos	Mejora en la eficiencia del proceso de reciclaje	
2.2	Consultor en economía circular	4 días	\$ 400.000	\$ 1.600.000	-	\$ -	\$ -	\$ 1.600.000	Paramétrico	Asesoría en diseño de estrategias	Promover la economía circular en el reciclaje	
3.1	Ingeniero de cadena de suministro	10 días	\$ 400.000	\$ 4.000.000	1	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 4.050.000	Paramétrico	Integración con proveedores	-	
3.1	Técnico en logística	8 días	\$ 250.000	\$ 2.000.000	-	\$ -	\$ -	\$ 2.000.000	Paramétrico	-	-	
3.1	Software de gestión de cadena de suministro	1 licencia	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	1	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 1.400.000	Paramétrico	Mantenimiento de software y hardware	-	
3.1	Infraestructura (almacén y transporte)	10 días	\$ 500.000	\$ 5.000.000	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000	\$ 6.500.000	Paramétrico	-	-	
3.1	Herramientas de simulación	1 licencia	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	-	\$ -	\$ -	\$ 1.200.000	Paramétrico	Actualización del software	Simulación de procesos de reciclaje	
3.1	Reuniones de revisión técnica	3 sesiones	\$ 120.000	\$ 360.000	-	\$ -	\$ -	\$ 360.000	Paramétrico	Coordinación con expertos técnicos	Análisis y evaluación de avances técnicos	
3.2	Entrenador	5 días	\$ 150.000	\$ 750.000	-	\$ -	\$ -	\$ 750.000	Paramétrico	Disponibilidad del personal	-	
3.2	Material de capacitación	20 unidades	\$ 20.000	\$ 400.000	-	\$ -	\$ -	\$ 400.000	Paramétrico	-	-	
3.2	Alquiler de sala de capacitación	5 días	\$ 100.000	\$ 500.000	-	\$ -	\$ -	\$ 500.000	Paramétrico	-	-	
4.1	Gerente de proyectos	8 días	\$ 350.000	\$ 2.800.000	1	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 2.850.000	Paramétrico	Reportes periódicos	-	
4.1	Herramientas de monitoreo	1 licencia	\$ 800.000	\$ 800.000	1	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 1.200.000	Paramétrico	Mantenimiento de software y hardware	-	
4.1	Reuniones de seguimiento	4 sesiones	\$ 100.000	\$ 400.000	-	\$ -	\$ -	\$ 400.000	Paramétrico	Coordinación con stakeholders	-	
4.2	Infraestructura de almacenamiento adicional	5 días	\$ 600.000	\$ 3.000.000	-	\$ -	\$ -	\$ 3.000.000	Paramétrico	Espacio adicional para reciclaje	Ampliación del almacenamiento temporal para componentes	
5.1	Auditor de calidad	4 días	\$ 300.000	\$ 1.200.000	1	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 1.250.000	Paramétrico	Evaluación final	-	
5.1	Reportes y documentación	10 unidades	\$ 50.000	\$ 500.000	-	\$ -	\$ -	\$ 500.000	Paramétrico	-	-	
5.1	Reunión de cierre	1 sesión	\$ 100.000	\$ 100.000	-	\$ -	\$ -	\$ 100.000	Paramétrico	Coordinación con stakeholders	-	

Anexo 5

ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDT)



Modelo de gestión sostenible de componentes reciclables en pantallas de televisores led para una empresa ensambladora en Bogotá, Cundinamarca





Anexo 6

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE SKATEHOLDERS



Interesado	Análisis de interesados						Matriz de poder (interés)		
	Identificarlos								
	Roles	Área	Intereses	Conocimiento	Expectativa	Influencia	Poder	Interés	Estrategia
Gerente del Proyecto	Coordinador	Gestión de Proyectos	Lograr objetivos del proyecto	Alto	Coordinación eficiente	Alta	Mucho poder	Mucho interés	Gestionar de Cerca
	¿Como podrían reaccionar o influir sobre el proyecto?								
	Proveer liderazgo y dirección estratégica, influir en la toma de decisiones críticas, garantizar el alineamiento con los objetivos del proyecto.								
Equipo Técnico	Implementador	Técnico	Ejecución técnica efectiva	Alto	Recursos y apoyo adecuado	Media	Poco poder	Mucho interés	Mantener Informado
	¿Como podrían reaccionar o influir sobre el proyecto?								
	Implementar las tareas técnicas del proyecto, influir en la calidad y eficiencia de las soluciones técnicas, asegurar la ejecución conforme a los requisitos.								
Personal de Capacitación	Capacitador	Capacitación	Formación efectiva del personal	Medio	Compromiso del personal capacitado	Media	Poco poder	Mucho interés	Mantener Informado
	¿Como podrían reaccionar o influir sobre el proyecto?								
	Desarrollar y ejecutar programas de capacitación, influir en la preparación y desempeño del personal, garantizar que el equipo esté adecuadamente capacitado.								
Stakeholders	Patrocinador	Dirección	Rentabilidad y sostenibilidad del proyecto	Medio	Información regular y detallada	Alta	Mucho poder	Mucho interés	Gestionar de Cerca
	¿Como podrían reaccionar o influir sobre el proyecto?								
	Proveer financiamiento y recursos, influir en la dirección estratégica del proyecto, demandar informes regulares sobre el progreso y resultados.								
Empresas de Reciclaje	Socio	Logística	Coordinación y colaboración	Medio	Provisión de materiales y soporte	Media	Poco poder	Poco interés	Mínimo Esfuerzo
	¿Como podrían reaccionar o influir sobre el proyecto?								
	Proveer servicios de reciclaje, influir en la logística y eficiencia del reciclaje, colaborar en el cumplimiento de objetivos de sostenibilidad.								
Financieros	Controlador de Finanzas	Finanzas	Control de costos y rentabilidad	Alto	Transparencia y precisión financiera	Alta	Mucho poder	Mucho interés	Gestionar de Cerca
	¿Como podrían reaccionar o influir sobre el proyecto?								
	Supervisar el presupuesto y los gastos, influir en la asignación de recursos financieros, garantizar la viabilidad económica del proyecto.								
Proveedor de Equipos	Proveedor	Suministro	Continuidad del suministro	Medio	Relaciones contractuales claras	Baja	Mucho poder	Poco interés	Mantener Satisfecho
	¿Como podrían reaccionar o influir sobre el proyecto?								
	Suministrar equipos y materiales necesarios, influir en la disponibilidad y calidad de los suministros, asegurar la continuidad del suministro.								
Equipo de Riesgos	Analista de Riesgos	Gestión de Riesgos	Identificación y mitigación de riesgos	Alto	Evaluación continua de riesgos	Media	Poco poder	Poco interés	Mínimo Esfuerzo
	¿Como podrían reaccionar o influir sobre el proyecto?								
	Identificar y mitigar riesgos, influir en la planificación y gestión de riesgos, prevenir y minimizar el impacto de los riesgos en el proyecto.								
Legal	Asesor Legal	Legal	Cumplimiento legal del proyecto	Alto	Cumplimiento normativo y legal	Media	Mucho poder	Poco interés	Mantener Satisfecho
	¿Como podrían reaccionar o influir sobre el proyecto?								
	Asesorar en cuestiones legales y normativas, influir en el cumplimiento de leyes y regulaciones, evitar problemas legales y normativos.								
Comunicación y Marketing	Comunicador	Marketing	Difusión y aceptación del proyecto	Medio	Información precisa y oportuna	Media	Poco poder	Mucho interés	Mantener Informado
	¿Como podrían reaccionar o influir sobre el proyecto?								
	Difundir información sobre el proyecto, influir en la percepción pública y aceptación del proyecto, mantener informados a los interesados.								
Equipo Técnico Financiero	Analista Financiero	Finanzas	Descuentos y beneficios fiscales	Alto	Maximización de beneficios fiscales	Alta	Mucho poder	Mucho interés	Gestionar de Cerca
	¿Como podrían reaccionar o influir sobre el proyecto?								
	Gestionar los beneficios fiscales y descuentos, influir en la optimización de los incentivos financieros, maximizar los ahorros y beneficios fiscales.								



Anexo 7

MATRIZ DE RIESGOS



Risk Identification		Qualitative Rating				Risk Response		
Risk	Risk Category	Probability	Impact	Risk Score	Risk Ranking	Risk Response	Trigger	Risk Owner
Regulación Ambiental Cambiante	Legal/Regulatorio	9	8	72	High	Monitorear cambios en regulaciones y ajustar procesos.	Anuncio de nueva legislación o regulaciones.	Responsable de Cumplimiento Normativo
Falta de Proveedores de Componentes Reciclables	Proveedores/Supply Chain	6	8	48	Medium	Diversificar proveedores y mantener un inventario de emergencia.	Incapacidad para adquirir materiales reciclables.	Gerente de Compras
Deficiencia en la Tecnología de Reciclaje	Tecnológico	7	8	56	Medium	Invertir en investigación y desarrollo y mantener tecnología actualizada.	Fallo en la tecnología de reciclaje.	Jefe de Tecnología
Baja Adopción del Modelo por Empresas Ensambladoras	Comercial/Operacional	5	7	35	Medium	Implementar campañas de sensibilización y proporcionar incentivos.	Resistencia de las empresas a adoptar el modelo.	Director de Marketing
Problemas de Logística y Distribución	Logístico	4	8	32	Medium	Optimizar procesos logísticos y establecer acuerdos con socios confiables.	Retrasos en la distribución o problemas en la cadena de suministro.	Coordinador Logístico
Falta de Capacitación del Personal	Recursos Humanos	6	6	36	Medium	Desarrollar programas de formación continua.	Insuficiencia en habilidades del personal para la implementación.	Director de Recursos Humanos
Impacto Ambiental de Residuos No Reciclables	Ambiental	3	7	21	Low	Realizar auditorías ambientales y ajustar el proceso de reciclaje.	Identificación de residuos no reciclables en el proceso.	Especialista en Medio Ambiente
Costos Inesperados	Financiero	6	6	36	Medium	Establecer un fondo de contingencia y revisar presupuestos regularmente.	Superación del presupuesto asignado.	Jefe Financiero
Variabilidad en el Precio de los Materiales Reciclables	Financiero	5	6	30	Medium	Establecer acuerdos de precios fijos y monitorear el mercado.	Fluctuaciones significativas en los precios de los materiales reciclables.	Jefe Financiero
Falta de Financiación	Financiero	7	8	56	Medium	Buscar múltiples fuentes de financiación y mantener reservas.	Incapacidad para asegurar la financiación necesaria.	Director de Finanzas
Comunicación Ineficaz con las Partes Interesadas	Comunicación	5	6	30	Medium	Desarrollar un plan de comunicación claro y regular.	Falta de actualización o malentendidos con las partes interesadas.	Coordinador de Comunicación
Desacuerdo entre los Socios del Proyecto	Comunicación	3	8	24	Low	Establecer acuerdos claros y mantener una comunicación abierta.	Conflictos no resueltos entre socios.	Jefe de Proyecto
Retrasos en la Implementación del Proyecto	Operacional	6	6	36	Medium	Desarrollar un cronograma detallado y gestionar recursos eficientemente.	Desviaciones significativas del cronograma planificado.	Jefe de Proyecto
Problemas en la Integración del Sistema	Tecnológico	5	6	30	Medium	Realizar pruebas exhaustivas e integrar sistemas gradualmente.	Fallos durante la integración del sistema.	Jefe de Tecnología
Cumplimiento con Normas Internacionales	Legal/Regulatorio	6	6	36	Medium	Asegurar el cumplimiento con normas internacionales mediante auditorías.	Requerimientos normativos internacionales no cumplidos.	Responsable de Cumplimiento Normativo
Sanciones por Incumplimiento	Legal/Regulatorio	4	8	32	Medium	Mantenerse actualizado con regulaciones y realizar auditorías internas.	Recepción de sanciones o multas por incumplimiento.	Responsable de Cumplimiento Normativo
Seguridad de los Empleados	Seguridad	3	8	24	Low	Implementar medidas de seguridad y proporcionar capacitación adecuada.	Accidentes o incidentes de seguridad en el lugar de trabajo.	Jefe de Seguridad
Seguridad de la Información	Seguridad	2	6	12	Low	Implementar políticas de seguridad de la información y formación.	Brechas de seguridad o pérdida de datos.	Responsable de IT
Cambios en la Demanda de Productos Reciclados	Mercado	6	6	36	Medium	Realizar estudios de mercado y ajustar la estrategia según la demanda.	Cambios inesperados en la demanda del mercado.	Director de Marketing
Competencia en el Mercado de Reciclaje	Mercado	6	6	36	Medium	Diferenciar el producto y mejorar continuamente los procesos.	Entrada de nuevos competidores en el mercado.	Director de Marketing

Anexo 8

Modelo de Gestión Sostenible de Componentes Reciclables en Pantallas de Televisores LED

Plan de Calidad del Proyecto:

1. Introducción El plan de calidad tiene como objetivo asegurar que el proyecto cumpla con los estándares y expectativas de calidad establecidos. Este documento describe las políticas, procedimientos y responsabilidades para garantizar la calidad durante todas las fases del proyecto.

2. Objetivos del Plan de Calidad

- Identificar y gestionar los riesgos de calidad.
- Mejorar continuamente los procesos y métodos de trabajo.
- Establecer criterios de aceptación claros y verificables para todos los entregables.

3. Estándares de Calidad

- Normas ISO 9001:2015 para la gestión de la calidad.
- Estándares de la industria de reciclaje de residuos electrónicos.
- Regulaciones ambientales colombianas, incluidas las normas establecidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

4. Políticas de Calidad

- Compromiso con la mejora continua.

Implementar programas de capacitación continua, realizar revisiones periódicas de los procesos, y fomentar una cultura de retroalimentación constructiva.

- Cumplimiento estricto de las normativas legales y reguladoras.

Mantenerse actualizado con las regulaciones vigentes, realizar auditorías de cumplimiento, y documentar todas las actividades de conformidad regulatoria.

- Transparencia y comunicación efectiva con todas las partes interesadas.

Establecer canales de comunicación claros, realizar reuniones regulares de actualización, y mantener una documentación detallada y accesible de todas las actividades del proyecto.

5. Procedimientos de Calidad

Planificación de la Calidad:

- Definir los requisitos de calidad y criterios de aceptación para cada entregable del proyecto.
- Elaborar un cronograma de auditorías y revisiones de calidad en el proceso productivo.

Aseguramiento de la Calidad:

- Realizar revisiones periódicas de los procesos y productos para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad.
- Documentar todas las actividades de aseguramiento de la calidad.

Control de Calidad:

- Inspeccionar y verificar cada entregable antes de su aceptación.
- Implementar un sistema de gestión de incidencias para registrar, evaluar y resolver problemas de calidad.

6. Roles y Responsabilidades

Gerente de Calidad:

- Responsable de la implementación y supervisión del plan de calidad.
- Coordina las auditorías de calidad y asegura el cumplimiento de los estándares.

Equipo de Proyecto:

- Cumplir con las políticas y procedimientos de calidad establecidos.
- Participar activamente en las revisiones y auditorías de calidad.

Consultores Externos:

- Proveer asesoría y soporte en la implementación de las mejores prácticas de calidad.
- Realizar auditorías independientes según sea necesario.

7. Criterios de Aceptación

Entregables del Proyecto:

- Todos los entregables deben cumplir con los requisitos especificados y estar libres de defectos.
- Los entregables deben ser revisados y aprobados por el gerente de calidad antes de su entrega al cliente.

Procesos:

- Los procesos deben ser eficientes y efectivos, cumpliendo con los estándares de calidad definidos.
- Se deben documentar todas las desviaciones y acciones correctivas.

8. Gestión de Riesgos de Calidad**Identificación de Riesgos:**

- Realizar una evaluación inicial de los riesgos.
- Actualizar regularmente el registro de riesgos.

Análisis y Planificación:

- Evaluar el impacto y la probabilidad de cada riesgo.
- Desarrollar planes de mitigación y contingencia.

Monitoreo y Control:

- Realizar seguimientos continuos de los riesgos de calidad.
- Implementar acciones correctivas cuando sea necesario.

9. Mejora Continua**Revisiones Periódicas:**

- Realizar revisiones de calidad periódicas para identificar áreas de mejora.

Capacitación y Desarrollo:

- Proveer capacitación continua al equipo de proyecto sobre mejores prácticas de calidad.

Feedback y Retroalimentación:

- Recoger y analizar feedback de todas las partes interesadas para mejorar los procesos y productos del proyecto.

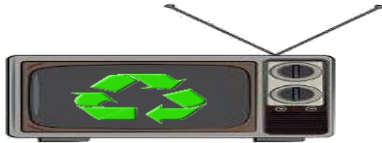
10. Documentación

- Mantener registros detallados de todas las actividades de calidad, incluyendo auditorías, revisiones, inspecciones y acciones correctivas.
- Asegurar que toda la documentación de calidad esté accesible para todas las partes interesadas relevantes.

11. Cronograma de Actividades de Calidad

Mes	Semana	Actividad
1	1	Definir requisitos de calidad y criterios de aceptación.
	2	Desarrollar el cronograma de auditorías de calidad.
	3	Capacitación inicial en políticas y procedimientos de calidad.
	4	Primera auditoría de calidad del proyecto.
2	1	Revisión y actualización del registro de riesgos de calidad.
	2	Inspección de entregables iniciales.
	3	Implementación de mejoras basadas en los resultados de la auditoría.
	4	Segunda auditoría de calidad del proyecto.
3	1	Revisión de procesos y documentación de calidad.
	2	Capacitación continua del equipo en mejores prácticas de calidad.
	3	Tercera auditoría de calidad del proyecto.
	4	Revisión final y cierre de actividades de calidad.

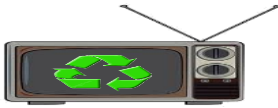
Anexo 9



MATRIZ DE COMUNICACIONES



Matriz de comunicaciones							
Interesado	Identificación	Quien comunica	Cuando lo comunica	A quien se comunica	Como lo comunica	Comunicación	
						Interna	Externa
Gerente del Proyecto	Estado del Proyecto	Gerente del Proyecto	Semanal	Equipo del Proyecto	Reunión Presencial/Virtual	Interna	
Equipo Técnico	Avance de Implementación	Jefe de Equipo Técnico	Diario	Gerente del Proyecto	Email/Informe Diario	Interna	
Personal de Capacitación	Resultados de Capacitación	Coordinador de Capacitación	Semanal	Gerente del Proyecto	Informe Semanal/Presentación	Interna	
Stakeholders	Progreso General	Gerente del Proyecto	Mensual	Stakeholders	Informe Mensual/Newsletter		Externa
Empresas de Reciclaje	Necesidades y Coordinación	Coordinador de Logística	Quincenal	Empresas de Reciclaje	Email/Teleconferencia		Externa
Financieros	Estado Financiero	Responsable de Finanzas	Mensual	Gerente del Proyecto/Stakeholders	Informe Financiero/Reporte	Interna	Externa
Proveedor de Equipos	Estado de Suministro	Encargado de Compras	Mensual	Proveedor de Equipos	Email/Llamada		Externa
Equipo de Riesgos	Identificación de Riesgos	Coordinador de Riesgos	Mensual	Gerente del Proyecto	Informe de Riesgos	Interna	
Legal	Cierre de Contratos	Responsable Legal	Al finalizar fases del proyecto	Gerente del Proyecto	Email/Informe	Interna	
Comunicación y Marketing	Resultados de Comunicación	Responsable de Marketing	Mensual	Gerente del Proyecto/Stakeholders	Informe Mensual/Presentación	Interna	Externa
Equipo Técnico Financiero	Descuentos y beneficios fiscales por reciclaje	Responsable de Finanzas	Trimestral	Gerente del Proyecto/Financieros	Informe Trimestral/Email	Interna	Externa

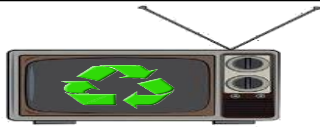


Anexo 10

VISIÓN DEL PRODUCTO



Visión del producto	
Nombre del producto	Modelo de gestión sostenible de componentes reciclables en pantallas de televisores led para una empresa ensambladora en Bogotá, Cundinamarca
Descripción concisa del producto	El proyecto se centra en el desarrollo de un modelo sostenible para el reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED, con énfasis en la reutilización de materiales valiosos y la reducción de residuos electrónicos. El producto final será un sistema implementado en una empresa ensambladora, que optimiza el proceso de reciclaje, asegurando el cumplimiento de normativas ambientales y promoviendo prácticas sostenibles.
Límites del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Incluye: <ul style="list-style-type: none"> • Procesos de desmantelamiento de pantallas implementando estaciones de trabajo en la planta ensambladora en Bogotá, Cundinamarca. • Reciclaje de componentes de vidrio, plásticos y metales.(selección de materiales) • Capacitación del personal. • Gestión de residuos electrónicos de manera segura. • No Incluye: <ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje de tarjetas electrónicas (que se delegarán a otras empresas). • Distribución de materiales reciclados. • Investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de reciclaje.
Lista de partes interesadas	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente del Proyecto • Equipo Técnico • Personal de Capacitación • Stakeholders (inversionistas y patrocinadores) • Empresas de Reciclaje asociadas • Equipo Financieros • Proveedor de Equipos • Equipo de Riesgos • Equipo Legal • Comunicación y Marketing • Equipo Técnico Financiero
Usuarios o clientes definidos	<ul style="list-style-type: none"> • Empresa ensambladora en Bogotá, Cundinamarca • Personal de la planta de reciclaje • Clientes interesados en productos reciclados • Comunidades locales beneficiadas por la reducción de residuos electrónicos
Declaración de valor del producto	El producto aportará valor a la empresa ensambladora en Bogotá, Cundinamarca al optimizar sus procesos de reciclaje, reducir costos asociados a la gestión de residuos y cumplir con las normativas ambientales. Mientras que las partes interesadas verán incrementada su reputación y responsabilidad social corporativa.



Anexo 11

ROLES EN SCRUM



Roles principales en Scrum					
Rol	Profesión	Porque esta profesión	Descripción breve de cada rol	Aplicación específica de del equipo	Reflexiones sobre los de cada rol
Product Owner	Ingeniero Industrial o Ingeniero Mecatrónico con especialización en gestión de proyectos y sostenibilidad.	Queremos que sean ingenieros industriales o mecánicos porque tienen la capacidad de equilibrar necesidades técnicas y de gestión, optimizar procesos y aplicar principios de sostenibilidad, cruciales para el desarrollo de un "Modelo de gestión sostenible de componentes reciclables en pantallas de televisores LED".	El Product Owner del proyecto es quien define y prioriza las funcionalidades y requerimientos del proyecto, asegurando que se alineen con las necesidades del negocio y los intereses de las partes interesadas.	En el contexto del proyecto de reciclaje, el Product Owner se asegurará de que las prácticas sostenibles sean priorizadas y de que los objetivos del proyecto se cumplan de manera eficiente y efectiva. Su conocimiento en optimización de procesos y sistemas técnicos garantiza una planificación efectiva.	El Product Owner deberá enfrentar desafíos relacionados con la coordinación de múltiples partes interesadas y la gestión de expectativas. Aprenderá a balancear los objetivos de sostenibilidad con las limitaciones prácticas y presupuestarias. Su formación en ingeniería permite decisiones informadas y adaptación rápida a cambios en los requisitos.
Scrum Master	Ingeniero Mecatrónico o Ingeniero Industrial con certificación en Scrum Master.	Necesitamos ingenieros mecánicos o industriales porque comprenden tanto los aspectos técnicos como los operativos del proyecto, lo que les permite facilitar el proceso Scrum eficazmente, resolver problemas técnicos y mantener el enfoque en los objetivos del sprint.	El Scrum Master es responsable de facilitar el proceso de Scrum, asegurando que el equipo de desarrollo siga las prácticas y principios de Scrum y ayudando a remover impedimentos que puedan obstaculizar el progreso del equipo.	El Scrum Master guiará al equipo de reciclaje a través de iteraciones de trabajo, asegurando que se mantengan enfocados en los objetivos del sprint y ayudando a resolver cualquier bloqueo que surja. Su comprensión de los sistemas integrados y procesos industriales facilita la resolución de problemas técnicos y operativos.	Los desafíos incluyen mantener la cohesión y motivación del equipo, especialmente en un proyecto con implicaciones ambientales. El aprendizaje clave será cómo adaptar Scrum a un contexto de reciclaje y gestión de residuos. Su formación en ingeniería ayuda a traducir necesidades técnicas y gestionar obstáculos de manera efectiva.
Equipo de Desarrollo	Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecatrónico	Los ingenieros industriales y mecánicos tienen la formación técnica y habilidades necesarias para desarrollar soluciones innovadoras, optimizar procesos y gestionar la sostenibilidad del proyecto, asegurando su éxito.	El equipo de desarrollo está compuesto por los miembros que llevarán a cabo las tareas del proyecto. En este caso, incluye un ingeniero industrial y un ingeniero mecánico con habilidades en sostenibilidad y medio ambiente.	Cada miembro del equipo aportará su experiencia técnica específica para asegurar que el proyecto se realice de manera efectiva. El ingeniero mecánico desarrollará soluciones tecnológicas para el desmantelamiento y separación de componentes, mientras que el ingeniero industrial optimizará los procesos y la gestión de recursos.	Los principales desafíos incluirán la gestión de la diversidad de habilidades y la coordinación de tareas complejas en un marco de tiempo limitado. El equipo aprenderá a trabajar de manera colaborativa y a aplicar sus conocimientos en un contexto práctico.

Anexo 12

Modelo de gestión sostenible de componentes reciclables en pantallas de televisores LED para una empresa ensambladora en la ciudad de Bogotá

- Luis Andrés Álvarez Salguero
 - Jacqueline Gutierrez Peña
-

Listado de actividades en modelo PHVA:

Para garantizar la mejora continua y la eficiencia en nuestros procesos, implementamos el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Este enfoque sistemático nos permite identificar áreas de mejora, ejecutar planes de acción, evaluar resultados y realizar ajustes necesarios para optimizar el rendimiento. A continuación, se presentan las actividades específicas que se llevarán a cabo en cada una de las fases del ciclo PHVA:

Fase de Planificación

1. Definir los objetivos del proyecto.
2. Identificar y asignar roles y responsabilidades del equipo.
3. Desarrollar un plan de gestión del alcance.
4. Crear el plan de gestión de los riesgos.
5. Establecer un cronograma detallado del proyecto.
6. Desarrollar el presupuesto del proyecto.
7. Elaborar el plan de gestión de las comunicaciones.
8. Realizar una reunión de inicio del proyecto.
9. Identificar y analizar a las partes interesadas.
10. Establecer criterios de éxito y métricas del proyecto.

Fase de Ejecución

11. Implementar el proceso de desmontaje de pantallas.
12. Coordinar las actividades diarias del equipo de reciclaje.
13. Desarrollar procedimientos para la clasificación de componentes.
14. Realizar reuniones diarias de seguimiento (Daily Scrum).
15. Documentar el progreso diario de las actividades.
16. Gestionar la adquisición de herramientas y equipos necesarios.
17. Coordinar la logística para la disposición de componentes no reciclables.
18. Implementar el proceso de reutilización de materiales reciclados.
19. Supervisar y ajustar el cronograma según sea necesario.
20. Mantener actualizada la documentación del proyecto.

Fase de verificación

21. Analizar y comparar informes de progreso con los objetivos establecidos del reciclaje de pantallas LED.
22. Evaluar procesos internos mediante auditorías para asegurar cumplimiento y eficiencia en reciclaje de componentes.
23. Asegurar que la documentación refleje correctamente los procedimientos y resultados del reciclaje.
24. Realizar inspecciones para verificar la calidad y eficacia del proceso de reciclaje.
25. Analizar el desempeño del equipo de reciclaje y planificar capacitaciones necesarias.
26. Evaluar y ajustar el plan de riesgos para mitigar nuevos riesgos emergentes.
27. Monitorear el progreso del proyecto contra el cronograma y abordar cualquier retraso.
28. Evaluar el gasto del proyecto frente al presupuesto y sugerir correcciones necesarias.
29. Encuestar a las partes interesadas para medir su satisfacción y obtener feedback.
30. Crear informes que resuman los resultados de la verificación y sugerir mejoras.

Fase de mejora

31. Planificar y ejecutar medidas correctivas derivadas de la fase de verificación.
32. Ofrecer formación específica al equipo para cubrir áreas de mejora identificadas.
33. Optimizar métodos de reciclaje para aumentar la eficiencia y eficacia del proceso.

34. Actualizar documentos del proyecto para reflejar mejoras y ajustes realizados.
35. Refinar el plan de comunicación para asegurar información fluida y oportuna.
36. Aplicar nuevas técnicas para asegurar la alta calidad de los componentes reciclados.
37. Mantener el plan de riesgos al día, incorporando nuevos riesgos y estrategias.
38. Mejorar la infraestructura del reciclaje para manejar mayor volumen y ser más eficiente.
39. Utilizar el feedback de las partes interesadas para realizar ajustes necesarios.
40. Crear un informe final detallando las mejoras y su impacto en el proyecto.

Identificación de stakeholders:

Para asegurar el éxito de nuestro proyecto y garantizar que todas las partes interesadas sean consideradas, hemos llevado a cabo una identificación exhaustiva de stakeholders. Esta identificación nos permite entender las expectativas, necesidades e influencias de cada uno de los stakeholders, facilitando así una comunicación efectiva y una gestión adecuada de sus intereses. A continuación, se presenta la lista de stakeholders identificados:

- CEO de la Empresa Ensambladora
- Gerente de Proyectos de Sostenibilidad
- Jefe del Equipo de Reciclaje
- Consultor de Gestión Ambiental
- Funcionario de la Autoridad Ambiental
- Representante de organización no gubernamental Ambiental
- Inversionista de Proyectos Sostenibles
- Líder Comunitario Local
- Gerente de reciclaje
- Coordinador de sostenibilidad
- Coordinador de producción

Historia de usuarios:

Para garantizar que nuestras soluciones cumplan con las expectativas y necesidades de los usuarios, hemos recopilado historias de usuario detalladas. Estas historias proporcionan una visión clara de los requisitos y funcionalidades desde la perspectiva del usuario final, permitiéndonos diseñar y desarrollar con precisión. A continuación, se presentan las historias de usuario que guiarán nuestro proceso de desarrollo:

Título de la Historia de Usuario del Stakeholder	Yo como (Tipo de Usuario)	Quiero (Objetivo)	Para (Beneficio)
Aprobación del proyecto	Yo como CEO de la Empresa Ensambladora	Quiero Aprobar y supervisar el proyecto de reciclaje	Para Asegurar la sostenibilidad y el cumplimiento de objetivos estratégicos
Planificación y ejecución del proyecto	Yo como Gerente de Proyectos de Sostenibilidad	Quiero Planificar y ejecutar el proyecto	Para Cumplir con los objetivos de sostenibilidad y mejorar la eficiencia
Supervisión de las tareas de reciclaje	Yo como Jefe del Equipo de Reciclaje	Quiero Supervisar las tareas diarias de reciclaje	Para Asegurar la calidad y seguridad en el proceso de reciclaje
Técnicas de reciclaje	Yo como Director de Investigación y desarrollo	Quiero Desarrollar y optimizar técnicas de reciclaje	Para Mejorar la eficiencia y efectividad del reciclaje
Prácticas de reciclaje sostenible	Yo como Consultor de Gestión Ambiental	Quiero Asesorar en prácticas de reciclaje sostenibles	Para Cumplir con normativas y reducir el impacto ambiental

Cumplimiento de regulaciones	Yo como Funcionario de la Autoridad Ambiental	Quiero Monitorear el cumplimiento de regulaciones	Para Garantizar el cumplimiento de las leyes ambientales
Sensibilización pública	Yo como Representante de organización no gubernamental Ambiental	Quiero Colaborar en la sensibilización pública	Para Promover la importancia del reciclaje adecuado
Financiación	Yo como Inversionista de Proyectos Sostenibles	Quiero Financiar el proyecto	Para Obtener un retorno de inversión en términos de impacto ambiental y económico
Información social	Yo como Líder Comunitario Local	Quiero Ser informado sobre las actividades del proyecto	Para Asegurar que el proyecto tiene un impacto positivo en la comunidad
Sistema de clasificación de componentes	Yo como gerente de reciclaje	Quiero un sistema automatizado que clasifique los componentes reciclables de las pantallas LED	Para optimizar el proceso de separación y aumentar la eficiencia del reciclaje
Seguimiento de materiales reciclados	Yo como Coordinador de sostenibilidad	Quiero un sistema de seguimiento para los componentes reciclados de las pantallas	Para cumplir la normatividad ambiental y dar transparencia al proceso
Proceso desensamblaje	Yo como Coordinador de producción	Quiero un sistema optimizado en el proceso de desensamblaje de las pantallas	Para reducir tiempos de proceso y eficiencia

Historias de usuarios + criterios de aceptación + estimación:

Para asegurar que nuestras soluciones sean efectivas y alineadas con las necesidades de los usuarios, hemos desarrollado historias de usuario detalladas, acompañadas de criterios de aceptación y estimaciones. Estas historias describen los requisitos desde la perspectiva del usuario final, los criterios de aceptación definen las condiciones que deben cumplirse para considerar la historia como completa, y las estimaciones nos ayudan a planificar y gestionar el tiempo y los recursos necesarios para su implementación. A continuación, se presentan las historias de usuario, junto con sus respectivos criterios de aceptación y estimaciones:

Objetivo: Crear y gestionar la planificación, ejecución y monitoreo eficiente de las actividades de reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED, para alcanzar los objetivos de sostenibilidad y eficiencia del proyecto.

Título de la Historia de Usuario del Stakeholder	Yo como (Tipo de Usuario)	Quiero (Objetivo)	Para (Beneficio)	Criterios de aceptación	Desglose de tareas y estimación
Aprobación del proyecto	Yo como CEO de la Empresa Ensambladora	Quiero Aprobar y supervisar el proyecto de reciclaje	Para Asegurar la sostenibilidad y el cumplimiento de objetivos estratégicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El CEO debe aprobar el plan de proyecto detallado. 2. El CEO debe recibir un informe mensual del progreso del proyecto. 3. El proyecto debe alinearse con los objetivos estratégicos de la empresa. 4. El CEO debe estar satisfecho con las métricas de sostenibilidad y retorno de inversión. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar el plan de proyecto detallado (4 puntos) 2. Programar y llevar a cabo una reunión de aprobación con el CEO (1 punto) 3. Preparar informes mensuales de progreso (2 puntos/mes) 4. Realizar reuniones de revisión mensual (0.5 puntos/mes) 5. Pruebas y ajustes finales (2 puntos)

Planificación y ejecución del proyecto	Yo como Gerente de Proyectos de Sostenibilidad	Quiero Planificar y ejecutar el proyecto	Para Cumplir con los objetivos de sostenibilidad y mejorar la eficiencia	<ol style="list-style-type: none"> 1. El plan de proyecto debe incluir objetivos claros y medibles. 2. El plan debe ser aprobado por el comité de sostenibilidad. 3. El plan debe contener un cronograma detallado y un presupuesto. 4. Las metodologías PMI y Scrum deben estar claramente integradas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir los objetivos del proyecto (2 puntos) 2. Desarrollar el cronograma detallado (4 puntos) 3. Desarrollar el presupuesto del proyecto (2 puntos) 4. Integrar metodologías PMI y Scrum en el plan (6 puntos) 5. Obtener la aprobación del comité de sostenibilidad (1 punto) 6. Pruebas y ajustes finales (2 puntos)
Supervisión de las tareas de reciclaje	Yo como Jefe del Equipo de Reciclaje	Quiero Supervisar las tareas diarias de reciclaje	Para Asegurar la calidad y seguridad en el proceso de reciclaje	<ol style="list-style-type: none"> 1. Todos los procedimientos de reciclaje deben ser seguidos conforme a los estándares. 2. Los materiales valiosos deben ser recuperados eficientemente. 3. Los residuos peligrosos deben ser manejados adecuadamente. 4. El equipo debe recibir capacitación adecuada. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Supervisar el proceso diario de reciclaje (2 puntos/día) 2. Implementar y monitorear procedimientos de clasificación (4 puntos) 3. Coordinar la capacitación del equipo (2 puntos) 4. Realizar inspecciones semanales (1 punto/semana) 5. Pruebas y ajustes finales (2 puntos)
Prácticas de reciclaje sostenible	Yo como Consultor de Gestión Ambiental	Quiero Asesorar en prácticas de reciclaje sostenibles	Para Cumplir con normativas y reducir el impacto ambiental	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las prácticas de reciclaje deben cumplir con las normativas ambientales. 2. Las recomendaciones deben ser implementadas y revisadas regularmente. 3. Los informes de asesoría deben ser detallados y entregados a tiempo. 4. La implementación de recomendaciones debe resultar en la mejora de métricas ambientales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar una evaluación inicial de prácticas de reciclaje (4 puntos) 2. Desarrollar un informe con recomendaciones (6 puntos) 3. Supervisar la implementación de recomendaciones (2 puntos/semana) 4. Realizar revisiones periódicas y ajustar estrategias (4 puntos/mes) 5. Pruebas y ajustes finales (2 puntos)

Anexo 13

Modelo de gestión sostenible de componentes reciclables en pantallas de televisores LED para una empresa ensambladora en la ciudad de Bogotá

- Luis Andrés Álvarez Salguero
- Jacqueline Gutierrez Peña

Listado de actividades en modelo PHVA priorizado (MoSCoW):

La tabla proporciona un desglose de actividades críticas para el proyecto de gestión sostenible de reciclaje de componentes de pantallas de televisores LED en una empresa ensambladora de televisores en Bogotá, priorizadas según el método MoSCoW. Organizadas en cuatro fases: Planificación, Ejecución, Verificación y Mejora, estas actividades son clave para asegurar el cumplimiento eficiente de objetivos y la optimización del proceso de reciclaje.

# Actividad	Actividad	Prioridad MoSCoW
Fase de Planificación		
1	Definir los objetivos del proyecto.	Must have
2	Identificar y asignar roles y responsabilidades del equipo.	Must have
3	Desarrollar un plan de gestión del alcance.	Must have
4	Crear el plan de gestión de los riesgos.	Must have
5	Establecer un cronograma detallado del proyecto.	Must have
6	Desarrollar el presupuesto del proyecto.	Must have
7	Elaborar el plan de gestión de las comunicaciones.	Should have
8	Realizar una reunión de inicio del proyecto.	Should have
9	Identificar y analizar a las partes interesadas.	Should have
10	Establecer criterios de éxito y métricas del proyecto.	Could have
Fase de Ejecución		
11	Implementar el proceso de desmontaje de pantallas.	Must have
12	Coordinar las actividades diarias del equipo de reciclaje.	Must have
13	Desarrollar procedimientos para la clasificación de componentes.	Must have
14	Realizar reuniones diarias de seguimiento (Daily Scrum).	Should have
15	Documentar el progreso diario de las actividades.	Should have
16	Gestionar la adquisición de herramientas y equipos necesarios.	Should have
17	Coordinar la logística para la disposición de componentes no reciclables.	Should have
18	Implementar el proceso de reutilización de materiales reciclados.	Should have
19	Supervisar y ajustar el cronograma según sea necesario.	Could have
20	Mantener actualizada la documentación del proyecto.	Could have
Fase de Verificación		
21	Analizar y comparar informes de progreso con los objetivos establecidos.	Must have
22	Evaluar procesos internos mediante auditorías para asegurar cumplimiento y eficiencia.	Must have
23	Asegurar que la documentación refleje correctamente los procedimientos y resultados.	Should have
24	Realizar inspecciones para verificar la calidad y eficacia del proceso.	Should have
25	Analizar el desempeño del equipo de reciclaje y planificar capacitaciones necesarias.	Should have
26	Evaluar y ajustar el plan de riesgos para mitigar nuevos riesgos emergentes.	Could have
27	Monitorear el progreso del proyecto contra el cronograma y abordar cualquier retraso.	Could have
28	Evaluar el gasto del proyecto frente al presupuesto y sugerir correcciones necesarias.	Could have
29	Encuestar a las partes interesadas para medir su satisfacción y obtener feedback.	Could have

30	Crear informes que resuman los resultados de la verificación y sugerir mejoras.	Could have
Fase de Mejora		
31	Planificar y ejecutar medidas correctivas derivadas de la fase de verificación.	Must have
32	Ofrecer formación específica al equipo para cubrir áreas de mejora identificadas.	Must have
33	Optimizar métodos de reciclaje para aumentar la eficiencia y eficacia del proceso.	Should have
34	Actualizar documentos del proyecto para reflejar mejoras y ajustes realizados.	Should have
35	Refinar el plan de comunicación para asegurar información fluida y oportuna.	Should have
36	Aplicar nuevas técnicas para asegurar la alta calidad de los componentes reciclados.	Could have
37	Mantener el plan de riesgos al día, incorporando nuevos riesgos y estrategias.	Could have
38	Mejorar la infraestructura del reciclaje para manejar mayor volumen y ser más eficiente.	Could have
39	Utilizar el feedback de las partes interesadas para realizar ajustes necesarios.	Could have
40	Crear un informe final detallando las mejoras y su impacto en el proyecto.	Could have

Anexo 14

Modelo de gestión sostenible de componentes reciclables en pantallas de televisores LED para una empresa ensambladora en la ciudad de Bogotá

- Luis Andrés Álvarez Salguero
- Jacqueline Gutierrez Peña

Sprint, y plan de trabajo diario:

Título de la Historia de Usuario del Stakeholder	Yo como (Tipo de Usuario)	Quiero (Objetivo)	Para (Beneficio)	Sprint (Objetivo)	Desglose de tareas para cada elemento seleccionado:	Plan de Trabajo Diario Tentativo:
Aprobación del proyecto	CEO de la Empresa Ensambladora	Aprobar y supervisar el proyecto de reciclaje	Asegurar la sostenibilidad y el cumplimiento de objetivos estratégicos	Objetivo del Sprint: Obtener la aprobación del CEO mediante la presentación de un plan de proyecto detallado	Presentar el plan del proyecto al CEO Incorporar feedback del CEO en el plan Obtener la firma de aprobación del CEO	Día 1-2: Presentación del plan del proyecto y obtención de aprobación del CEO -Reunión de inicio del proyecto -Preparar el plan de proyecto detallado -Revisión inicial del plan con el equipo
Planificación y ejecución del proyecto	Gerente de Proyectos de Sostenibilidad	Planificar y ejecutar el proyecto	Cumplir con los objetivos de sostenibilidad y mejorar la eficiencia	Objetivo del Sprint: Desarrollar un plan de proyecto detallado y comenzar la ejecución inicial.	Desarrollar el plan detallado del proyecto Establecer cronogramas y hitos Asignar roles y responsabilidades	Día 3-5: Desarrollo del plan detallado del proyecto Día 6-7: Establecimiento de cronogramas y asignación de roles Día 8-10: Investigación y documentación de prácticas de reciclaje sostenible
Practicas de reciclaje sostenible	Consultor de Gestión Ambiental	Asesorar en prácticas de reciclaje sostenibles	Cumplir con normativas y reducir el impacto ambiental	Objetivo del Sprint: Desarrollar un sistema de monitoreo para asegurar el cumplimiento de las regulaciones.	Investigar las mejores prácticas de reciclaje sostenible Documentar las prácticas seleccionadas Capacitar al equipo en estas prácticas	Día 11-12: Identificación y planificación del cumplimiento de las regulaciones Día 13-15: Elaboración y presentación del caso de negocio a los inversionistas
Cumplimiento de regulaciones	Funcionario de la Autoridad Ambiental	Monitorear el cumplimiento de regulaciones	Garantizar el cumplimiento de las leyes ambientales	Objetivo del Sprint: Asegurar la financiación necesaria para el proyecto mediante la presentación de un caso de negocio sólido.	identificar regulaciones relevantes Crear un plan de cumplimiento Monitorear y documentar el cumplimiento	Día 16-20: Desarrollo e implementación del sistema de clasificación de componentes Día 21-25: Desarrollo e integración del sistema de seguimiento de materiales reciclados

Financiación	Inversionista de Proyectos Sostenibles	Financiar el proyecto	Obtener un retorno de inversión en términos de impacto ambiental y económico	Objetivo del Sprint: Desarrollar e implementar un sistema de clasificación automatizado.	Elaborar un caso de negocio para los inversionistas Presentar el caso de negocio a posibles inversionistas Compromisos de financiación de la obtención	Día 26-30: Optimización del proceso de desensamblaje Día 31-35: Implementación del sistema de gestión de proyectos y capacitación del equipo Día 36-40: Desarrollo y realización de sesiones de capacitación para el personal
Sistema de clasificación de componentes	Gerente de reciclaje	Quiero un site a automatizado que clasifique los componentes reciclados de las pantallas led	Para optimizar el proceso de separación y reciclaje	Objetivo del Sprint: Implementar un sistema de seguimiento para monitorizar los componentes reciclados.	Diseñar el sistema automatizado Implementar y probar el sistema	
Seguimiento de materiales reciclados	Coordinador de sostenibilidad	Quiero un sistema de seguimiento para los componentes reciclados de las pantallas	Para cumplir la normatividad ambiental y dar transparencia al proceso	Objetivo del Sprint: Optimizar y documentar el proceso de desensamblaje.	Desarrollar el sistema de seguimiento Integrar el sistema con el proceso de reciclaje Capacitar al equipo en el uso del sistema	
Proceso desensamblaje	Coordinador de producción	Quiero un sistema optimizado en el proceso de desensamblaje de las pantallas	Para reducir tiempos de proceso y eficiencia	Objetivo del Sprint: Desarrollar e impartir programas de capacitación específicos para el proyecto.	Mapear el proceso actual de desensamblaje Identificar oportunidades de optimización Implementar mejoras y documentar el nuevo proceso	
Sistema de gestión de proyectos	Gerente de Proyectos de Sostenibilidad	Quiero Implementar un sistema de gestión de proyectos eficiente	Para Implementar un sistema de gestión de proyectos eficiente	Objetivo del Sprint: Implementar un sistema de gestión de proyectos en efectivo	Seleccionar una herramienta de gestión de proyectos Configurar la herramienta según las necesidades del proyecto Capacitar al equipo en el uso de la herramienta	
Capacitación del personal	Coordinador de Capacitación	Quiero capacitar al personal en las mejores prácticas de	Para asegurarse de que el personal esté bien	Objetivo del Sprint: Desarrollar e impartir programas de capacitación	Identificar las necesidades de capacitación Desarrollar material de capacitación Programar y	

		reciclaje y gestión de proyectos	informado y capacitado	específicos para el proyecto.	realizar sesiones de capacitación	
--	--	----------------------------------	------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--

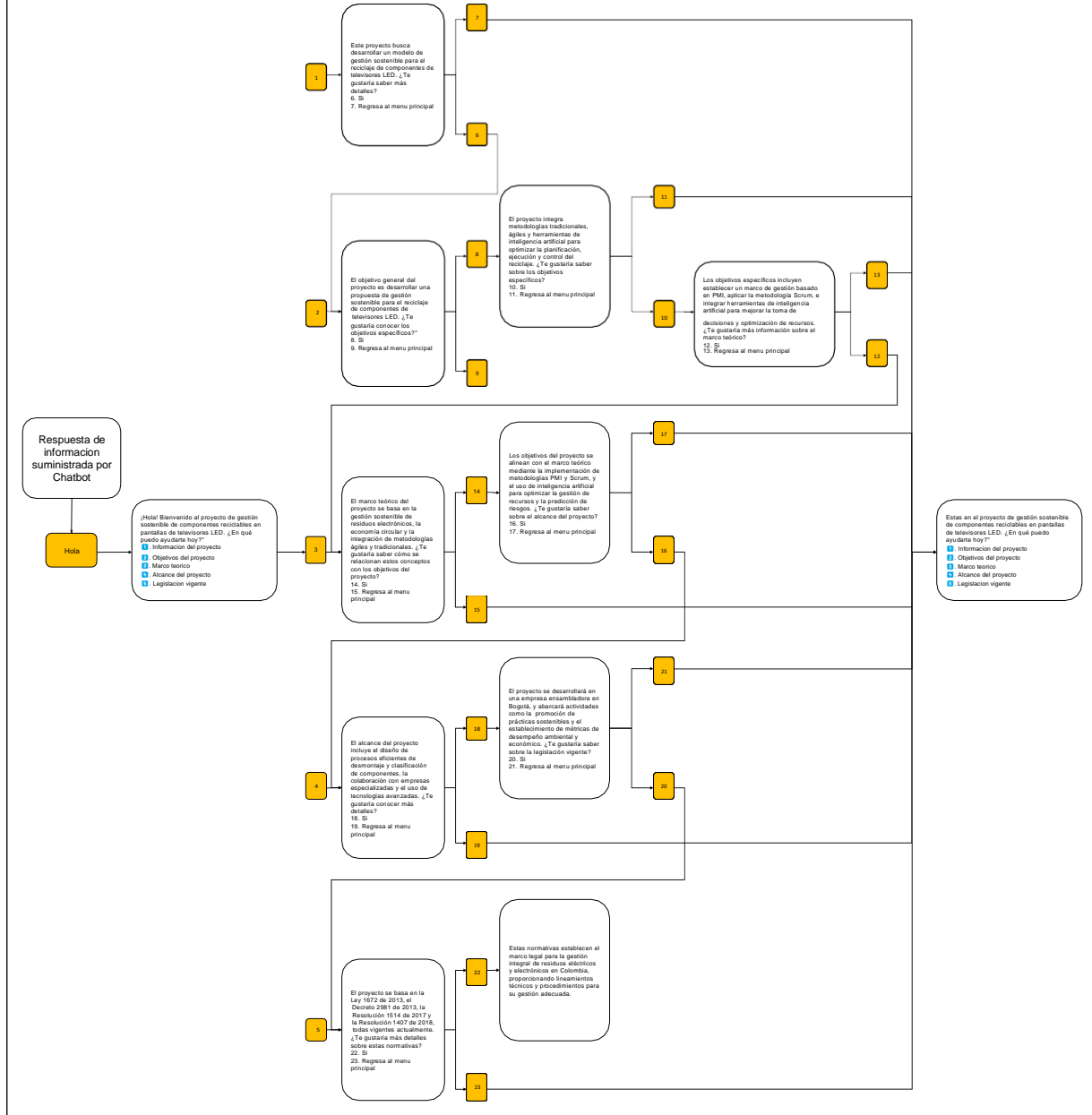
Día	Actividad
Lunes	Reunión de inicio del proyecto
Lunes	Preparar el plan de proyecto detallado
Lunes	Revisión inicial del plan con el equipo
Martes	Reunión de revisión del plan con el CEO
Martes	Incorporar feedback del CEO en el plan de proyecto
Martes	Obtener la firma de aprobación del CEO
Miércoles	Desarrollar el cronograma del proyecto
Miércoles	Asignar roles y responsabilidades
Miércoles	Desarrollar el primer informe de progreso
Jueves	Revisión y ajuste del plan de proyecto
Jueves	Reunión de seguimiento con el equipo
Viernes	Realizar pruebas y ajustes finales del plan de proyecto
Viernes	Capacitación del equipo en la implementación del plan
Viernes	Planificación de la próxima semana



Anexo 15



ARBOL DE CONVERSACIÓN PARA CREAR UN ASISTENTE DE PROYECTOS



Anexo 16



MATRIZ DE PESOS DE COMPONENTES POR PULGADA



1. Empresa	
2. Razón social	
3. NIT	
4. Persona y cargo que diligenció formato	
5. Fecha (DD/MM/AAAA)	

*Las celdas en gris estan formuladas y no deben modificarse

6. CODIGO	7. Descripción del modelo	8. Tipo producto	9. Estado físico del producto	10. Origen	11. Unidades recibidas	12. Componente	13. Familia	14. Material	15. Peso unitario por componente (Gramos)	16. Peso unitario por componente (Toneladas)	17. Total (Toneladas)
18.000.00	MUESTRA19"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Caja	Multimaterial.	Cartón_laminado	410	0,00041	0,00123
18.000.00	MUESTRA19"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Protector	Plástico_Rigido	PS_6	89	0,000089	0,000267
18.000.00	MUESTRA19"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Nacional	3	Bolsa	Plástico_Flexible	PEBD_4	2,9	0,000029	0,000087
18.000.00	MUESTRA19"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Nacional	3	Instructivo / Documento	Papel	Papel.	3,4	0,000034	0,000102
18.000.00	MUESTRA19"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Plástico	Plástico_Rigido	ABS	120,4	0,0001204	0,0003612
18.000.00	MUESTRA19"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Filtro polarizado	Plástico_Rigido	PET	90,4	0,0000904	0,0002712
18.000.00	MUESTRA19"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Posterior metálico	Metalicos	Aluminio	200,4	0,0002004	0,0006012
18.000.00	MUESTRA19"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Tornillos	Metalicos	Aceros	5	0,000005	0,000015
18.024.00	MUESTRA 24"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Caja	Multimaterial.	Cartón_laminado	410	0,00041	0,00041
18.024.00	MUESTRA 24"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Protector	Plástico_Rigido	PS_6	89	0,000089	0,000089
18.024.00	MUESTRA 24"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Nacional	1	Bolsa	Plástico_Flexible	PEBD_4	2,9	0,000029	0,000029
18.024.00	MUESTRA 24"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Nacional	1	Instructivo / Documento	Papel	Papel.	3,4	0,000034	0,000034
18.024.00	MUESTRA 24"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Plástico	Plástico_Rigido	ABS	250	0,00025	0,00025
18.024.00	MUESTRA 24"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Filtro polarizado	Plástico_Rigido	PET	120,4	0,0001204	0,0001204
18.024.00	MUESTRA 24"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Posterior metálico	Metalicos	Aluminio	370	0,00037	0,00037
18.024.00	MUESTRA 24"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Tornillos	Metalicos	Aceros	10	0,0001	0,0001
18.032.00	MUESTRA 32"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Caja	Multimaterial.	Cartón_laminado	410	0,00041	0,00123
18.032.00	MUESTRA 32"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Protector	Plástico_Rigido	PS_6	89	0,000089	0,000267
18.032.00	MUESTRA 32"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Bolsa	Plástico_Flexible	PEBD_4	2,9	0,000029	0,000087
18.032.00	MUESTRA 32"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Instructivo / Documento	Papel	Papel.	3,4	0,000034	0,000102
18.032.00	MUESTRA 32"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Plástico	Plástico_Rigido	ABS	410	0,00041	0,00123
18.032.00	MUESTRA 32"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Filtro polarizado	Plástico_Rigido	PET	240	0,00024	0,00072
18.032.00	MUESTRA 32"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Posterior metálico	Metalicos	Aluminio	734	0,000734	0,002202
18.032.00	MUESTRA 32"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Tornillos	Metalicos	Aceros	5	0,000005	0,000015
18.040.00	MUESTRA 40"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Caja	Multimaterial.	Cartón_laminado	410	0,00041	0,00041
18.040.00	MUESTRA 40"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Protector	Plástico_Rigido	PS_6	89	0,000089	0,000089
18.040.00	MUESTRA 40"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Bolsa	Plástico_Flexible	PEBD_4	2,9	0,000029	0,000029
18.040.00	MUESTRA 40"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Instructivo / Documento	Papel	Papel.	3,4	0,000034	0,000034
18.040.00	MUESTRA 40"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Plástico	Plástico_Rigido	ABS	120,4	0,0001204	0,0001204
18.040.00	MUESTRA 40"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Posterior metálico	Metalicos	Aluminio	200,4	0,0002004	0,0002004
18.040.00	MUESTRA 40"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	1	Tornillos	Metalicos	Aceros	5	0,000005	0,000005
18.043.00	MUESTRA 43"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Caja	Multimaterial.	Cartón_laminado	410	0,00041	0,00123
18.043.00	MUESTRA 43"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Protector	Plástico_Rigido	PS_6	89	0,000089	0,000267
18.043.00	MUESTRA 43"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Bolsa	Plástico_Flexible	PEBD_4	2,9	0,000029	0,000087
18.043.00	MUESTRA 43"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	3	Instructivo / Documento	Papel	Papel.	3,4	0,000034	0,000102
18.050.00	MUESTRA 50"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	5	Caja	Multimaterial.	Cartón_laminado	410	0,00041	0,00205
18.050.00	MUESTRA 50"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	5	Protector	Plástico_Rigido	PS_6	89	0,000089	0,000445
18.050.00	MUESTRA 50"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	5	Bolsa	Plástico_Flexible	PEBD_4	2,9	0,000029	0,000145
18.050.00	MUESTRA 50"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	5	Instructivo / Documento	Papel	Papel.	3,4	0,000034	0,00017
18.055.00	MUESTRA55"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	8	Caja	Multimaterial.	Cartón_laminado	410	0,00041	0,00328
18.055.00	MUESTRA55"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	8	Protector	Plástico_Rigido	PS_6	89	0,000089	0,000712
18.055.00	MUESTRA55"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	8	Bolsa	Plástico_Flexible	PEBD_4	2,9	0,000029	0,000232
18.055.00	MUESTRA55"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	8	Instructivo / Documento	Papel	Papel.	3,4	0,000034	0,000272
18.065.00	MUESTRA 65"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	10	Caja	Multimaterial.	Cartón_laminado	5033,37	0,00503337	0,050337
18.065.00	MUESTRA 65"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	10	Protector	Plástico_Rigido	PS_6	915,15	0,0091515	0,0091515
18.065.00	MUESTRA 65"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	10	Bolsa	Plástico_Flexible	PEBD_4	137,82	0,0013782	0,013782
18.065.00	MUESTRA 65"	Electrodoméstico / Electrónico / Tecnología	Sólido	Importado	10	Instructivo / Documento	Papel	Papel.	40	0,00004	0,0004

OBJETIVO DEL FORMATO

El formato "MATRIZ DE PESOS DE COMPONENTES POR PULGADA" tiene como objetivo consolidar la información del peso de cada componente desarmado.

CONCEPTO

1	Nombre comercial de la organización que puede representar distintas razones sociales
2	Nombre de la razón social que tiene asignado un número NIT y se encuentra registrada ante la Cámara de Comercio (si la matriz será usada para más de una razón social al tiempo, se puede duplicar la fila tantas veces como sea necesario)
3	Número NIT de la razón social escrita en el punto 2 del instructivo
4	Nombre y cargo de la persona que diligenció el formato: responsable por parte del productor
5	Fecha en la cual entregó el formato
6	Referencia asignada dentro de la organización (si el televisor no tiene una referencia asignada, asignar una)
7	Descripción general del producto. Ej: puede ser el nombre comercial o interno del producto, también puede ser el código de facturación que
8	Tipo de producto al cual corresponde el componente (Lista desplegable)
9	Establecer el estado la materia del producto que contiene el envase o empaque (lista desplegable)
10	Origen del producto, si es Nacional o Importado
11	Unidades de televisores recibidas
12	Componentes (Lista desplegable)
13	El componente tiene o no tiene código/marca/insignia/sello de identificación del tipo del material
14	Categoría de material general, dividido por las corrientes de materiales que regula la norma (Lista desplegable)
15	Categoría de material específico 1, dependiente de la selección en la Categoría de material general (Lista desplegable)
16	Peso unitario de cada componente en Gramos
17	Peso total de cada componente

Anexo 17

Desmontaje de Televisores: Guía de Componentes Reciclables y No Reciclables

El reciclaje de televisores LED y LCD es un proceso fundamental para la gestión sostenible de residuos electrónicos, dado que estos dispositivos contienen una variedad de materiales que pueden ser reutilizados o reciclados, así como otros que requieren una gestión especial para evitar impactos ambientales negativos. En este proyecto, hemos documentado el proceso de desarmado de un televisor, detallando tanto los componentes reciclables como los no reciclables, junto con las herramientas utilizadas para realizar esta tarea de manera segura y eficiente.

Componentes Reciclables

Los componentes reciclables de un televisor incluyen una variedad de plásticos, metales y otros materiales que pueden ser recuperados y reutilizados en nuevos productos.

A continuación, se describen los principales componentes reciclables:

- **Bolsas:**



- Bolsa protectora de TV: Proporciona protección durante el embalaje y transporte.
- Bolsa protectora de base de mesa: Protege las bases del televisor.
- Bolsa de accesorios: Contiene los accesorios adicionales.

- **Caja:**



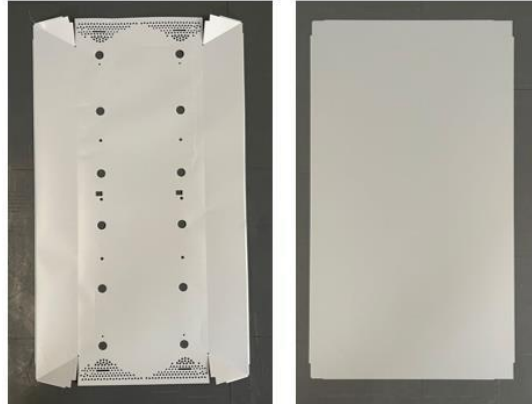
- Caja del televisor: Hecha de cartón, es uno de los elementos más voluminosos reciclables.
- Manual y papeles adicionales: Instrucciones y documentación, que pueden ser reciclados como papel.

- **Chasis:**



- Chasis de aluminio: Estructura metálica que proporciona soporte al televisor.
- Brida fuentes de aluminio: Componentes metálicos adicionales que forman parte del soporte estructural.

- **Filtros:**



- Filtro difusor trasero (PET): Película plástica utilizada para la distribución uniforme de la luz en la pantalla.
- Filtro difusor delantero (PET): Similar al trasero, pero ubicado en la parte frontal de la pantalla.

Plástico ABS:



- Marco frontal: Bordes del televisor hechos de plástico resistente.
- Posterior de parlantes: Carcasa de los altavoces.
- Posterior principal: La cubierta trasera principal del televisor.
- Bases de mesa: Soportes que permiten colocar el televisor en superficies planas.
- Guías de panel: Plásticos que ayudan a mantener la estructura interna del panel.
- Lente plástico del sensor: Protege el sensor del televisor.

Componentes No Reciclables

A pesar de los avances en el reciclaje, algunos componentes del televisor todavía no son reciclables y requieren una gestión especial. Estos componentes, debido a su composición o funcionalidad, deben ser entregados a empresas especializadas en la disposición de desechos electrónicos:

Panel o pantalla:



- Componente más crítico y difícil de reciclar debido a su composición compleja.

Tarjetas Electrónicas:



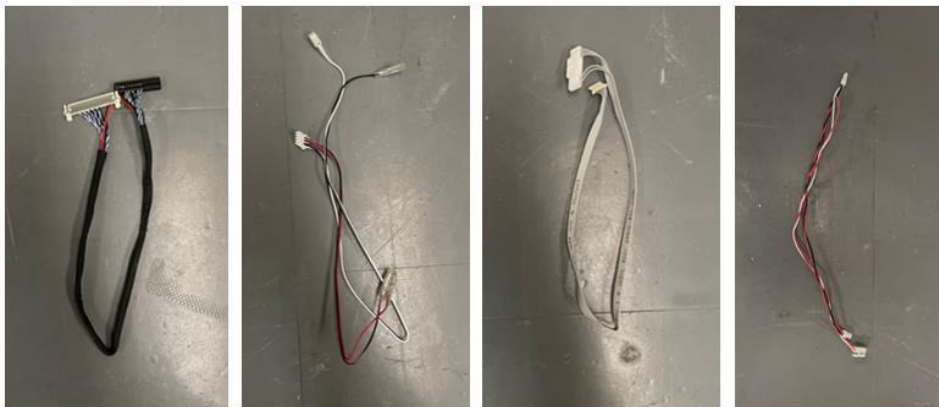
- Contiene circuitos electrónicos que gestionan las funciones del televisor, incluyendo el sensor, wifi, y fuente de poder.

Parlantes:



- Altavoces internos que emiten el sonido.

Cables:



- Conductores eléctricos que conectan los diferentes componentes internos.

Regletas backlight:



- Proveen iluminación trasera a la pantalla, generalmente contienen pequeñas cantidades de mercurio.

Proceso de Desarmado del Televisor por Componentes

1. Preparación del Área de Trabajo

Espacio Adecuado: Asegurar que el área de trabajo que este bien iluminada y espaciosa.

Herramientas Utilizadas para el Desarmado

Para llevar a cabo el desarmado del televisor de manera eficiente y segura, se utilizan las siguientes herramientas:

- **Destornillador Automático (Delvo):**



Para quitar tornillos de diferentes tamaños de manera rápida.

- **Palas de Palanca:**



Para separar componentes y partes del televisor sin dañarlos.

- **Destornillador Manual:**



Para tornillos que requieren un ajuste más preciso o que no se pueden quitar con el destornillador automático.

- **Guantes de Protección Hyflex:**



Para proteger las manos durante el desarmado, evitando cortes y contacto con materiales potencialmente peligrosos.

- **Mesa de trabajo:** Espacio designado para el desmontaje, adaptado al tamaño del televisor que se va a desarmar.

Seguridad Personal: Utilizar guantes de protección (hyflex) para evitar lesiones y proteger de posibles residuos cortantes o tóxicos.

2. Clasificación de Componentes

Componentes Reciclables

Estos componentes pueden ser reciclados y reutilizados, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

- **Bolsas:**
 - Bolsa protectora de TV
 - Bolsa protectora de la base de mesa
 - Bolsa de accesorios
- **Caja:**
 - Caja del televisor
 - Manuales y papeles adicionales
- **Metales:**
 - Chasis de aluminio
 - Bridas fuentes de aluminio
 - Tornillos de acero
- **Filtros:**
 - Filtro difusor 1 trasero PET
 - Filtro difusor 2 delantero PET
- **Plástico ABS:**
 - Marco frontal
 - Posterior de parlantes
 - Posterior principal
 - Bases de mesa
 - Guías del panel
 - Lente de plástico del sensor

3. Componentes No Reciclables

Estos componentes requieren un manejo especializado y deben ser entregados a empresas dedicadas al reciclaje de componentes electrónicos.

- **Componentes Electrónicos:**
 - Panel o pantalla
 - Tarjeta principal (incluye funciones, sensor, WiFi, poder; varía según el modelo de televisión)
 - Parlantes
 - Cables
 - Regletas backlight

4. Pasos para el Desarmado del Televisor

A continuación, se presenta un esquema general de los pasos a seguir para desarmar el televisor y clasificar sus componentes:

a) Desconexión Inicial:

- Retira cualquier cable o accesorio externo conectado al televisor.

b) Remoción de la Caja y Componentes Externos:

- Utiliza el destornillador automático para quitar los tornillos que aseguran las partes del televisor.
- Retira y clasifica los componentes reciclables (bolsas, manuales, bridas, etc.).

c) Desmontaje de Componentes Internos:

- **Metales:** Extrae el chasis de aluminio, bridas y tornillos de acero.
- **Filtros:** Retira los filtros difusores PET traseros y delanteros.
- **Plástico ABS:** Separa el marco frontal, posteriores de parlantes, bases de mesa, guías del panel y lentes de plástico del sensor.

d) Identificación de Componentes No Reciclables:

- Localizar y extraer los componentes electrónicos como el panel, tarjeta principal, parlantes, cables y regletas backlight.
- Estos componentes deben ser manejados por empresas especializadas en reciclaje electrónico.

e) Clasificación y Almacenamiento:

- Clasifica cada componente según su categoría (reciclable o no reciclable).
- Almacena los componentes reciclables en bolsas y cajas designadas.
- Prepara los componentes no reciclables para su entrega a las empresas correspondientes según su guía de empaque.

f) Limpieza Final:

- Revisar el área de trabajo para asegurar de que no queden residuos o componentes sin clasificar.
- Limpiar y organizar las herramientas utilizadas para futuros desarmados.

5. Consideraciones Finales

- **Manejo Seguro:** Siempre utilizar guantes de protección y manejar los componentes con cuidado para evitar lesiones.
- **Reciclaje Responsable:** Entregar los componentes no reciclables a empresas certificadas para el reciclaje de electrónicos, garantizando un manejo adecuado y responsable de estos materiales.
- **Documentación:**
 - Llevar un registro de los componentes desarmados y su clasificación para futuras referencias y para cumplir con las normativas ambientales vigentes.
 - Llevar el control de pesos de los componentes que se van retirando en la matriz pesos de componentes.

Anexo 18

Matriz de mano de obra



Cantidad de Televisores (kg)	Supervisor de Desmontaje	Operario General (kg/día)	Aprendiz Universitario (kg/día)	Aprendiz SENA (kg/día)	Encargado de Logística y almacen	Total Personal Requerido
450 kg	1	1 (192 kg/día cada uno)	1 (144 kg/día cada uno)	1 (120 kg/día)	1	5 Personas
750 kg	1	2 (192 kg/día cada uno)	1 (144 kg/día cada uno)	2 (120 kg/día)	1	7 Personas
1080 kg	1	3 (192 kg/día cada uno)	1 (144 kg/día cada uno)	3 (120 kg/día)	1	9 Personas
1270 kg	1	4 (192 kg/día cada uno)	1 (144 kg/día cada uno)	3 (120 kg/día)	1	10 Personas
1460 kg	1	5 (192 kg/día cada uno)	1 (144 kg/día cada uno)	3 (120 kg/día)	1	11 Personas
1650 kg	1	6 (192 kg/día cada uno)	1 (144 kg/día cada uno)	3 (120 kg/día)	1	12 Personas
1850 kg	1	7 (192 kg/día cada uno)	1 (144 kg/día cada uno)	3 (120 kg/día)	1	13 Personas
1652 kg	1	8 (192 kg/día cada uno)	1 (144 kg/día cada uno)	3 (120 kg/día)	1	14 Personas
2230 kg	1	9 (192 kg/día cada uno)	1 (144 kg/día cada uno)	3 (120 kg/día)	1	15 Personas

1

Cargo	Funciones	Formación Profesional
Encargado de Logística	Responsable de la planificación y gestión del flujo de televisores dentro y fuera de la planta. Supervisa la recepción, almacenamiento, y expedición de materiales reciclados.	Profesional en Ingeniería Industrial o Logística
Supervisor de Desmontaje	Supervisa el desmontaje de televisores, asegurando que el proceso sea seguro, eficiente, y que se sigan los procedimientos adecuados.	Técnico o Tecnólogo en Electrónica o Mecatrónica
Operario General	Realiza el desmontaje físico de los televisores, separando piezas y componentes. Utiliza herramientas específicas para asegurar un proceso seguro y eficiente.	Bachillerato o Técnico en Mantenimiento Industrial
Aprendiz SENA	Apoya en diversas tareas operativas, aprendiendo sobre los procesos de reciclaje y logística. Puede participar en el desmontaje o clasificación bajo la supervisión de un operario.	Estudiante SENA en Logística o Procesos Industriales
Aprendiz Universitario	Participa en tareas de apoyo en áreas clave como desmontaje y clasificación, además de contribuir a la implementación de mejoras en el proceso.	Estudiante Universitario en Ingeniería Industrial o Mecatrónica
Operario de Almacén	Se encarga del almacenamiento adecuado de los componentes clasificados, asegurando que se mantenga el inventario y que los materiales estén listos para ser reciclados o expedidos.	Bachillerato con experiencia en manejo de almacén
Encargado de Seguridad	Responsable de la seguridad de todo el proceso, desde el desmontaje hasta la clasificación, garantizando que se cumplan las normas de seguridad industrial.	Profesional en Seguridad Industrial o afines

2