



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

**TRABAJO DE TITULACIÓN
MODALIDAD PROYECTO INTEGRADOR**

TÍTULO:

**SISTEMA INTEGRAL PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE DESECHOS
TECNOLOGICOS EN EL ENTORNO DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY
ALFARO DE MANABI EXTENSION CHONE**

AUTORAS:

**OSTAIZA FLECHER YEXI ANDREINA
VELEZ ZAMBRANO BARBARA YANELI**

UNIDAD ACADÉMICA:

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA:

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

TUTOR:

ING. JORGE LUIS MENDOZA LOOR, MAG.

CHONE – MANABÍ – ECUADOR

FEBRERO 2026

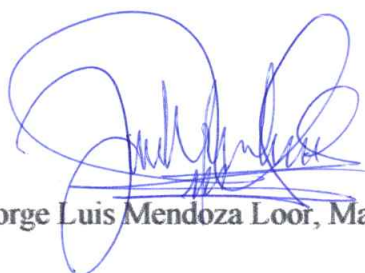
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Jorge Luis Mendoza Loor Mag. docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, en calidad de Tutor del Proyecto.

CERTIFICO:

Que el presente Proyecto Integrador con el título “Sistema integral para la gestión sostenible de desechos tecnológicos en el entorno de la universidad laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo.

Las opciones y conceptos vertidos en este Proyecto son fruto de la perseverancia y originalidad de sus autoras: Ostaiza Flecher Yexi Andreina y Vélez Zambrano Barbara Yaneli Siendo de su exclusiva responsabilidad.



Ing. Jorge Luis Mendoza Loor, Mag.

TUTOR

Chone, febrero de 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente: Ostaiza Flecher Yexi Andreina y Vélez Zambrano Barbara Yaneli, estudiantes de la Carrera de Tecnologías de la Información, declaramos bajo juramento que el siguiente proyecto cuyo título: “Sistema Integral para la gestión sostenible de desechos tecnológicos en el entorno de la universidad laica Eloy Alfaro de Manabí extensión chone”, previa a la obtención del Título de Ingeniero en Tecnologías de la Información, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Ostaiza Flecher Yexi Andreina

Nui: 1313670810

Vélez Zambrano Barbara Yaneli

Nui: 1315705556



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con Modalidad Proyecto Integrador, titulado: “sistema integral para la gestión sostenible de desechos tecnológicos en el entorno de la universidad laica Eloy Alfaro de Manabí extensión chone”. Cuyas autoras, Ostaiza Flecher Yexi Andreina y Velez Zambrano Barbara Yaneli, estudiantes de la Carrera de Tecnologías de la Información, y como Tutor de Trabajo de Titulación el Ing. Jorge Luis Mendoza Loor.

Lda. Rocío Bermúdez Cevallos, Mag.

DECANA

Chone, febrero de 2026

Ing. Jorge Luis Mendoza Loor, Mag.

TUTOR

Lector 1

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lector 2

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lic. Indira Zambrano Cedeño, Mag.

SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

A Dios por habernos concedido la sabiduría, la fortaleza y la constancia necesarias para culminar este trabajo de investigación. Su guía y bendición estuvieron presentes a lo largo de todo nuestro proceso formativo, permitiéndonos enfrentar y superar cada desafío académico con responsabilidad, perseverancia y fe.

Expresamos nuestro profundo y sincero agradecimiento a nuestro tutor de tesis, Ing. Jorge Luis Mendoza, por su guía constante, paciencia, dedicación y valiosos aportes académicos a lo largo de todo el proceso investigativo, los cuales fueron fundamentales para la culminación de este trabajo. De igual manera, agradecemos a los docentes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, quienes con su vocación, conocimientos y enseñanzas contribuyeron de manera significativa a nuestra formación profesional. Extendemos un especial reconocimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, por brindarnos el respaldo institucional, los recursos y el espacio académico necesarios para el desarrollo de esta tesis.

Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra forma, nos brindaron su apoyo durante nuestra etapa universitaria, entre compañeros, personal administrativo y colaboradores de la institución, cuyo acompañamiento, disposición y palabras de aliento hicieron posible la culminación exitosa de este importante logro académico.

DEDICATORIA

Dedico este logro, con profundo amor y respeto, a la memoria de mi padre, **Manuel Benjamín Ostaiza Loor**, cuya ausencia marcó mi vida desde muy temprana edad, pero cuyo recuerdo ha permanecido conmigo en cada etapa de mi crecimiento, tanto en mi vida personal como profesional. Aunque el destino no me permitió compartir más tiempo a tu lado, tu presencia ha vivido siempre en mis pensamientos, en las historias que escuché sobre ti y en el cariño que dejaste en quienes te conocieron. Tu recuerdo ha sido un faro silencioso que me ha guiado y motivado a ser una mujer fuerte, perseverante y decidida. Este trabajo es también un homenaje a tu vida, a tu legado y al amor que nos une más allá del tiempo y la distancia.

En segundo lugar, dedico este logro a mi madre, la señora **Adelaida Flecher**, pilar fundamental de mi vida, cuyo amor incondicional, sacrificio constante y fortaleza han sido el motor que me impulsó a no rendirme jamás. Su ejemplo de perseverancia, humildad y fe ha guiado cada uno de mis pasos, incluso en los momentos más difíciles de este camino académico.

Dedico también este trabajo a mi esposo, **Jean Pierre Falcones**, por su apoyo constante, comprensión y acompañamiento incondicional durante todo este proceso; por creer en mí incluso en los momentos de duda y por ser un sostén fundamental en mi vida. A mi hijo, **Benjamín Falcones**, mi mayor bendición y fuente de inspiración, quien con su sola existencia me motiva a superarme cada día y a luchar por un futuro mejor. A mi hermano, **Valentín Ostaiza**, por su cercanía, apoyo y palabras de aliento, y a mi abuelita, **Irene Loor**, por su amor, sabiduría y oraciones, que han sido una fortaleza espiritual constante.

Finalmente, esta dedicatoria se extiende a mis **SUEGROS** y a aquellas personas especiales que, con su presencia y respaldo familiar, formaron parte de este proceso. Su apoyo y acompañamiento contribuyeron significativamente a mantenerme firme y motivada en la culminación de esta importante meta académica.

*Con Infinito Amor
Yexi Ostaiza*

DEDICATORIA

A Dios, fuente de fortaleza y esperanza, por acompañarme en cada etapa de este camino académico. Su guía y bendiciones han sido la luz que me ha mantenido en los momentos de incertidumbre y el impulso que me ha dado para seguir con determinación. "Porque yo sé los planes que tengo para ustedes dice el Señor planes de bienestar y no de calamidad, para darles un futuro y una esperanza." (Jeremías 29:11).

A mis queridos padres, **Wilter Vélez y Antonia Zambrano**, por su amor incondicional, entrega y esfuerzo constante. A mi madre, por su apoyo continuo, palabras de aliento y ternura ilimitada, que han sido mi mayor sostén. Y a mi padre, por su dedicación, creer en mis capacidades desde el principio y enseñarme que la perseverancia es el camino para alcanzar mis sueños.

A mis hermanos, **Aracely, Juan, Rocío, Magdalena, Eduardo y Silvia**, quienes con sus consejos, cariño y compañía siempre me han recordado el valor de la unidad familiar. Cada uno, a su manera, ha sido un pilar esencial en esta etapa, ofreciéndome motivación y respaldo cuando más lo requería.

A mi prometido **Marlon Loor**, por su guía, comprensión y paciencia en los momentos finales de este camino. Gracias a sus palabras de aliento, como 'todo esfuerzo tiene su recompensa', así como por sus enseñanzas y apoyo incondicional.

Y a mí misma por no rendirme, aunque el camino se complicó, por darme ánimos en los momentos de incertidumbre y por encontrar fuerzas incluso en los días más agotadores. Porque aprendí que la valentía no siempre se expresa con un rugido; a veces, es la voz calma que susurra: "Hoy también lo intentaré".

*Con mucho amor
Barbara Velez*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	III
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLA	XI
RESUMEN	XIII
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Diagrama causa – efecto del problema.....	4
1.3. Planteamiento y formulación del problema.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.4.3. Justificación e impactos esperados.....	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Gestión Sostenible de Desechos Tecnológicos.....	7
2.1.1 Definición de gestión sostenible de desechos tecnológicos.....	7
2.1.2 Enfoque desde la economía circular	7
2.1.3 Ciclo de vida de los dispositivos electrónicos (LCA).....	8
2.1.4 Riesgos ambientales, sanitarios y sociales de la mala gestión.....	8
2.1.5 Impactos ecológicos de los RAEE.....	9
2.1.6 Contaminación por metales pesados.....	10
2.1.7 Emisiones de CO ₂ y huella ambiental.....	11
2.1.8 Recolección interna y almacenamiento seguro.....	11
2.1.9 Desensamblaje, descontaminación y tratamiento	12
2.2 Sistema Integral.....	13

2.2.1 Conceptualización del Sistema Integral.....	13
2.2.2. Sistemas integrales en la gestión ambiental.....	14
2.2.3 Teoría General de Sistemas (TGS) aplicada a la gestión de RAEE.....	14
2.2.4 Enfoque de Gestión Integral de Residuos Tecnológicos	15
2.2.5 Concepto de sistema integral en la gestión de residuos tecnológicos.....	15
2.2.6 Diagnóstico e inventario de equipos electrónicos.....	16
2.2.7 Recolección selectiva y logística interna	16
2.2.8 Tratamiento, valorización y disposición final.....	17
2.2.9 Trazabilidad y control documental	18
2.2.10 Normativa internacional sobre residuos tecnológicos	19
2.2.11 Impacto institucional y beneficios esperados.....	20
2.2.12 Impacto ambiental positivo.....	21
CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.....	23
3.1 Tipo de la investigación.....	23
3.2 Nivel de la investigación.....	23
3.3 Enfoque de la investigación.....	23
3.4 Métodos de la investigación.....	23
3.5 Técnicas e Instrumentos de la investigación.....	24
3.6 Descripción de la población y Diseño de la muestra	24
3.7 Análisis y Presentación de los Resultados	25
3.7.1 Análisis y descripción de los resultados (por ejemplo: encuesta).....	25
3.7.2 Análisis y descripción de los resultados (por ejemplo: entrevista).....	32
CAPÍTULO IV: EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	33
4.1 Descripción del Proyecto	33
4.2 Etapas de Ejecución del Proyecto	33
4.2.1 Etapa I: Planificación.....	33
4.2.2 Etapa II: Diseño y Construcción.....	35
4.2.3 Etapa III: Implementación y puesta en marcha.....	41
4.2.4 Etapa IV: Evaluación y Mantenimiento.....	43
4.3 Determinación de Recursos	44
4.3.1 Recursos económicos.....	44
4.3.2 Recursos humanos	46

4.3.3 Recursos materiales.....	46
4.3.4 Recursos tecnológicos.....	47
Capítulo V: Conclusiones, Recomendaciones y Bibliografía.....	48
5.1 CONCLUSIONES	48
5.2 RECOMENDACIONES	49
5.3 BIBLIOGRAFIA	50
ANEXOS	57

Tabla 1 Normas Iso.....	33
Tabla 2 Normas Aplicada.....	36
Tabla 3 Normas Aplicada.....	36
Tabla 4 Normas Aplicada.....	37
Tabla 5 Normas Aplicada.....	38
Tabla 6 Normas Aplicada.....	39
Tabla 7 Normas ISO.....	39
Tabla 8 Normas ISO.....	42
Tabla 9: Normas ISO.....	45
Tabla 10: Normas ISO.....	46
Tabla 11: Normas ISO.....	46
Tabla 12: Normas ISO.....	47

INDICE DE TABLA

ÍNDICE DE GRAFICAS E ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama causa-efecto del problema	4
Ilustración 2 Resultado de Encuesta	25
Ilustración 3 Resultado de Encuesta	26
Ilustración 4 Resultado de Encuesta	27
Ilustración 5 Resultado de Encuesta	27
Ilustración 6 Resultado de Encuesta	28
Ilustración 7 Resultado de Encuesta	28
Ilustración 8 Resultado de Encuesta	29
Ilustración 9 Resultado de Encuesta	29
Ilustración 10 Resultado de Encuesta	30
Ilustración 11 Resultado de Encuesta	30
Ilustración 12 Resultado de Encuesta	31
Ilustración 13 Resultado de Encuesta	31
Ilustración 14 - Ciclo Global de Gestión Sostenible de RAEE	35
Ilustración 15 - Recolección y Acopio	35
Ilustración 16 - Valorización de Materiales	36
Ilustración 17 Valorización de Materiales	37
Ilustración 18 Tratamiento Ambiental Sostenible	38
Ilustración 19 Monitoreo e Informes	39

RESUMEN

El aumento en el uso de las tecnologías de la información ha generado un crecimiento significativo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), los cuales, al no ser gestionados adecuadamente, producen impactos ambientales y organizacionales. En las organizaciones de educación superior, este problema se agudiza por que el equipamiento tecnológico se actualiza constantemente. En la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, se observa una acumulación de residuos tecnológicos sin procesos técnicos establecidos ni sistemas formales para controlar y supervisar. Confrontados con esta situación, el propósito del proyecto fue crear un sistema integral que permita gestionar de manera sostenible los residuos tecnológicos, fundamentado en las bases de la economía circular, la sostenibilidad ambiental y el uso eficiente de la tecnología. El estudio se llevó a cabo con un enfoque metodológico mixto, descriptivo y exploratorio, lo que posibilitó la identificación de falencias en los procesos de registro, control, clasificación y almacenamiento de RAE, además de la falta de instrumentos automatizados para su trazabilidad y cumplimiento normativo. Como consecuencia se sugirió un modelo integral de gestión que combina elementos técnicos, operativos, legales y económicos. Este modelo es complementado con una aplicación web que simplifica el registro, la supervisión y la valoración de los desperdicios tecnológicos. Finalmente, la propuesta contribuye a fortalecer la toma de decisiones institucionales, fomentar una cultura de responsabilidad ambiental y promover prácticas sostenibles alineadas con las políticas ambientales vigentes y los objetivos de desarrollo sostenible.

Palabras claves: Residuos tecnológicos, desechos electrónicos, sistema integral, economía circular, RAEE

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

A escala mundial, el rápido avance de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha producido transformaciones importantes en la vida diaria de las personas, tanto en los procesos educativos como en los campos laborales. Sin embargo, esta evolución tecnológica ha generado un aumento significativo en la producción de desechos de aparatos electrónicos y eléctricos (RAEE), lo que supone un importante reto para el medio ambiente. Según (Forti, 2020), se generan más de 53 millones de toneladas de residuos electrónicos al año en todo el mundo; sin embargo, solo cerca de 17% este tratado correctamente. Esto representa un riesgo directo para la salud humana y el medio ambiente.

En nuestro país, el incremento progresivo en la producción de residuos y desechos tecnológicos (RAEE) ha generado un inmenso problema que alarma a propios y extraños, tanto en el ámbito doméstico como en las instituciones públicas y privadas. Esta Problemática ha despertado preocupación en las autoridades ambientales debido a que una parte considerable de estos residuos no es manejada de manera técnica ni segura, lo que provoca un riesgo considerable de contaminación del suelo, agua y aire por la liberación de componentes tóxicos como plomo, mercurio o cadmio (MAATE, 2023).

El estado ecuatoriano, al observar el escenario, ha empezado a establecer directrices y normativas; sin embargo, todavía es necesario poner en marcha modelos más completos que aseguren un manejo seguro y sustentable de estos residuos. Uno de los progresos más significativo es el Acuerdo ministerial No. 061, que establece la Norma Técnica de Gestión de RAEE (MAATE, 2023), abarcando elementos relevantes como el almacenamiento temporal, la recolección diferenciada, el transporte especializado y la disposición final segura. Esta norma, además fomenta el principio de responsabilidades extendida del productor (REP) y exige que se involucren administradores ambientales habilitados para asegurar que se cumplan las normas técnicas y medioambientales.

En la Provincia de Manabí, la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) representa un desafío ambiental en expansión, resultado del aumento en el uso de tecnologías digitales tanto en el entorno domestico como institucional. Aunque los gobiernos autónomos descentralizados (GAD) cantonales han elaborado estrategias para la gestión

integral de desechos sólidos, la mayoría de estos instrumentos carecen de estrategias específicas para tratar los residuos tecnológicos como una categoría diferenciada. Esta falta resalta una debilidad estructural en la planificación ambiental local, especialmente en lo que respecta al manejo de residuos peligrosos no convencionales (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Manabí., 2023).

El Cantón Chone no es ajeno a esta situación, ya que la población urbana sigue creciendo y se han implementado tecnologías digitales en los sectores educativos, domésticos y administrativos. Esto ha provocado un crecimiento sostenido en la generación de residuos eléctricos y electrónicos (RAEE). La dificultad se agrava debido a que no hay una infraestructura técnica apropiada para la gestión integral, ni los procedimientos técnicos necesarios para su administración y procesamiento. Esta deficiencia se evidencia en la ausencia de políticas municipales concretas para gestionar estos residuos de manera diferenciada, que generalmente se guardan indefinidamente o se desechan junto con los desechos comunes, exponiendo así a las personas a materiales dañinos como los metales pesados y las sustancias tóxicas.

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone en los últimos años ha visto necesario el uso de tecnologías digitales, que a su vez ha generado una acumulación considerable de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), como A/C, computadoras, periféricos de E/S, etc. dados de baja o en desuso. Como lo menciona (MAATE, 2023) estos equipos se almacenan sin un sistema normado que regule su manejo técnico y ambiental. De esta manera, la creación de un sistema integral para la gestión sostenible de desechos tecnológicos en la ULEAM Chone representa una oportunidad para reducir impactos ambientales, fomentar la economía circular y fortalecer la educación ambiental.

Para este proyecto integrador el objeto de estudio es la Gestión Sostenible de Desechos Tecnológicos, mientras que el campo de estudio son las tecnologías de la información; la línea de investigación de este estudio es Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y la sublínea Electrónica, Automatización y Robótica. Para llevar a cabo su desarrollo se ha planteado un objetivo general el cual es Diseñar un modelo de negocio integral sostenible para el reciclaje de desechos tecnológicos en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, con base en principios de economía circular, sostenibilidad ambiental y aprovechamiento tecnológico.

Para el desarrollo del proyecto se plantean las siguientes tareas científicas u objetivos específicos: primero Diagnosticar la situación actual del manejo de desechos tecnológicos en la ULEAM Chone, considerando actores involucrados y procesos existentes, segundo Identificar las tecnologías y procesos viables para la clasificación, reutilización o disposición final de equipos electrónicos en desuso; y por último Proponer un modelo de negocio integral que incluya componentes operativos, técnicos, legales y económicos, aplicable al contexto local. De acuerdo con el contexto y realidad de la problemática de este estudio, se formula la siguiente interrogante o formulación del problema: ¿De qué manera la implementación de un sistema integral puede contribuir a una gestión sostenible y responsable de los desechos tecnológicos generados en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Chone, en cumplimiento con las normativas ambientales vigentes en Ecuador?

El diseño metodológico de esta investigación se basa en un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) de naturaleza descriptiva y exploratoria, que tiene como objetivo examinar las condiciones específicas relacionadas con la gestión de desechos tecnológicos, así como las percepciones institucionales y los procedimientos actuales. Con base a este análisis inicial, se propone desarrollar una solución tecnológica que incluya procesos de trazabilidad y automatización. Para adquirir información concreta acerca de los métodos de disposición empleados, la frecuencia con que se producen y las clases de residuos electrónicos generados, se utilizarán encuestas estructuradas dirigidas a los integrantes de la comunidad universitaria como instrumento para recoger datos.

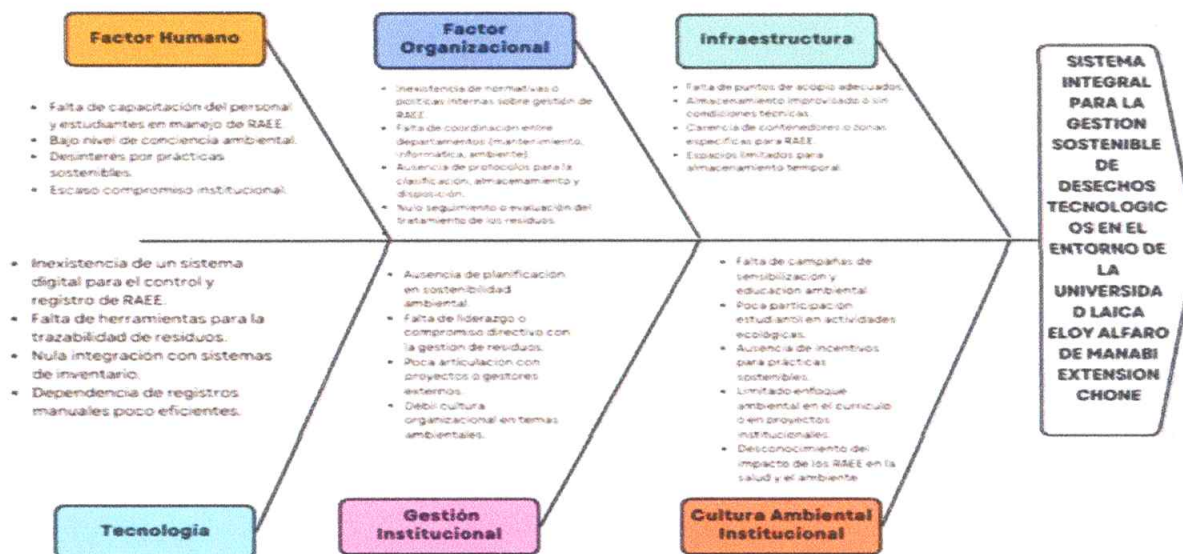
La revisión de los registros institucionales y las normas vigentes, además de entrevistas semiestructuradas a autoridades locales y responsables de la gestión ambiental universitaria, se utilizarán como complementos para los procedimientos. La incorporación de estos métodos posibilitará la creación de una perspectiva integral que apoye el diseño de un sistema sostenible para la gestión de residuos tecnológicos, adaptado a las circunstancias reales de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Se espera, como resultado, conseguir un diagnóstico exhaustivo sobre la generación y gestión de RAEE en la ULEAM Chone, con el fin de detectar las lagunas y las posibilidades de mejora. Con base en estos descubrimientos, se sugiere la creación de un modelo integral para una gestión sostenible y viable a mediano plazo. Este modelo tiene como objetivo

fomentar una conciencia ambiental más amplia en el entorno universitario y del cantón, con la posibilidad de ser implementados después en otras sedes académicas.

1.2. Diagrama causa – efecto del problema

Ilustración 1: Diagrama causa-efecto del problema



Elaborado por: Autoras del proyecto

1.3. Planteamiento y formulación del problema

La adquisición de infraestructura tecnológica en las instituciones de educación superior (IES), ha derivado en el incremento constante de residuos electrónicos que a la vez requieren una gestión especializada y responsable en su manejo y baja. En la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone no se cuenta con un sistema estructurado y sostenible para el manejo de estos residuos y problemática, provocando acumulación sin la debida clasificación ni tratamiento adecuado. Esta problemática también representa un riesgo ambiental que evade el cumplimiento de normativas legales relacionadas con la gestión de residuos electrónicos de forma adecuada y responsable; sumando la falta de concienciación, la limitada infraestructura, la carencia de políticas internas y la desconexión con la legislación vigente, agravan la situación y dificultan el aprovechamiento de materiales reciclables o reutilizables.

Actualmente, en la Uleam Extensión Chone los residuos tecnológicos son almacenados de forma temporal en espacios no adecuados como una bodega, sin separación, registro, control ni inventario. No existen programas de reciclaje, convenios con gestores ambientales ni

protocolos internos definidos, y no se realiza una concienciación sistemática entre el personal o los estudiantes sobre el impacto de estos residuos, lo que refleja un vacío en la gestión ambiental institucional. Con lo expuesto anteriormente se formula el problema de la siguiente manera: **¿De qué manera la implementación de un modelo de negocio integral puede contribuir a la gestión sostenible y responsable en el reciclaje de desechos tecnológicos generados en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, en cumplimiento con las normativas ambientales vigentes en el Ecuador?**

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar un modelo de negocio integral sostenible para el reciclaje de desechos tecnológicos en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, con base en principios de economía circular, sostenibilidad ambiental y aprovechamiento tecnológico.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar una revisión de la situación actual del manejo de desechos tecnológicos y procesos existentes mediante investigaciones y otros análisis realizados sobre la problemática de estudio a través de la literatura.
- Diagnosticar la situación actual del manejo de desechos tecnológicos, identificando las tecnologías y procesos viables para la clasificación, reutilización o disposición final de equipos electrónicos en desuso y dados de baja.
- Proponer un modelo de negocio integral para el reciclaje de desechos tecnológicos en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone que incluya componentes operativos, técnicos, legales y económicos, aplicable al contexto local.

1.4.3. Justificación e impactos esperados

La generación de residuos tecnológicos es una problemática ambiental que ha crecido a la par del desarrollo tecnológico global. En América Latina, la falta de infraestructura adecuada, políticas públicas sólidas y conciencia ciudadana ha convertido este tipo de residuos en una amenaza para los ecosistemas. En una revisión realizada por las autoras (Díaz Medrano & Flores Lozada, 2020) de la Universidad César Vallejo, se expone que el incremento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en América Latina refleja una gestión

ineficiente, marcada por la ausencia de políticas integrales que prioricen la recuperación y el tratamiento sostenible de estos desechos. Esta situación sustenta la necesidad de investigar e implementar soluciones que, desde el ámbito académico, contribuyan al desarrollo de modelos sostenibles apoyados en tecnologías de la información, automatización y trazabilidad, permitiendo a las instituciones educativas integrarse de forma activa en los procesos de sostenibilidad ambiental.

El incremento rápido del empleo de tecnologías en Ecuador ha conllevado un crecimiento notable en la producción de desechos tecnológicos. A pesar de que existen esfuerzos normativos para su administración, varias investigaciones realizadas en universidades del país muestran que la gestión de estos desechos todavía es insuficiente y no sigue un sistema. En esta línea, (Fernández Cruz, 2022), Advierte desde la Universidad Politécnica Salesiana que el e-waste en el país ha aumentado sin que se haya establecido un sistema nacional que incluya métodos de recolección, reciclaje y trazabilidad. Esto tiene un impacto sostenible y sugiere la necesidad urgente de aplicar métodos más efectivos, incorporando herramientas digitales, educación ambiental y automatización en las instituciones de educación superior. Por lo tanto, el desarrollo de un sistema completo para la administración de residuos tecnológicos en entornos educativos es una medida que se justifica sobradamente, ya que representa un aporte técnico y académico ante una dificultad a nivel nacional. Asimismo, estas sugerencias corresponden a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y a los principios esenciales una percepción más consciente del uso y gestión de la tecnología.

La situación no es diferente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión chone. La administración de desechos tecnológicos en esta entidad sigue siendo escasa y no está bien organizada. Así lo señala (Zambrano Molina, 2025) quien reconoce que dentro de las instalaciones universitarias hay un número significativo de dispositivos electrónicos en desuso, los cuales no reciben un tratamiento apropiado. Esto supone una amenaza para el medioambiente de la comunidad y una pérdida de materiales que podrían ser reutilizados. En vista de esta situación, el proyecto actual propone la creación de un sistema de gestión integral fundamentado en tecnologías automatizadas, cuyo objetivo es registrar, clasificar y monitorear como se gestionan estos desechos. La puesta en práctica de esta propuesta no solo disminuirá los efectos negativos en el medioambiente, sino que además fomentará el empleo aplicado de las tecnologías de la información, la innovación y el establecimiento de una cultura sustentable dentro del campus universitario de Chone.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Gestión Sostenible de Desechos Tecnológicos

2.1.1 Definición de gestión sostenible de desechos tecnológicos

La gestión sostenible de desechos tecnológicos, también denominada gestión sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), se concibe como un proceso integral orientado a garantizar el manejo ambientalmente racional de los dispositivos electrónicos que han alcanzado el final de su vida útil. Este enfoque implica la implementación articulada de actividades de recolección selectiva, clasificación técnica, tratamiento especializado, reciclaje, valorización y disposición final controlada, bajo principios de sostenibilidad ambiental, eficiencia económica y responsabilidad social. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, la gestión sostenible de RAEE se fundamenta en la mitigación de los impactos ambientales negativos, la maximización del aprovechamiento de materiales recuperables y la promoción de modelos de economía circular en el uso de recursos tecnológicos (OECD, 2020).

Desde una perspectiva ambiental global, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente sostiene que la gestión sostenible de desechos tecnológicos constituye un elemento estratégico para reducir la presión sobre los ecosistemas, disminuir el uso de recursos naturales no renovables y prevenir la liberación de sustancias peligrosas durante el manejo inadecuado de RAEE, como metales pesados, retardantes de llama bromados y compuestos orgánicos persistentes como lo redacta un informe del United Nations Environment Programme & United Nations Institute for Training and Research (UNITAR & UNEP, 2023). Bajo esta lógica, la gestión sostenible no solo se limita al tratamiento final del residuo, sino que se integra a un enfoque preventivo que abarca el diseño ecológico de productos, la extensión de la vida útil de los equipos y la promoción de cadenas logísticas responsables.

2.1.2 Enfoque desde la economía circular

La economía circular aplica a los RAEE una lógica de cierre de ciclos materiales: prioriza la reparación, reutilización, remanufactura y reciclaje antes que la eliminación, y promueve la recuperación de materiales críticos (oro, cobre, litio, tierras raras) que, de otro modo, se perderían en vertederos o procesos informales. En la práctica universitaria, esto implica diseñar flujos logísticos que permitan la reutilización interna de equipos, habilitar

programas de recompra o donación, y establecer alianzas con recicladores certificados para la recuperación de fracciones valorizables. Estudios y guías de política señalan que una transición circular en electrónica puede entregar beneficios ambientales (reducción de emisiones y extracción minera) y económicos (recuperación de valor), pero exige cambios regulatorios, incentivos económicos y capacidad tecnológica para el desensamblaje y el reciclaje avanzado. (Foundation, 2018)

2.1.3 Ciclo de vida de los dispositivos electrónicos (LCA)

Para evaluar de forma cuantitativa los efectos medioambientales asociados con los productos electrónicos, desde la extracción de las materias primas hasta el desecho final, el instrumento metodológico más adecuado es el Análisis de Ciclo de Vida (LCA). Un LCA típico de un equipo informático muestra etapas fundamentales con una huella de carbono elevada (como la extracción y el refinado de metales, y la fabricación) y evidencia que es posible disminuir significativamente las cargas medioambientales en comparación con la producción primaria mediante el reciclaje hidrometalúrgico o mecánico. En el ámbito de una universidad, poner en práctica LCA posibilita dar prioridad a acciones (como la elección de proveedores con menor impacto, la inversión en infraestructura para reciclar o la reparación frente al reemplazo) y calcular indicadores como la huella de carbono que se evita por cada tonelada de RAEE administrada adecuadamente. Además, las revisiones recientes enfatizan la importancia de normalizar los escenarios y la información de entrada para realizar comparaciones sólidas entre las estrategias de manejo. (Pengwei He, 2022)

2.1.4 Riesgos ambientales, sanitarios y sociales de la mala gestión

La gestión inadecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) genera impactos críticos en la salud humana y en el ambiente debido a la presencia de sustancias altamente tóxicas. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) advierte que compuestos como plomo, mercurio, cadmio y retardantes de llama bromados se liberan al aire, al suelo y al agua cuando los residuos electrónicos son quemados, desarmados manualmente o sometidos a baños ácidos en procesos informales. Según la OMS, los niños y las mujeres embarazadas son los grupos de mayor vulnerabilidad, dado que los contaminantes pueden atravesar la placenta y afectar el desarrollo neurológico, respiratorio e inmunológico del feto, generando daños irreversibles. La exposición prolongada a RAEE está asociada con bajo peso

al nacer, prematuridad, alteraciones neuroconductuales y problemas respiratorios en niños que viven cerca de vertederos informales.

Estudios epidemiológicos han registrado que los metales pesados contenidos en los RAEE causan daños a las células y alteraciones hormonales. Un estudio publicado en la revista *Environment International* por (Park, 2020), halló que los trabajadores que están expuestos al reciclaje no regulado de aparatos electrónicos experimentan cantidades altas de plomo, cadmio y retardantes de llama en la sangre; estas sustancias son disruptores endocrinos y pueden modificar las hormonas sexuales y tiroideas. Estos hallazgos confirman lo que encontró la OMS (2021), que indicó que la exposición crónica a e-waste puede dañar el ADN, incrementar el peligro de padecer cáncer y perjudicar órganos como los riñones y el hígado. Por la falta de equipos de protección y por métodos inseguros de manipulación, los recicladores informales padecen con regularidad dolores musculoesqueléticos, enfermedades respiratorias y heridas físicas (como quemaduras o cortes).

Los peligros también tienen un alcance social, sobre todo en comunidades donde el reciclaje informal es el principal medio de vida. En un informe del año 2024 del (Banco Mundial, 2024) estas actividades tienen lugar en situaciones de pobreza estructural, donde familias completas, entre ellas los niños, están involucrados en prácticas riesgosas como el desmantelamiento manual o quema de cables. Esto amplía la exposición de la comunidad a metales pesados y compuestos tóxicos, lo que perpetúa ciclos de degradación ambiental y de precariedad socioeconómica.

2.1.5 Impactos ecológicos de los RAEE

La acumulación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) constituye una de las fuentes emergentes de degradación ambiental más preocupantes en el siglo XXI debido a su compleja composición química y a la rápida obsolescencia tecnológica. De acuerdo con un informe de The Global E-waste Monitor (Baldé C. P., 2024), el volumen mundial de RAEE alcanzó niveles históricos, mientras que únicamente el 22 % recibe tratamiento formal, lo que implica que la mayor parte es gestionada de manera informal o depositada en vertederos no controlados. Esta disposición inadecuada tiene efectos directos sobre la integridad de los ecosistemas. Los componentes electrónicos contienen más de 1000 sustancias, entre ellas retardantes de llama bromados, PVC clorado, metales pesados y compuestos orgánicos

persistentes, que al liberarse generan alteraciones físicas y químicas en los suelos, afectando su estructura, pH y capacidad de retención de nutrientes esenciales.

La infiltración de lixiviados tóxicos provenientes de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) es uno de los procesos ambientales más críticos. Diversos metales como plomo, cadmio, mercurio, níquel y arsénico se liberan progresivamente y pueden permanecer en el ambiente durante décadas debido a su alta persistencia. De acuerdo con el Global E-waste Monitor elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Universidad de las Naciones Unidas, estos lixiviados contaminan aguas subterráneas y superficiales, comprometiendo la disponibilidad de agua potable y generando alteraciones en los ecosistemas acuáticos (Forti, 2020). Asimismo, la Organización Mundial de la Salud advierte que incluso concentraciones mínimas de metales pesados provenientes del e-waste pueden afectar los ciclos reproductivos y metabólicos de especies sensibles como anfibios, peces y macroinvertebrados, provocando efectos tóxicos acumulativos.

La biomagnificación y la bioacumulación son otras fuentes importantes de impacto ecológico. Sustancias como el mercurio y el cadmio se acumulan de manera gradual en los tejidos de los organismos expuestos y su concentración crece conforme progresan a lo largo de la cadena trófica. Investigaciones recientes muestran que mamíferos costeros y aves marinas tienen concentraciones elevadas de metales, lo cual está relacionado en el aumento de RAEE en ecosistemas litorales. Esto impacta procesos ecológicos fundamentales como la migración, la reproducción y los índices de supervivencia. Además, (Baldé C. P., 2024) señalan que los polímeros plásticos de los RAEE producen microplásticos al fragmentarse, y estos actúan como vectores de contaminantes orgánicos persistentes, lo cual aumenta el riesgo ecotoxicológico.

2.1.6 Contaminación por metales pesados

Los RAEE son fuentes concentradas de metales pesados (plomo, mercurio, cadmio, arsénico, níquel, cromo, entre otros) cuyo comportamiento en el medio depende de su especiación química, el pH del suelo, la materia orgánica y las condiciones redox. En condiciones aeróbicas la movilidad de algunos metales puede limitarse por adsorción a minerales y materia orgánica; sin embargo, en vertederos no controlados o en suelos alterados por lixiviados ácidos, la solubilidad de Cd, Pb y As aumenta, favoreciendo su percolación hacia aguas subterráneas y la entrada al ciclo hidrológico. El mercurio, presente en ciertos

componentes (por ejemplo, lámparas fluorescentes y contactos eléctricos), puede transformarse por actividad microbiana en metilmercurio, una forma biomagnificable y altamente neurotóxica que se concentra en organismos acuáticos y asciende por la cadena trófica (peces - humanos). La evidencia empírica, compendiada en revisiones sistemáticas, muestra elevaciones significativas de concentraciones de estos metales en suelos, sedimentos y biota en proximidad a sitios de reciclaje informal, con correlaciones robustas entre concentración ambiental y marcadores de exposición en poblaciones locales (sangre, orina, cabello). Estos procesos explican por qué la contaminación por metales de los RAEE no es sólo un problema local de suelo, sino un riesgo regional de salud y pérdida de servicios ecosistémicos. (Houessionon y otros, 2021)

2.1.7 Emisiones de CO₂ y huella ambiental

La huella ambiental de los dispositivos electrónicos está dominada por las etapas de extracción y refinación de materias primas; la producción primaria de metales como cobre, aluminio y los metales preciosos exige altos consumos energéticos y altas emisiones de CO₂. Cuando los RAEE no se gestionan adecuadamente y los metales contenidos se pierden (p. ej. vertederos o quema informal), se aumenta la necesidad de minería primaria, con el consiguiente incremento de emisiones en la cadena productiva. Estudios y reportes internacionales cuantifican que la recuperación de metales y materiales mediante reciclaje puede reducir de manera sustancial las emisiones asociadas a la producción primaria en algunos casos, hasta decenas de porcentajes en la huella de carbono de metales específicos y evitan la extracción de recursos críticos.

Las prácticas informales como la quema de cables liberan CO₂ directo e incrementan emisiones de contaminantes coasociados (partículas, compuestos orgánicos tóxicos) que empeoran la calidad del aire local y la salud pública. Por ello, integrar la gestión de RAEE en estrategias de mitigación climática y economía circular permite no sólo recuperar valor económico sino también contribuir a la reducción de emisiones a escala territorial. (UNITAR & ITU, The Global E-waste Monitor, 2024)

2.1.8 Recolección interna y almacenamiento seguro

La primera etapa crucial del sistema de gestión sostenible de RAEE en instituciones educativas o administrativas es la recolección interna. Esta fase incluye la creación de puntos

ecológicos, rutas internas para el transporte y protocolos de registro que garantice el seguimiento del residuo desde su producción hasta su salida de campus. Según (Baldé C. P., 2024), la efectividad del sistema depende de la separación en la fuente, evitando que los RAEE se mezclen con residuos comunes, lo que incrementa los riesgos de ruptura, liberación de metales pesados y deterioro de los componentes valiosos. El almacenamiento, por su parte, debe cumplir con condiciones de seguridad física, protección contra humedad, ventilación adecuada y áreas techadas para prevenir la corrosión y el desprendimiento de sustancias tóxicas. Un almacenamiento adecuado reduce en más del 40 % el riesgo de fuga de compuestos peligrosos como mercurio, plomo y retardantes de llama bromados, lo cual es esencial para proteger a estudiantes, docentes y personal administrativo.

2.1.9 Desensamblaje, descontaminación y tratamiento

El desensamblaje constituye la fase inicial crítica dentro de la gestión sostenible de RAEE, ya que permite la separación técnica y segura de los componentes de un dispositivo, preservando al máximo la integridad de los materiales recuperables y evitando la liberación de sustancias peligrosas. Según (Li, Achal, & Cao, 2022), el desensamblaje manual y asistido mecánicamente representa la práctica más segura y eficiente en contextos institucionales, dado que permite identificar y extraer elementos de alto riesgo como baterías de litio, tubos fluorescentes con mercurio, capacitores que pueden contener bifenilos policlorados (PCB), y tarjetas electrónicas con soldaduras a base de plomo. Los autores enfatizan que, a diferencia del desmantelamiento informal frecuente en países en desarrollo y caracterizado por quemas a cielo abierto o golpes que fracturan los equipos, el desensamblaje formal reduce en más del 60 % la generación de contaminantes atmosféricos y partículas tóxicas.

De acuerdo con la International Telecommunication Union (Union, 2022), la descontaminación adecuada previene la liberación de sustancias altamente nocivas como cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg), arsénico (As), así como retardantes de llama bromados (BFR) utilizados en plásticos electrónicos. Estos compuestos, al degradarse o fracturarse los componentes electrónicos, pueden filtrarse hacia el suelo y cuerpos de agua subterránea, generando lixiviados persistentes que permanecen en el ambiente durante décadas. La (World Health Organization (WHO), 2024) complementa esta advertencia señalando que incluso pequeñas concentraciones de estos contaminantes pueden afectar el sistema nervioso, provocar alteraciones endocrinas y generar toxicidad bioacumulativa en organismos acuáticos

y humanos. Existen evidencias claras de que la exposición a vapores de mercurio o polvos con cadmio liberados en procesos informales de reciclaje provoca daños neurológicos, respiratorios y renales.

2.2 Sistema Integral

2.2.1 Conceptualización del Sistema Integral

La noción de sistema integral para la administración de residuos tecnológicos se refiere a una estructura organizada que armoniza las distintas fases del ciclo de vida de los desechos producidos por dispositivos electrónicos y eléctricos (RAEE). Esta gestión tiene como objetivo optimizar los procedimientos de recolección, transporte tratamiento, reciclaje, valorización y disposición final desde un punto de vista técnico y ambiental, asegurando la eficacia en las operaciones y la sostenibilidad. En este contexto, (Norazli, Roslina, Noor Ezlin, & Muhd Noor, 2020) destacan que la adopción de un enfoque integrado en la gestión de residuos electrónicos permite armonizar los procedimientos institucionales y comunitarios para lograr una reducción efectiva de los impactos ambientales y económicos.

En el contexto o conceptualización del desarrollo o diseño de un sistema integral, (Ghisellini, Quinto, Passaro, & Ulgiati, 2023) sostienen que la aplicación de principios de economía circular dentro de los sistemas integrales es esencial, dado que prioriza la reducción, la reutilización, el reciclaje, la recuperación y, finalmente, la eliminación segura de los materiales. Este paradigma no solo minimiza los riesgos ecológicos, sino que promueve el aprovechamiento de los recursos tecnológicos bajo un modelo sostenible y autosuficiente. De igual manera, (Awasthi, y otros, 2023) subrayan que la naturaleza compleja de los RAEE caracterizada por la coexistencia de materiales tóxicos y componentes de alto valor económico requiere mecanismos avanzados de trazabilidad, control documental y educación ambiental, de manera que se garantice un manejo eficiente y responsable. Finalmente, el estudio de (Nandan, y otros, 2023) resalta que la integración de todos estos procesos en un sistema único y coordinado constituye la base de una gestión moderna, sostenible y alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 12 sobre producción y consumo responsables.

2.2.2. Sistemas integrales en la gestión ambiental

El diseño de un sistema de gestión ambiental en instituciones académicas exige una visión holística que abarque todas las etapas del ciclo de vida de los residuos electrónicos, desde su generación hasta su disposición final, integrando además procesos de sensibilización, reparación, reutilización, reciclaje y tratamiento especializado (Murthy, 2022). Según datos del Global E-waste Monitor 2020, en 2019 se generaron 53,6 millones de toneladas métricas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el mundo y sólo el 17,4 % fue recogido formalmente para reciclaje, lo cual pone de manifiesto que un enfoque integral es fundamental para reducir los impactos ambientales y sanitarios de los RAEE (UNU; ITU; ISWA, 2020). En paralelo, el paradigma de la economía circular, que promueve la reducción del consumo de recursos, la extensión de la vida útil de los productos a través de la reparación y reutilización, y finalmente su reciclaje o recuperación, es considerado esencial para gestionar estos residuos de forma sostenible (Singh, 2023).

En el contexto universitario, la adopción de un sistema de gestión ambiental (SGA o EMS) basado en estándares como ISO 14001 proporciona múltiples beneficios institucionales tales como la mejora de procesos internos, la reducción de costos operativos, el cumplimiento normativo y el fortalecimiento de la imagen pública de la institución (Haslinda, 2010). Asimismo, al estar alineado con el ODS 12 Producción y Consumo Responsables del Naciones Unidas, este enfoque permite a las universidades consolidar su compromiso con la sostenibilidad y el desarrollo responsable dentro de su entorno académico.

2.2.3 Teoría General de Sistemas (TGS) aplicada a la gestión de RAEE

La (TGS) sostiene que cualquier organización o fenómeno debe ser comprendido como un grupo de componentes interconectados que operan de forma coordinada para lograr un objetivo compartido. Esta teoría posibilita la evolución de los procedimientos de recolección, clasificación, procedimiento y disposición final dentro del manejo de residuos tecnológicos como componentes de un sistema más amplio que incluye elementos técnicos, ambientales y educativos. La adopción de enfoques sociotécnicos y sistémicos en la administración de residuos, incluidos los RAEE, sigue siendo escasa según (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017), lo que pone de manifiesto la urgencia de implementar una perspectiva integral que incluya la interrelación entre los elementos, normativos tecnológicos y humanos.

2.2.4 Enfoque de Gestión Integral de Residuos Tecnológicos

El Enfoque de Gestión Integral de Residuos Tecnológicos (GIRT) se fundamenta en la necesidad de gestionar de forma segura y sustentable los residuos derivados de equipos eléctricos y electrónicos, considerando su creciente complejidad y peligrosidad. De acuerdo con (Baldé C. P., 2017), los RAEE contienen altas concentraciones de metales pesados como plomo, mercurio y cadmio, así como compuestos orgánicos persistentes como retardantes de llama bromados, los cuales representan riesgos severos para el ambiente y la salud humana cuando no se gestionan adecuadamente. La GIRT propone una visión sistémica basada en la jerarquía de manejo de residuos, priorizando la prevención, reutilización, reciclaje y tratamiento especializado antes de recurrir a la disposición final. Este enfoque no solo reduce la liberación de sustancias tóxicas al ambiente, sino que también permite recuperar materiales valiosos como cobre, aluminio, plata y tierras raras que contribuyen a la economía circular y al uso eficiente de recursos.

2.2.5 Concepto de sistema integral en la gestión de residuos tecnológicos

El término “sistema integral para la gestión de residuos tecnológicos” se refiere a una estructura ordenada que coordina de forma coordinada todas las etapas del ciclo vital de los residuos eléctricos y electrónicos (RAEE), desde creación hasta su disposición final. De acuerdo con (Ikhlail, 2018), una perspectiva verdaderamente integral posibilita tratar al mismo tiempo los aspectos técnicos, sociales y normativos de la gestión de residuos, lo que a su vez potencia la sustentabilidad del sistema. Además, (Yuli Wirani, 2024) argumenta que los sistemas integrados de gestión de residuos deben sustentarse en tecnologías informáticas, técnicas logística y procedimiento de reciclaje coordinados, lo cual mejora la eficiencia operativa y la trazabilidad.

El tratamiento de los RAEE necesita un enfoque especializado, como menciona (Abhishek Nandan, 2023), debido a que incluyen materiales peligrosos y valiosos. Por lo tanto, sugiere la aplicación de mecanismos para controlar documentos, rastrear y establecer programas educativos sobre medio ambiente con el fin de reducir su efecto ecológico. En conjunto, estas visiones posibilitan comprender al sistema integral como una estructura dinámica y de múltiples dimensiones, que enlaza componentes técnicos, administrativos y

sociales con el fin de asegurar un manejo sustentable de los residuos tecnológicos en las instituciones educativas, fomentando la protección del ambiente y el cumplimiento normativo.

2.2.6 Diagnóstico e inventario de equipos electrónicos

El diagnóstico institucional constituye la primera etapa en la construcción de un sistema integral de gestión sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Esta fase tiene como propósito identificar las fuentes generadoras, cuantificar los volúmenes de desechos y clasificar los tipos de equipos tecnológicos en función de su estado de uso y potencial de reutilización. Según (McDougall y otros, 2001), en su obra *Integrated Solid Waste Management: A Life Cycle Inventory*, la gestión integral de residuos debe comprender todos los materiales presentes en el flujo de desechos, incorporando una evaluación detallada de cada componente para facilitar la planificación eficiente de las etapas posteriores de recolección, transporte y tratamiento.

(Zhang, Liu, & Zhang, 2022) subrayan que, desde una perspectiva contemporánea, la administración de RAEE fundamentada en datos favorece de manera notable la sostenibilidad operativa. Según estos autores, establecer bases de datos institucionales que recojan la cantidad, localización, estado funcional y duración de los equipos electrónicos mejora la trazabilidad y posibilita que optimicen los procedimientos de reciclaje y valorización de materiales. Asimismo, la información sistematizada estratégica se tomen, disminuye los gastos logísticos y estimula una cultura organizacional enfocada en la economía circular.

La implementación de estas metodologías y herramientas tecnológicas es fundamental para poder controlar adecuadamente los equipos obsoletos o en desuso en el ambiente universitario. En la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone se podría implementar un inventario digital que no solo registre y clasifique los dispositivos tecnológicos, sino que también establezca rutas de recolección, calcule presupuesto de tratamiento y garantice la trazabilidad de cada componente. Esto estaría en línea con los objetivos de responsabilidad institucional y sostenibilidad ambiental.

2.2.7 Recolección selectiva y logística interna

Dentro de un sistema completo de gestión de residuos tecnológicos, la logística interna y la recolección selectiva son elementos fundamentales. Estos procesos aseguran que los

residuos sean segregados desde su origen y llevados, de forma segura, a lugares de acopio o tratamiento especializado. De acuerdo con la Fundación (Ellen MacArthur Foundation., 2019), para transitar a un modelo de economía circular, se necesita que los flujos logísticos estén organizados y optimizados para el reciclaje y la reutilización de materiales, con el fin de impedir que desechos acaben en vertederos o dañen los ecosistemas del área local.

Aplicado al contexto universitario, este enfoque implica establecer contenedores diferenciados en laboratorios, oficinas y talleres; diseñar rutas internas de transporte para los equipos obsoletos; y crear protocolos de manipulación segura que minimicen los riesgos para la salud y el ambiente. En este sentido, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, sostiene que la etapa de recolección es un eslabón crítico dentro del modelo de Gestión Integrada de Residuos Sólidos (ISWM), ya que conecta directamente con las fases de tratamiento y valorización.

Por consiguiente, una logística interna eficiente no solamente mejora el rastreo de los residuos de dispositivos eléctricos y electrónicos (RAEE), sino que también fortalece la perspectiva institucional en términos de sostenibilidad. Para la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, este componente presenta una oportunidad para consolidar practicas responsables al integrar la educación medioambiental con la gestión tecnológica de los desechos y cooperar con los objetivos del desarrollo sostenible.

2.2.8 Tratamiento, valorización y disposición final

El tratamiento, la valorización y la disposición final segura de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) representan un componente esencial dentro de los sistemas integrales de gestión ambiental. Estas fases son determinantes para reducir el impacto ecológico y fomentar el aprovechamiento de materiales valiosos que pueden reincorporarse a la cadena productiva. los procesos de tratamiento deben abordarse bajo una lógica de economía circular, en la cual los residuos se consideran recursos potenciales susceptibles de reparación, reutilización o reciclaje antes de su eliminación definitiva. Este modelo, impulsado por organismos internacionales, busca cerrar el ciclo de los materiales y minimizar la extracción de recursos naturales (Forti, 2020).

La (United States Environmental Protection Agency (EPA), 2022), sostiene que la extracción de metales preciosos como el oro, cobre, el paladio y el platino a partir de los RAEE

no solo reduce la contaminación, sino que también produce ventajas económicas y energéticas. Sin embargo, el mal manejo de desechos, especialmente en contextos tóxicos no formales, puede resultar en la liberación de compuesto tóxicos como cadmio, plomo y mercurio, lo que podría afectar gravemente tanto a los ecosistemas como salud. Por ende, para garantizarla sostenibilidad y trazabilidad del proceso, es necesario incluir procedimientos estandarizados de separación, descontaminación y disposición final al poner en marcha sistemas de gestión universitaria.

Se recomienda a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone: pactar convenios con recicladores autorizados; establecer procedimientos para gestionar de forma segura los elementos peligrosos; elaborar un inventario de equipos susceptibles de ser donados o reutilizados; y asegurar que los desechos no reciclables se desechan conforme a las normativas medioambientales vigentes. Por lo tanto, el tratamiento y la valorización de RAEE se integran como una estrategia institucional para avanzar en términos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

2.2.9 Trazabilidad y control documental

La supervisión de documentos y la trazabilidad son elementos esenciales del sistema integral de gestión de RAEE, por que garantizan que se cumplan las normativas ambientales, se mantenga la transparencia y se rinda cuentas. Los desechos electrónicos son técnicamente complejos debidos a la diversidad de partes que contienen, lo que requiere un seguimiento continuo desde su fabricación hasta su eliminación definitiva (Baldé C. P., 2017) . Este control de documentos permite verificar, el recorrido de los residuos, que impide que se desvíen materiales y asegura que los operadores autorizados gestionen de manera apropiada.

La puesta en marcha de sistemas digitales de trazabilidad que se apoyan en bases de datos y registro electrónicos posibilita la creación de informes institucionales acerca del volumen, el destino y las tasas de valorización de los RAEE y optimiza la eficacia operacional. Estos mecanismos de control, que además de robustecer la gobernanza medioambiental son compatibles con los postulados de la Teoría General de Sistema (TGS), fomentan la retroalimentación, el monitoreo constante y la mejora de los procesos internos.

En la ULEAM Extensión Chone, se sugiere establecer una base de datos institucional que registre cada equipo (ID, área, responsable, estado, fecha de entrega y destino final),

produzca certificados digitales de tratamiento y propicie la producción de informes técnicos periódicos para la gestión universitaria. Esta táctica potenciará la eficacia, la sostenibilidad y la trazabilidad del sistema completo de gestión de desechos tecnológicos.

2.2.10 Normativa internacional sobre residuos tecnológicos

Debido a su efecto en el medioambiente, la economía y la sociedad, el tratamiento responsable de los residuos de aparatos electrónicos y eléctricos (RAEE) se ha transformado en una prioridad mundial. Este tipo de residuos tiene metales pesados y elementos tóxicos que, si no se manejan apropiadamente, pueden provocar la contaminación del agua y del suelo e impactar la salud de las personas. En este marco, la Convención de Basilea sobre el control de los movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y sus Eliminación (1989) es el principal conjunto de leyes internacionales que busca regular la importación y exportación de residuos peligrosos, entre ellos los RAEE. Alentar la gestión racional y el principio de responsabilidades compartida entre los países firmantes es su propósito para salvaguardar la salud humana y el entorno natural de las consecuencias negativas de estos desechos.

La convención de Basilea ha sido fortalecida con las llamadas “Enmiendas sobre E-waste”, que se ratificaron en 2022 y extienden el alcance del tratado para contemplar igualmente los RAEE no peligroso, según lo indica el Programa de la ONU para el Medio Ambiente. Desde el 1 de enero 2025, todos los movimientos transfronterizos de residuos electrónicos estarán regidos por el proceso de consentimiento previo informado (PIC), lo cual permitirá mejorar la transparencia, responsabilidad y trazabilidad en la administración del comercio internacional de trazabilidad en la administración del comercio internacional de desechos tecnológicos (Secretariat, 2022).

La directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, la cual trata sobre los residuos de aparatos electrónicos y eléctricos (WEEE/RAEE), establece un marco legal para todos los Estados miembros de la Unión Europea en el contexto europeo. Esta directiva establece el principio de Responsabilidad Ampliada del Productor (ERP), que señala que la responsabilidad de los productores abarca todo del ciclo vital de los productos electrónicos y eléctricos, incluyendo su recolección, gestión y reciclado. Esta perspectiva impulsa la prevención de residuos desde la etapa de diseño del producto y favorece la economía circular.

(Además, la Comisión Europea (2023) (Commission, 2023) también define metas concretas de recolección: se debe recuperar y gestionar el 65% del peso promedio de los dispositivos eléctricos que ingresaron al mercado en los tres años anteriores o en su defecto, el 85% de los RAEE producidos, siguiendo las normas medioambientales.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), entre otras entidades internacionales, enfatizan en la importancia de establecer políticas fundamentadas en los principios de la economía circular, la prevención de desechos y la reutilización de materiales.

De acuerdo con la OCDE (2021), para gestionar de manera sostenible los RAEE, es fundamental impulsar la innovación tecnológica, mejorar los marcos normativos y promover una colaboración internacional entre el sector privado y el público. En resumen, la normativa internacional acerca de los RAEE se dirige hacia una administración integral fundamentada en la prevención, el reciclaje y la reutilización, con una perspectiva de sostenibilidad a nivel global y responsabilidad compartida. Este marco normativo es un referente fundamental para aquellos países que desean establecer políticas eficaces de manejo de residuos tecnológicos y progresar hacia modelos productivos sostenibles desde el punto de vista ambiental.

2.2.11 Impacto institucional y beneficios esperados

La implementación de un sistema integral de gestión de desechos tecnológicos dentro de una institución universitaria genera impactos positivos de carácter ambiental, social y operativo. En el ámbito ambiental, dicho sistema contribuye a minimizar los riesgos asociados a la contaminación del suelo, agua y aire, derivados del manejo inadecuado de los residuos electrónicos. Según Baldé, Forti, Gray y Kuehr (2024) (Baldé C. P., 2024), una gestión eficiente de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) puede reducir hasta en un 50 % las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al ciclo de vida de los dispositivos tecnológicos, además de recuperar materiales valiosos como cobre, hierro y metales preciosos.

La implementación de este tipo de sistemas, en términos sociales, promueve una cultura institucional fundamentada en la educación medioambiental, la sostenibilidad y la responsabilidad compartida. La concienciación de la comunidad universitaria sobre el problema de los RAEE es esencial para fomentar prácticas de consumo responsable y

robustecer la economía circular en las instituciones educativas, según Kiddee, Naidu y Wong (2022) (Kiddee, 2022).

Desde el punto de vista operativo, un sistema integral de gestión fomenta la trazabilidad y el control documental de los equipos tecnológicos, mejorando así los procedimientos de mantenimiento, inventario y disposición final. La International Telecommunication Union (ITU, 2023) (International Telecommunication Union (ITU), 2023) afirma que las entidades que implementan modelos de gobernanza ambiental y digital obtienen más eficacia energética, transparencia administrativa y acatamiento normativo de acuerdo con la Directiva Europea 2012/19UE sobre RAEE y la Convención de Basilea. En síntesis, la puesta en marcha de un sistema completo para gestionar los residuos tecnológicos no solo es una herramienta técnica para mitigar el impacto ambiental, sino también una táctica institucional que potencia la responsabilidad social de la universidad, optimiza su eficacia operacional y establece a esra como líder en términos de innovación tecnológica y sostenibilidad.

2.2.12 Impacto ambiental positivo

Desde una perspectiva ambiental, la gestión adecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) representa un componente esencial en las estrategias de sostenibilidad institucional. La recuperación y el reciclaje de materiales valiosos como el cobre, oro, aluminio y plásticos técnicos contribuyen directamente a la reducción de la demanda de recursos naturales vírgenes y a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a los procesos extractivos. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2023) (UNITAR & UNEP, 2023), el reciclaje de metales provenientes de residuos electrónicos puede reducir hasta en un 80 % las emisiones de CO₂ generadas por la producción primaria de dichos materiales.

Por su parte, (Baldé C. P., 2024) señalan que cada tonelada de RAEE correctamente tratada evita la liberación de aproximadamente 2.6 toneladas de CO₂ equivalente, además de prevenir la contaminación del suelo y los cuerpos de agua por metales pesados como plomo, mercurio y cadmio. En este mismo sentido, el Banco Mundial (2023) (Group, 2023) destaca que el fortalecimiento de las cadenas formales de recolección y reciclaje de RAEE no solo disminuye el impacto ambiental global, sino que impulsa el cumplimiento de los Objetivos de

Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 12 sobre producción y consumo responsables.

Finalmente, varios estudios empíricos demuestran que las instituciones educativas tienen el potencial de desempeñar un papel fundamental en la disminución del impacto medioambiental a través de programas para gestionar los RAEE. La contaminación vinculada a la eliminación impropia de residuos electrónicos se reduce en hasta un 40% cuando se utilizan sistemas automatizados de clasificación y trazabilidad de RAEE en campus universitarios. Por lo tanto, implementar un sistema integral en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, ayudaría a reducir la contaminación local, mejorar el uso de materiales que se pueden reutilizar y reforzar la responsabilidad medioambiental de la institución.

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de la investigación

El proyecto se ejecutó con una investigación aplicada, debido a que su finalidad es proponer una solución práctica y contextualizada a la problemática existente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, relacionada con la gestión de los desechos tecnológicos (RAEE). Además, se consideró la investigación no experimental al no haber manipulado variables de manera directa, sino que se observó y analizaron la realidad tal como se presenta en el entorno universitario.

3.2 Nivel de la investigación

El enfoque de este proyecto fue descriptivo, su objetivo es caracterizar las circunstancias actuales de la gestión de los desechos tecnológicos y entender los procedimientos institucionales relacionados con esta cuestión. Además, tiene un grado de exploración por que el asunto no se ha tratado a fondo en la Extensión Chone, lo cual demanda investigar preliminarmente sus causas, prácticas y eventuales oportunidades de intervención.

3.3 Enfoque de la investigación

En este estudio, se empleó un enfoque metodológico mixto que incorpora componentes cualitativos y cuantitativos. El componente cuantitativo se implementó a través de encuestas dirigidas a la comunidad universitaria con el fin de conseguir información mediable acerca de prácticas, conocimientos y actitudes vinculadas con los RAEE. El componente cualitativo se llevó a cabo mediante entrevistas semiestructuradas con los empleados responsables del área administrativa o tecnológica, lo que facilitó una mayor comprensión de los procesos internos, las percepciones institucionales y los elementos organizativos que afectan la administración de estos desechos.

3.4 Métodos de la investigación

Para la ejecución y desarrollo de este proyecto se aplicaron los siguientes métodos: Método inductivo-deductivo que permitió desde la observación de datos particulares formular conclusiones generales sobre la gestión de los RAEE en la institución, y luego contrastarlas con los referentes teóricos disponibles. El Método analítico-sintético con el cual se examinaron los componentes del problema (normativas, procesos internos, tipos de residuos, actores involucrados) para posteriormente integrarlos en una visión holística que sustente el diseño del

sistema propuesto. También se utilizó el Método descriptivo para detallar el estado actual de la gestión de desechos tecnológicos y las prácticas adoptadas por la comunidad universitaria. Y por último el Método de estudio de caso que se ajustó a la realidad específica de la ULEAM Extensión Chone.

3.5 Técnicas e Instrumentos de la investigación

Dado el enfoque mixto, se emplearán dos técnicas principales:

Técnicas:

- Encuesta, aplicada a estudiantes, docentes y personal administrativo con el fin de recopilar datos cuantitativos sobre su conocimiento y prácticas respecto a la gestión de RAEE.
- Entrevista semiestructurada, dirigida a la persona que está a cargo del departamento administrativo o tecnológico que se encarga de gestionar los equipos electrónicos, con el fin de adquirir información cualitativa para entender las limitaciones y procedimientos Institucionales

Instrumentos:

- Cuestionario cerrado: Compuesto por 12 preguntas, tiene como objetivo reunir información exacta acerca de las percepciones, los conocimientos y las prácticas de la comunidad universitaria en la relación con la gestión de RAEE.
- Guía para una entrevista semiestructurada, que contiene preguntas destinadas a indagar sobre la gestión interna de los RAEE, normas, recursos y nociones del entrevistado.

3.6 Descripción de la población y Diseño de la muestra

La población objeto de estudio está conformada por toda la comunidad universitaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone. Esta población incluye a estudiantes, docentes, personal administrativo y personal de apoyo, quienes participan directa o indirectamente en actividades académicas y operativas que generan residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Dado que el proyecto tiene un enfoque institucional y busca diagnosticar la situación general del manejo de desechos tecnológicos, se plantea que la encuesta sea aplicada a toda la

población universitaria disponible, con el fin de obtener una visión amplia y representativa sobre las prácticas y percepciones relacionadas con la gestión de RAEE. Este procedimiento implica un censo institucional, ya que se pretende abarcar a todos los individuos que conforman la comunidad universitaria, sin recurrir a técnicas de muestreo probabilístico.

Para la entrevista, se usará un muestreo intencional, eligiendo a la persona que esté específicamente a cargo de administrar equipos tecnológicos o mantenimiento institucional. Esta persona tiene información fundamental para entender los procesos internos, la disponibilidad de recursos y los retos administrativos vinculados a la administración de residuos tecnológicos dentro de la institución.

3.7 Análisis y Presentación de los Resultados

La información adquirida a través de la encuesta fue procesada con estadística descriptiva, haciendo uso de frecuencias, porcentajes y gráficas que facilitan el avistamiento de las tendencias y los comportamientos de la comunidad universitaria en relación con los RAEE. A través de la codificación temática, se examinaron los datos cualitativos obtenidos en la entrevista, con el objetivo de detectar patrones, ideas y categorías significativas que contribuyan a una mejor comprensión del manejo actual de los desechos tecnológicos y del contexto institucional. Los hallazgos se estructurarán en gráficos y descripciones analíticas, incorporando tanto la dimensión cualitativa como la cuantitativa para una interpretación integral y consistente con las metas del estudio.

3.7.1 Análisis y descripción de los resultados (por ejemplo: encuesta)

- 1 ¿Con qué frecuencia utiliza dispositivos tecnológicos (computadores, celulares, impresoras, proyectores, etc.) en sus actividades académicas o laborales dentro de la universidad?

Ilustración 2 Resultado de Encuesta

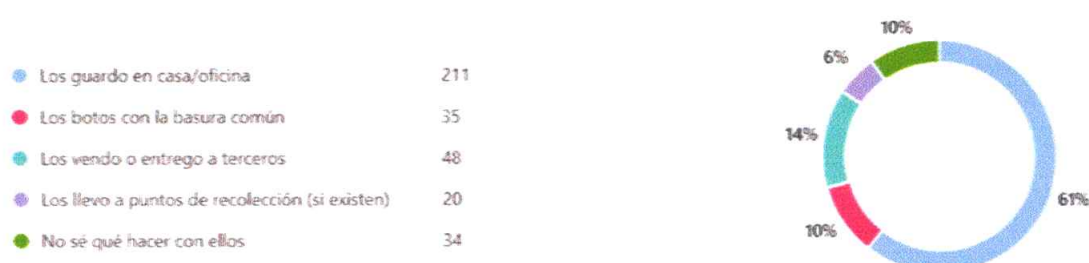


Elaborado por: Autoras del proyecto

Análisis e interpretación: El análisis de la figura indica que la mayoría de los encuestados, entre un 56% que responde “siempre” y “frecuentemente”, usan dispositivos tecnológicos de manera constante en sus actividades académicas o laborales. Esto demuestra una fuerte dependencia institucional de las TIC, lo cual aumenta la generación de RAEE. El 1% que indica “nunca” es muy mínimo y no afecta significativamente la tendencia. Estos resultados resaltan la importancia de implementar sistemas de gestión adecuados, considerando el uso intensivo del equipamiento electrónico.

2 ¿Qué hace generalmente con los dispositivos tecnológicos que dejan de funcionar o quedan obsoletos?

Ilustración 3 Resultado de Encuesta



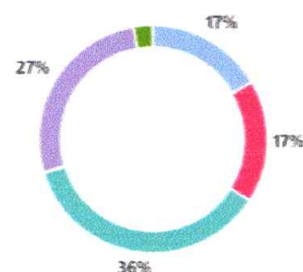
Elaborado por: Autoras del proyecto

Análisis e interpretación: Los datos obtenidos sobre el destino de los dispositivos tecnológicos en desuso reflejan una ausencia de mecanismos institucionales claros para su manejo. El 61% de los encuestados opta por almacenarlos en espacios personales, práctica que retrasa su disposición adecuada y favorece la acumulación innecesaria de residuos. Resulta particularmente preocupante que el 10% los deseche junto con la basura común, acción que representa un riesgo ambiental y sanitario significativo. En contraste, solo el 6% afirma llevarlos a puntos de recolección autorizados, lo que evidencia un bajo nivel de conocimiento y accesibilidad a sistemas formales de gestión de RAEE.

3 ¿Conoce si en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, existe algún mecanismo formal para la recolección de residuos tecnológicos (RAEE)?

Ilustración 4 Resultado de Encuesta

● Sí, conozco que existe un mecanismo formal.	58
● He escuchado algo al respecto, pero no tengo información clara.	60
● No estoy enterado del tema	126
● Desconozco del tema	94
● Considero que no existe ningún mecanismo formal.	9



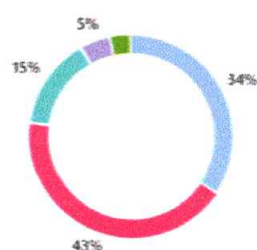
Elaborado por: Autoras del proyecto

Análisis e interpretación: en el análisis de la figura nos indica que el más del 63% entre “no enterado” y “desconozco” demuestra que la universidad no ha comunicado adecuadamente políticas ambientales, o estas no existen. Apenas un 17% afirma que sí existe algún mecanismo, lo que es insuficiente para una institución con alto uso tecnológico. Este nivel de desconocimiento afecta negativamente la participación y el compromiso comunitario.

4 ¿Qué aspectos considera más importantes en la gestión de residuos tecnológicos dentro de la extensión universitaria?

Ilustración 5 Resultado de Encuesta

● Recolección y almacenamiento adecuado	119
● Reciclaje y reutilización	148
● Educación y concienciación ambiental	51
● Cumplimiento normativo	17
● Reducción de riesgos a la salud	11



Elaborado por: Autoras del proyecto

Análisis e interpretación: El análisis de la figura revela que la comunidad prioriza el reciclaje y la reutilización (43%), lo que evidencia conciencia sobre el valor de los materiales recuperables. La recolección adecuada (34%) también es destacada, lo cual coincide con la falta de infraestructura señalada en preguntas anteriores. Pocos consideran los aspectos

normativos y sanitarios, lo que sugiere la necesidad de campañas educativas para fortalecer cultura ambiental.

5 ¿Considera que los residuos tecnológicos (RAEE) representan un problema ambiental y de salud para la comunidad universitaria?

Ilustración 6 Resultado de Encuesta

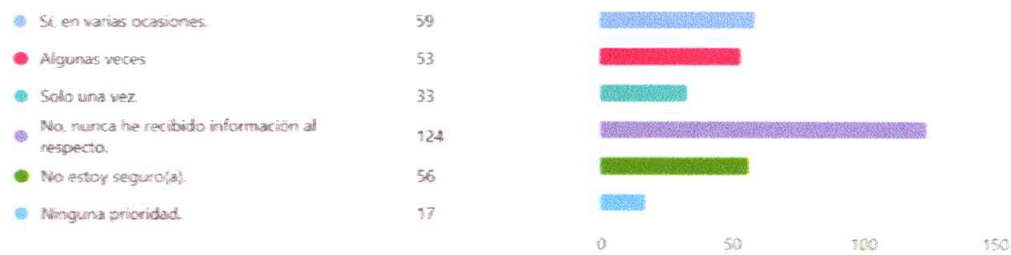


Elaborado por: Autoras del proyecto

Análisis e interpretación: en el análisis de la figura muestra que un 80% reconoce que los residuos tecnológicos representan un problema ambiental y sanitario, lo que valida la pertinencia del proyecto. Solo un 4% minimiza el problema, lo cual refleja que la sensibilización ambiental ha alcanzado a la mayor parte de la comunidad universitaria.

6 ¿Ha recibido alguna capacitación, charla o información sobre el manejo de residuos tecnológicos en la universidad?

Ilustración 7 Resultado de Encuesta



Elaborado por: Autoras del proyecto

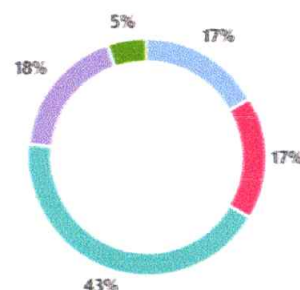
Análisis e interpretación: En el análisis de la figura indica que la cifra más alarmante es el 36% que afirma no haber recibido información y un 16% que no está seguro, lo que muestra que más de la mitad desconoce iniciativas formativas. Esto evidencia una brecha en

los programas de educación ambiental institucional, lo que refuerza la necesidad de fortalecer procesos de capacitación continua.

7 ¿Qué nivel de conocimiento cree tener sobre las normativas ambientales relacionadas con el manejo de residuos tecnológicos en Ecuador?

Ilustración 8 Resultado de Encuesta

Muy alto	58
Alto	57
Medio	149
Bajo	62
Ninguno	18



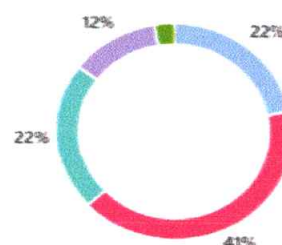
Elaborado por: Autoras del proyecto

Análisis e interpretación: En el análisis de la figura muestra que la mayoría posee un nivel de conocimiento medio o bajo (61%). Solo el 33% afirma un conocimiento alto o muy alto, lo cual es crítico considerando la importancia del cumplimiento del Acuerdo Ministerial 061. Esto demuestra la necesidad de fortalecer la alfabetización ambiental normativa.

8 ¿Qué tan dispuesto estaría a participar en campañas de recolección y clasificación de desechos tecnológicos dentro de la universidad?

Ilustración 9 Resultado de Encuesta

Muy dispuesto	75
Dispuesto	141
Indiferente	76
Poco dispuesto	42
Nada dispuesto	9



Elaborado por: Autoras del proyecto

Análisis e interpretación: En el análisis de la figura nos indica que el 62% muestra disposición real a participar en campañas de recolección, lo cual es una fortaleza para el diseño del sistema integral. Existe un 22% indiferente que podría ser motivado mediante campañas de sensibilización. El nivel de rechazo es mínimo (3%).

9 ¿Considera que la ULEAM debería integrar tecnologías de la información (software de trazabilidad, registros digitales, automatización) en el manejo de residuos tecnológicos?

Ilustración 10 Resultado de Encuesta



Elaborado por: Autoras del proyecto

Análisis e interpretación: En el análisis de la figura revela que el 80% respalda la integración de tecnologías como software de trazabilidad, reflejando aceptación positiva hacia soluciones automatizadas. Esto confirma la viabilidad de la propuesta tecnológica del proyecto. La oposición es mínima (2%).

10 En su opinión, ¿qué nivel de prioridad debería darle la universidad a la gestión sostenible de los desechos tecnológicos?

Ilustración 11 Resultado de Encuesta



Elaborado por: Autoras del proyecto

Análisis e interpretación: En el análisis de la figura indica que un 67% considera que la gestión de RAEE debe ser una prioridad institucional. Solo un 4% considera que no debe ser atendido, lo que evidencia fuerte presión comunitaria por una gestión sostenible.

11. ¿Qué beneficios cree que tendría la implementación de un sistema integral de gestión de residuos tecnológicos en la universidad? (Seleccione los que considere)

Ilustración 12 Resultado de Encuesta

11. ¿Qué beneficios cree que tendría la implementación de un sistema integral de gestión de residuos tecnológicos en la universidad? (Seleccione los que considere)



Elaborado por: Autoras del proyecto

Análisis e interpretación: En el análisis de la figura muestra que los beneficios ambientales son los más valorados (56%), seguidos del aprovechamiento material (44%), lo que se alinea con la lógica de economía circular. Los beneficios tecnológicos e institucionales, aunque menos mencionados, siguen siendo relevantes.

12. ¿Cree usted que la universidad debería implementar un sistema integral para la gestión sostenible de desechos tecnológicos?

Ilustración 13 Resultado de Encuesta



Elaborado por: Autoras del proyecto

Análisis e interpretación: En el análisis de la figura nos indica que el 76% exige que el sistema sea implementado inmediatamente o a corto plazo, demostrando un fuerte respaldo institucional. Solo el 4% lo considera no prioritario o innecesario. Esto confirma la pertinencia, necesidad social y aceptación comunitaria del proyecto.

3.7.2 Análisis y descripción de los resultados (por ejemplo: entrevista)

La entrevista efectuada al ingeniero Frank Ponce, encargado del sector de bienes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, nos permitió evidenciar que la entidad tiene una acumulación importante de dispositivos tecnológicos obsoletos por no contar con un protocolo técnico específico para gestionar los RAEE. A pesar de que se cuenta con un registro administrativo de bienes y un procedimiento general para dar de baja equipos, estos procedimientos no se llevan a cabo regularmente, lo cual causa que las impresoras, computadoras y periféricos queden almacenados en áreas reducidas por largos períodos. Además, el entrevistado menciona que, aunque la institución tiene inventarios y lugares para almacenaje temporal, necesita más recursos en términos de tecnología, organización y personal para mejorar su gestión.

Respecto al cumplimiento de las normativas, el Ing. Ponce nos afirmó que existen regulaciones a nivel nacional, como el Acuerdo Ministerial 061 del MAATE; por lo tanto, indicó que la universidad no ha llevado a cabo capacitaciones específicas o campañas internas sobre la gestión responsable de residuos tecnológicos. Además, resaltó que la aplicación de un sistema automatizado e integral aportaría ventajas importantes, por ejemplo, el mejoramiento del control institucional, el reforzamiento de la trazabilidad de los equipos y la promoción de prácticas responsables con respecto al medio ambiente. Para asegurar su sostenibilidad, consideró esencial una coordinación eficiente entre los diferentes departamentos de la universidad, la capacitación constante y la asignación de recursos apropiados.

CAPÍTULO IV: EJECUCIÓN DEL PROYECTO

4.1 Descripción del Proyecto

Este proyecto abordó el desarrollo de un Sistema Integral para la Gestión Sostenible de Desechos Tecnológicos en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone. Su objetivo fue crear un mecanismo organizado, automatizado y científicamente fundamentado para registrar, clasificar, controlar y monitorear los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) generados en la institución. El sistema buscó mejorar los procesos administrativos relacionados con la baja, almacenamiento temporal y disposición final de estos residuos, asegurándose de cumplir con la normativa ambiental vigente y fomentando una cultura institucional orientada a la sostenibilidad.

4.2 Etapas de Ejecución del Proyecto

4.2.1 Etapa I: Planificación

En esta etapa se establecieron los objetivos específicos del proyecto, el alcance del sistema, la identificación de los usuarios y la recopilación de información a través de encuestas, entrevistas y revisión documental. También se identificaron las necesidades técnicas, operativas y ambientales de la universidad, además de definir el cronograma de actividades y la matriz de recursos necesarios para elaborar el sistema.

Tabla 1 Normas Iso

Pas o	Actividad	Responsab le	Documentos / registros	Norma ISO / IEC que lo sustenta	Razonamiento
1	Recepción del equipo entregado por usuario/departamento (registro inicial)	Punto de acopio / Recepción ULEAM	Formato de entrega (acta), etiqueta con ID único	ISO 55000 (gestión de activos) / ISO 9001 (registro de entrada)	Registrar entrada y asignar ID para trazabilidad y control.
2	Separación inicial e inspección visual (peligroso / obsoleto / funcional)	Técnico de admisión	Estado, fotos, lista de verificación	ISO 14001 (determinación de los aspectos medioambientales)	Reconocer los riesgos medioambientales y de seguridad desde el momento de la recepción.

3	Cuarentena y borrado seguro de datos (si aplica)	TI / Seguridad de la información	Registro de borrado, certificado de eliminación de datos	ISO/IEC 27001 (seguridad info.) + ISO 9001	Protección de datos antes de manipular los equipos.
4	Clasificación minuciosa (por clase: PC, pantalla, impresora, pilas, etc.)	Inventario y Equipo técnico	Ficha de inventario (ID, componente, condición, tiempo de vida)	ISO 55000 (asset mgmt) + ISO 14001	Facilita la planificación de logística y tratamiento.
5	Evaluación de la posibilidad de volver a usar o reparar	Soporte de la Área técnica	Informe técnico de repotenciación y reutilización	IEC 62430 (ecodiseño)	Determina si el equipo debe ser reparado, reutilizado o reciclado.
6	Definición del tratamiento (reparar/reutilizar, desensamblar, reciclar, descontaminar)	Ambiental y comité técnico	Pedido de trabajo para el tratamiento	ISO 14001 / ISO 14040/44 (LCA)	Elección de la ruta más adecuada desde el punto de vista técnico y medioambiental
7	Programación de logística interna y traslado a la zona de tratamiento	Logística interna	Rutas, planificación del transporte, registros de desplazamiento	ISO 9001 (logística) + ISO 14001	Organización de flujos con el fin de reducir costos y riesgos.
8	Acuerdo o contratación con un gestor externo (si corresponde)	Dirección o compras	Certificado del gestor, contrato	ISO 14001 (requisitos ambientales) e ISO 22095 (cadena de custodia)	Asegurar la trazabilidad y el cumplimiento técnico.
9	Definición de indicadores y plan de evaluación (6 meses / 12 meses)	Coordinador del proyecto	Matriz de indicadores clave de desempeño (KPI) (número reciclado; porcentaje reutilizado; emisiones	ISO 14001 / ISO 14064 (reportes GHG)	Evaluar el rendimiento y la mejora constante.

4.2.2 Etapa II: Diseño y Construcción

Esta etapa comprendió el diseño de la arquitectura del sistema, la elaboración de diagramas de procesos y esquemas de bases de datos, y la definición de los módulos funcionales (registro, clasificación, control de inventario, reportes, alertas, entre otros). Posteriormente, se procede a la construcción del prototipo utilizando herramientas tecnológicas adecuadas, garantizando una interfaz amigable y funcionalidades orientadas a la gestión eficiente de los RAEE.

Ilustración 14 - Ciclo Global de Gestión Sostenible de RAEE



Elaborado por: Autoras del proyecto

1. Entrega y Recogida de RAEE

Esta es la fase inicial, en la que los usuarios, departamentos o laboratorios entregan los equipos eléctricos o electrónicos que han llegado al fin de su vida útil. En esta etapa, se realiza el primer registro de movimiento para asegurar que el RAEE sea manejado de manera segura.

Ilustración 15 - Recolección y Acopio



Elaborado por: Autoras del proyecto

ISO aplicables:

Tabla 2 Normas Aplicada

Norma ISO	Vinculación con el sistema integral propuesto
ISO 45001:2018	Se integra al sistema para garantizar que la entrega y recogida de RAEE dentro de la ULEAM se realicen bajo condiciones seguras para el personal administrativo, estudiantes y técnicos, reduciendo riesgos eléctricos, químicos y ergonómicos durante la manipulación inicial de los equipos.
ISO 14001:2015	Permite que el sistema integral registre y controle ambientalmente el flujo de RAEE desde su origen (laboratorios, oficinas y aulas), asegurando que la recolección se realice conforme a criterios de sostenibilidad y prevención de impactos ambientales.

Elaborado por: Autoras del proyecto

2. Recepción

En esta etapa, después de ser recolectados, los RAEE se separan en categorías basándose en su tipo, condición operativa y grado de riesgo. Se identifican equipos que están en buen estado, que pueden ser reparados, que no funcionan y aquellos con materiales peligrosos, como plomo, mercurio o baterías deterioradas.

Ilustración 16 - Valorización de Materiales



Elaborado por: Autoras del proyecto

Tabla 3 Normas Aplicada

Norma ISO	Vinculación con el sistema integral propuesto
ISO 9001:2015	Se articula con el sistema integral para estandarizar los procedimientos de recepción, registro e inventario de RAEE, garantizando la consistencia de los datos, la trazabilidad de los equipos y la confiabilidad de la información generada.

ISO 31000:2018	En este contexto de la gestión sostenible, colabora con el sistema para que se puedan identificar y evaluar los riesgos relacionados con equipos que contienen componentes peligrosos, lo cual posibilita la adopción de decisiones técnicas a tiempo.
ISO 11469 / ISO 1043	El sistema integral permite reconocer los materiales plásticos en los RAEE, optimizando su clasificación y su recolección o reciclado de acuerdo con principios de economía circular.

Elaborado por: Autoras del proyecto

3. Clasificación

En esta fase, los equipos se desarman de manera controlada para separar componentes reutilizables, materiales reciclables y partes peligrosas. Este proceso evita la liberación de toxinas y permite recuperar metales valiosos.

Ilustración 17 Valorización de Materiales



Elaborado por: Autoras del proyecto

Tabla 4 Normas Aplicada

Norma ISO	Vinculación con el sistema integral propuesto
ISO 45001:2018	Se integra al sistema completo para garantizar condiciones seguras durante el desensamble y la clasificación de componentes electrónicos, en particular, aquellos con riesgos químicos o físicos.
ISO 14001:2015	Permite que el sistema supervise y reduzca los impactos ambientales causados por el manejo de sustancias peligrosas en la clasificación y separación de componentes.
ISO/IEC 63000:2016	Se integra al sistema como base técnica para documentar la composición de los equipos electrónicos, facilitando la toma de decisiones sobre reutilización, reciclaje o disposición final responsable.

Elaborado por: Autoras del proyecto

4. Pretratamiento

En esta fase, se extraen y procesan los materiales que se pueden recuperar como: acero, plásticos, vidrio, oro, aluminio, plata y cobre. Además, se establece qué elementos pueden ser reutilizados o mejorados.

Ilustración 18 Tratamiento Ambiental Sostenible



Elaborado por: Autoras del proyecto

Incluye actividades como:

- Des ensamblaje manual,
- Separación de componentes peligrosos (mercurio, plomo, baterías),
- Extracción de tarjetas electrónicas,
- Retiro de carcasas,
- Descontaminación inicial.

Además, esta fase es importante porque se eliminan los componentes que suponen riesgos para el medio ambiente.

ISO aplicables:

Tabla 5 Normas Aplicada

Norma ISO	Vinculación con el sistema integral propuesto
ISO 14044:2006	Está conectado al sistema integral que evalúa las repercusiones medioambientales de los procesos de valorización y reciclaje, lo que respalda la toma de decisiones sostenibles en la ULEAM Extensión Chone.
ISO	Facilita que el sistema reconozca equipos y elementos con capacidad de ser

20887:2020	reutilizados o mejorados, promoviendo así la reducción de desechos y el uso eficiente de la tecnología.
ISO 14021:2016	Refuerza la transparencia y el enfoque sostenible del proceso al respaldar al sistema integral en la administración de datos medioambientales vinculados con materiales reciclables.

Elaborado por: Autoras del proyecto

5. Disposición Final responsable

Después del reciclaje, se aplica únicamente a los materiales que no pueden ser reutilizados o reciclados. Se asegura de que su disposición final cumpla estándares ambientales estrictos para evitar la contaminación del agua, suelo o aire.

Ilustración 19 Monitoreo e Informes



Elaborado por: Autoras del proyecto

ISO aplicables:

Tabla 6 Normas Aplicada

Norma ISO	Vinculación con el sistema integral propuesto
ISO 14001:2015	Garantiza que la disposición definitiva de los RAEE no valorizables se realice con controles ambientales definidos por el sistema global, para evitar la contaminación del aire, agua y suelo.
ISO 45001:2018	Se integra para proteger al personal que maneja residuos peligrosos, asegurando condiciones de trabajo seguras.
ISO 21765:2020	Fomenta que el sistema integral adopte prácticas responsables en la disposición final, alineándose con la gestión sostenible de residuos y la normativa ambiental vigente.

Elaborado por: Autoras del proyecto

Tabla 7 Normas ISO

Fase	Actividad/ Subproceso	Responsable	Registro / SOP	Norma aplicable	Resultado
-------------	------------------------------	--------------------	-----------------------	------------------------	------------------

							esperado
A	Recepción y verificación documental	Recepción/TI	Acta de recepción, ID	de ISO 55000 / ISO 9001	Equipo identificado y sujeto a trazabilidad		
B	Borrado seguro de datos y desbloqueo	TI	Certificado de borrado/IM (Media Erasure)	de ISO/IEC 27001 (seguridad info.)	Garantía de privacidad y cumplimiento legal		
C	Inventario digital (ID, tipo, marca, estado, ubicación)	Inventario	Base de datos (ISO 55000)	ISO 55000 / ISO 9001	Datos para planificación y reporting		
D	Clasificación técnica ambiental (hazardous vs non-hazardous)	Técnico Ambiental	Ficha de clasificación, etiquetas	de ISO 14001 / ISO 14040	Ruta de gestión (descontam., recicl., repuesto)		
E	Descontaminación previa (baterías, CRT, condensadores)	Técnico especializado	Hoja de procesos de descontaminación	ISO 14001 / normativa local de residuos peligrosos	Minimizar riesgo químico antes del desensamblaje		
F	Desensamblaje y separación por fracciones (metales, plásticos, circuitos, baterías, vidrio)	Operadores en planta	Registro de piezas, pesos por fracción	ISO 15270 (plásticos) + buenas prácticas de gestión	Materiales separados y listos para valorización		
G	Revisión para reutilización / repotenciación (componentes: RAM, HDD, PSU, pantallas)	Taller de reparación	Lista de repuestos aptos	IEC 62430 (ecodesign) / ISO 9001	Identificar piezas útiles para reacondicionado		
H	Tratamiento material reciclable (metales fundición; plásticos clasificación reciclado físico/químico)	Planta reciclaje / proveedor	Certificados de recuperación, manifiestos	de ISO 15270 (plásticos) + ISO 14040/44 (LCA del proceso)	Materiales valorizados con registro de rendimiento		
I	Gestión de residuos	de Gestor autorizado	Hoja de control y disposición final	ISO 14001 +	Eliminación segura y		

	recuperables (residuos peligrosos)				normativa local / ISO 22095 (chain of custody)	trazable
J	Emisión certificado tratamiento y actualización de inventario	de de y de	Coordinador de ambiental	Certificado tratamiento entrada a BD	de / / ISO 22095 / / ISO 9001	Cierre administrativo y trazabilidad

Elaborado por: Autoras de proyecto

Partes que se utilizan para mejorar o reutilizar incluyen memorias (RAM), discos (HDD/SSD), fuentes de alimentación (PSU), placas funcionales, pantallas en buen estado, baterías (si cumplen los criterios) y carcasas. Estas piezas se enviarán al taller de reacondicionamiento; los componentes no aptos serán destinados a la recuperación de materiales. (Consultar IEC 62430 sobre diseño para recuperación).

4.2.3 Etapa III: Implementación y puesta en marcha

En esta fase se instaló el sistema de gestión en un entorno de prueba dentro de la institución. Se realizaron validaciones de funcionamiento, revisión de errores y ajustes necesarios. Se capacitó al personal responsable del área de bienes y ambiente para el uso adecuado del sistema, y se desarrollaron manuales operativos con el fin de garantizar un uso correcto. Aunque el proyecto no se implementó de forma institucional definitiva, se simula su para demostrar su factibilidad técnica y operativa

Tabla 8 Normas ISO

Elemento	Acción práctica	Responsable	Norma / guía	Horizonte
Infraestructura	Habilitación de zona de recepción, área de desensamblaje, almacenamiento seguro para peligrosos	Dirección + Facility Mgmt	ISO 14001 / ISO 45001 (seguridad y salud)	Corto (0-3 meses)
Procedimientos (SOP)	Redactar SOPs para recepción, borrado, desensamblaje, descontaminación, envasado, transporte	Coordinador proyecto	ISO 9001 (control de procesos) / ISO 14001	Corto (0-1 mes tras planificación)
Formación	Capacitar personal en manejo RAEE, EPP, emergencias, trazabilidad	RRHH + Salud Ocupacional	ISO 45001 / ISO 14001	Corto (0-2 meses)
Contratos externos	Firma de convenios con recicladores certificados y gestión documental	Compras/Legal	ISO 22095 (chain of custody), requisitos ISO 14001	Corto-Medio
Sistema de gestión de datos	Implementar base de datos para inventario y trazabilidad (ID único, códigos QR/RFID)	TI	ISO 55000 / ISO 22095 / ISO/IEC 27001	Corto (0-3 meses)
Operación piloto	Ejecutar piloto de 1-3 meses en 2 facultades/áreas	Equipo operativo	ISO 9001 + ISO 14001	Corto
Escalamiento	Ajustes tras piloto, despliegue campus	Dirección	ISO 14001 (mejora continua)	Mediano (3-12 meses)
Mantenimiento	Revisiones periódicas de infraestructura y contratos	Facilita Mgmt	ISO 9001 / ISO 14001	Mediano y continuo

Elaborado por: Autoras de proyecto

Además, se procedió al desarrollo del aplicativo web correspondiente al Sistema Integral para la Gestión Sostenible de Desechos Tecnológicos, el cual fue diseñado como una plataforma digital centralizada para la administración, control y seguimiento de los residuos

de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) generados en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone. El sistema fue implementado en un entorno web, utilizando tecnologías de desarrollo actuales y alojado en un servicio de hosting que garantiza disponibilidad, seguridad de la información y acceso remoto para los usuarios autorizados.

La plataforma permite gestionar el inventario de RAEE, registrar procesos de clasificación y tratamiento, visualizar indicadores de sostenibilidad y evaluar el desempeño ambiental mediante un panel de control interactivo, alineado con criterios de trazabilidad, reciclaje y control de incidentes. La interfaz principal del sistema, así como sus módulos funcionales, se presentan en el Anexo 1 del presente trabajo (ver Anexo 1), donde se evidencian las funcionalidades implementadas y el estado operativo del sistema durante su fase inicial de funcionamiento.

4.2.4 Etapa IV: Evaluación y Mantenimiento

La última etapa involucró la evaluación del rendimiento del sistema a través de pruebas funcionales, retroalimentación del personal encuestado y análisis del cumplimiento de los objetivos establecidos. Se sugirieron recomendaciones para futuras actualizaciones, integración con otros sistemas institucionales y mejoras en la gestión de la información. Además, se propone un plan de mantenimiento preventivo, correctivo y evolutivo para garantizar la continuidad del sistema en caso de su implementación oficial.

Evaluación intermedia: 6 meses

Objetivos:

- Verifica si el sistema funciona conforme a los SOP establecidos.
- Mide los KPIs iniciales, identifica los cuellos de botella y riesgos operativos, y emite recomendaciones para su optimización.

Resultados previstos: realizar ajustes en logística, ofrecer capacitación adicional, revisar contratos con gestores, mejorar la gestión del inventario y la trazabilidad.

Evaluación integral: 12 meses

Objetivos:

- Validar la sostenibilidad operativa.
- Realizar el LCA completo.
- Cuantificar beneficios ambientales (tCO₂e evitadas).
- Determinar si el sistema es confiable, eficiente y escalable.

Resultados esperados:

- Implementación totalmente consolidada.
- Informe técnico final.
- Propuesta para ampliar el sistema a otras sedes o facultades.
- Documentación de la mejora conforme al ciclo PHVA (ISO 14001).
- Criterios de éxito del sistema (a un año): Se considera que un sistema integral está operativo, eficiente y confiable si cumple con:
 - ≥ 95 % de trazabilidad documentada (ISO 22095).
 - Al menos 60 % de los RAEE reciclados y 15 % reutilizados.
 - Reducción concreta de emisiones (según ISO 14064).
 - Cero accidentes relacionados con el manejo de RAEE (ISO 45001).
 - Verificación del cumplimiento ambiental en auditorías ISO 14001.
 - Satisfacción institucional de al menos 80 %.
 - Mejora continua documentada mediante el ciclo PHVA.

4.3 Determinación de Recursos

4.3.1 Recursos económicos

La ejecución del Sistema Integral para la Gestión Sostenible de Desechos Tecnológicos

en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, requiere una inversión inicial y gastos operativos que aseguren el funcionamiento del ciclo completo de gestión: recepción, registro, clasificación, almacenamiento temporal, transporte, reciclaje, valorización y trazabilidad.

La planificación presupuestaria sigue las directrices de la ISO 14001:2015, ISO 9001:2015 e ISO 22095:2020, que exigen asignar recursos de manera clara, mantener un control operacional verificable y garantizar una sostenibilidad financiera en línea con el ciclo de vida del sistema.

Tabla 9: Normas ISO

Categoría	Descripción	Costo estimado (USD)	Naturaleza del gasto
Infraestructura física	Adecuación de área de acopio, estanterías, señalética, piso industrial	1.200	Inversión
Equipos de protección personal (EPP)	Guantes, gafas, mascarillas, botas, overoles	350	Operativo / reposición
Contenedores diferenciados	Plástico, metal, vidrio, equipos AEE pequeños y grandes	650	Inversión
Balanza electrónica certificada	Para control de peso en entradas y salidas (ISO 14001)	450	Inversión
Herramientas técnicas	Destornilladores, extractores, kit de desmontaje seguro	200	Inversión
Software de inventario y trazabilidad	Plataforma de registro, cadena de custodia (ISO 22095)	700	Operativo / anual
Servidor o almacenamiento nube	Respaldo documental, reportes, auditoría	180	Operativo / anual
Capacitación interna	Formación en manejo seguro de RAEE (ISO 9001 - competencia)	300	Operativo
Material de sensibilización	Afiche, señalética, manuales verdes	120	Operativo
Transporte especializado	Retiro por gestor autorizado MAATE	600	Operativo
Procesamiento y reciclaje	Descontaminación, valorización, certificados	900	Operativo
Auditorías internas y externas	Verificación PHVA e indicadores ISO 14031	500	Operativo
Contingencias (8%)	Imprevistos	400	Reserva

Elaborado por: Autoras de proyecto

4.3.2 Recursos humanos

El sistema requiere un equipo mínimo que garantice la trazabilidad, la seguridad operativa y el cumplimiento normativo. De acuerdo con ISO 9001 e ISO 14001, cada rol debe tener competencias definidas, responsabilidades claras y formación documentada.

Tabla 10: Normas ISO

Rol	Función principal	Dedicación	Competencias necesarias
Coordinador ambiental del proyecto Técnico de clasificación RAEE	Supervisión del sistema, gestión con MAATE, auditorías	Parcial	Gestión ambiental, normativa RAEE
	Recepción, inventario, clasificación por tipología	Tiempo parcial	Manejo seguro, conocimiento técnico
Auxiliar de acopio	Ordenamiento físico, pesaje, etiquetado	Tiempo parcial	Manipulación segura
Analista de datos	Registro en software, reportes, indicadores	Parcial	TIC, ISO 22095
Capacitador / facilitador	Jornadas de formación	Eventual	Comunicación ambiental
Gestor ambiental externo	Reciclaje, desmontaje, valorización	Contratado	Licencia MAATE

Elaborado por: Autoras de proyecto

4.3.3 Recursos materiales

Son los insumos físicos utilizados durante la operación del sistema.

Tabla 11: Normas ISO

Material	Uso	Relación con normas
Contenedores codificados	Separación por fracciones RAEE	ISO 14001 – control operacional
Etiquetas y códigos QR	Trazabilidad	ISO 22095
EPP completo	Seguridad del personal	ISO 45001 (referencia de seguridad)
Manuales y procedimientos	Estándarización	ISO 9001

Estantes metálicos	Almacenamiento seguro	ISO 14001	
Kits de desmontaje	Pretratamiento y valorización	ISO 14024	– criterios ambientales

Elaborado por: Autoras de proyecto

4.3.4 Recursos tecnológicos

Los recursos tecnológicos permiten registrar, monitorear y evaluar el desempeño del sistema:

Tabla 12: Normas ISO

Recurso tecnológico	Función
Software de gestión de RAEE	Inventario, cadena de custodia, reportes
Base de datos en la nube	Almacenamiento seguro y auditable
Código QR para equipos	Identificación y seguimiento
Computadora o terminal	Uso operativo del software
Sistema de seguridad digital	Protección de datos
Panel de indicadores	Medición y evaluación semestral (ISO 14031)

Elaborado por: Autoras de proyecto

Capítulo V: Conclusiones, Recomendaciones y Bibliografía

5.1 CONCLUSIONES

La revisión de la literatura científica, regulatoria y técnica mostró que la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) es una cuestión ambiental de relevancia tanto a nivel internacional como nacional. Los estudios revisados convergen en la falta de sistemas integrales, una aplicación de la economía circular muy limitada y con débil vínculo entre los aspectos técnicos y normativos, habilitándose así la introducción de soluciones sustentables en el ámbito universitario.

En la auditoría sobre el manejo de residuos de tecnología en la Universidad Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone reveló que existen debilidades en la recolección, clasificación, almacenamiento y disposición final, que tampoco se cuenta con mecanismos de control y trazabilidad. No obstante, se concluyó que la entidad cuenta con condiciones básicas para introducir mejoras encaminadas a la reutilización, valorización y disposición segura de los RAEE.

Basado en el análisis teórico y el diagnóstico institucional, se propuso un modelo de negocio que responde a las necesidades de gestión de desechos tecnológicos en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone. Este modelo combina aspectos técnicos, legales, económicos y digitales para ayudar a cumplir con la normativa ambiental, reducir los impactos ambientales y fomentar una cultura de sostenibilidad en la comunidad universitaria.

Para concluir, se espera que la propuesta sea un aporte importante y realizable, ya que incluye elementos técnicos, normativos y tecnológicos que permitan una mejor gestión de los residuos tecnológicos. Como estudiantes de la carrera de Tecnologías de la Información, renovamos nuestro compromiso con la sostenibilidad ambiental. Esperamos que este trabajo sirva como base para impulsar acciones en la protección del medio ambiente y en la responsabilidad social universitaria.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda que la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, promueva la continuidad de estudios y revisiones periódicas sobre la gestión de desechos tecnológicos, incorporando nuevas investigaciones, normativas ambientales vigentes y buenas prácticas internacionales. Esto permitirá mantener actualizada la comprensión del estado actual del manejo de residuos electrónicos, facilitando la toma de decisiones informadas y la mejora continua de los procesos institucionales relacionados con la sostenibilidad ambiental.

Se recomienda implementar un procedimiento formal y estandarizado para diagnosticar el estado de los equipos tecnológicos inactivos. Este proceso debe identificar cuáles pueden ser reutilizados, reacondicionados, reciclados o eliminados de forma adecuada. Además, se sugiere incorporar tecnologías y métodos efectivos para clasificar estos residuos, teniendo en cuenta criterios técnicos, ambientales y de seguridad, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental y maximizar el uso eficiente de los recursos tecnológicos.

Se aconseja a las autoridades de la universidad que analicen y pongan en marcha, de forma gradual, el modelo de negocio integral que se sugiere en esta investigación. Este modelo incluye elementos legales, operativos, económicos y técnicos que están ajustados a la situación local. La implementación de este modelo permitirá una administración sostenible de los residuos tecnológicos, creará posibilidades con valor económico y social, y reforzará el compromiso de las instituciones con la responsabilidad en términos medioambientales y el crecimiento sostenible.

Se recomienda crear programas de capacitación para el personal que participa en la utilización, mantenimiento y disposición de equipos tecnológicos, con la finalidad de promover una cultura organizacional enfocada en el manejo responsable de los residuos electrónicos. La capacitación constante posibilitará la implementación adecuada de los procesos planteados y asegurará que se cumpla con la normativa ambiental en vigor.

Finalmente, se recomienda que la universidad establezca convenios con empresas recicladoras certificadas, instituciones públicas y organizaciones ambientales, que permitan asegurar una disposición final adecuada de los desechos tecnológicos que no puedan ser

reutilizados o reciclados internamente. Estas alianzas fortalecerán la viabilidad del modelo propuesto y ampliarán su impacto positivo en el entorno local

5.3 BIBLIOGRAFIA

Abhishek Nandan, A. S. (2023). Un enfoque integrado para la gestión de residuos electrónicos: panorama general de las fuentes de generación, efectos toxicológicos, evaluación, gobernanza y enfoques de mitigación. *Sostenibilidad*, 15.

Andersson, M. L. (20219). Adoption of systemic and socio-technical perspectives in waste management, WEEE and ELV research. *Sustainability*, 1677.

Awasthi, A. K., Iacovidou, E., Awasthi, M. K., Johnson, M., Parajuly, K., Zhao, M., . . . Pandey, A. K. (2023). Assessing strategic management of e-waste in developing countries. *Sustainability*, 7263.

Baldé, C. P. (2017). *The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, flows and resources*. Bonn, Alemania: United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU), & International Solid Waste Association (ISWA).

Baldé, C. P. (2024). *The Global E-waste Monitor 2024*. Ginebra, Suiza.

Banco Mundial. (2024). *E-waste Management and Circular Economy Strategies in Developing Countries*. World Bank Publications. Washington, D.C., EE. UU.

Commission, E. (2023). Obtenido de Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE): https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-electrical-and-electronic-equipment-weee_en

- Díaz Medrano, S., & Flores Lozada, M. (2020). *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en Latinoamérica: una revisión del manejo, estrategias y desafíos*. Universidad César Vallejo. Perú: Repositorio UCV.
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Ellen MacArthur Foundation*. Cowes, Reino Unido.
- Fernández Cruz, J. A. (2022). *Impacto del E-Waste en el contexto ecuatoriano*. Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil: Institucional UPS.
- Forti, V. B. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020*. Obtenido de United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA): <https://ewastemonitor.info/>
- Foundation, E. M. (2018). *Circular Consumer Electronics: An Initial Exploration*. Ellen MacArthur Foundation, Reino Unido (Ginebra, etc.).
- Ghisellini, P., Quinto, I., Passaro, R., & Ulgiati, S. (2023). Circular economy management of waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Italian urban systems: Comparison and perspectives. *Sustainability*, 9054.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Manabí. (2023). *Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Manabí*. Obtenido de Plan Bicentenario para el Desarrollo de Manabí 2023-2027.: <https://www.manabi.gob.ec/wp-content/uploads/2025/03/PDOT-MANABI-2023-2027.pdf>
- Group, W. B. (2023). *E-waste Management and Circular Economy Strategies in Developing Countries*. Washington, D.C., Estados Unidos: World Bank Publications.
- Haslinda, A. &. (2010). The implementation of ISO 14001 Environmental Management System. *Asian Social Science*, 100-107.

- Houessionon, M. G., Odusanya, D., Lawani, R. A., & Edoth, A. P. (2021). Environmental heavy metal contamination from electronic waste recycling: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 3517.
- Ikhlayel, M. (2018). Un enfoque integrado para establecer sistemas de gestión de residuos electrónicos en países en desarrollo. *Journal of Cleaner Production*, 119–130.
- International Telecommunication Union (ITU). (2023). *Global E-waste Policy Brief 2023: Circular Economy and Digital Waste Governance*. Ginebra, Suiza: ITU Publications.
- Kiddee, P. N. (2022). Electronic waste management approaches: An overview of sustainability and circular economy perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 132056.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the Circular Economy: An analysis of 114 definitions” (2017) en *Resources, Conservation & Recycling*. *Resources, Conservation & Recycling*, 221-232.
- Li, J., Achal, V., & Cao, X. (2022). E-waste recycling and management: Technological trends and global challenges. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 200123.
- MAATE. (2023). *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador (MAATE)*. Obtenido de Norma Técnica de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) – Acuerdo Ministerial No. 061: <https://www.ambiente.gob.ec/norma-tecnica-de-gestion-de-raee/>
- McAlister, M. Z. (2022). Systems thinking for effective interventions in global environmental health. *Environmental Science & Technology*, págs. 732-738.
- McDougall, F. R., White, P. R., & Franke, M. (2001). *Integrated solid waste management: A life cycle inventory*. Oxford: Blackwell Science.

- Murthy, V. &. (2022). A review on global e-waste management: Urban mining towards a sustainable future and circular economy. *Sustainability*, 647.
- Nandan, A., Kumar, S., Singh, R., Yadav, P., Sharma, R., & Chauhan, A. (2023). An integrated approach for electronic waste management—Overview of sources of generation, toxicological effects, assessment, governance, and mitigation approaches. *Sustainability*, 16946.
- Norazli, O., Roslina, M., Noor Ezlin, A., & Muhd Noor, M. Y. (2020). Developing an integrated electronic waste management approach in Malaysia. *Journal of Advanced Research in Business and Management Studies*, 5-13.
- OECD, O. f.-o. (2020). *OECD Policy Guidance on Resource Efficiency and Circular Economy*. Paris, Francia: OECD Publishing.
- OMS. (2021). *World Health Organization. (2021). Children and digital dumpsites: E-waste exposure and child health. WHO Press. Ginebra, Suiza.*
- Park, H. L. (2020). Multi-exposures to suspected endocrine disruptors in electronic waste recycling workers: Associations with thyroid and reproductive hormones. *Environment International*.
- Pengwei He, H. F.-S. (2022). Life Cycle Assessment of e-Waste – Waste Cellphone Recycling. En *Libro Electronic Waste capítulo 11* (pág. capítulo 11). Wiley-VCH (parte de O'Reilly).
- Secretariat, B. C. (2022). *United Nations Environment Programme*. Obtenido de <https://www.basel.int/Implementation/Ewaste/EwasteAmendments/Overview/tabid/9266/Default.aspx>

- Series, U. N. (1989). *United Nations Environment Programme (UNEP)*. Obtenido de United Nations Environment Programme (UNEP): <https://www.basel.int>
- Singh, R. P. (2023). Circular economy in e-waste management: Policy and practice. *Global Insights Journal*, 1.
- Union, I. T. (2022). *ITU-T L.1000 series: Guidelines for material recovery and environmentally sound e-waste management*. Ginebra, Suiza: TU Publications.
- UNITAR, & ITU. (2024). *The Global E-waste Monitor*. United Nations University / SCYCLE.
- UNITAR, & UNEP. (2023). *Global E-waste Monitor 2023*. Nairobi, Kenia: UNEP.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (2022). *United States Environmental Protection Agency (EPA)*. Obtenido de Sustainable Materials Management: Electronics: <https://www.epa.gov/smm-electronics>
- UNU; ITU; ISWA. (2020). *United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU), & International Solid Waste Association (ISWA)*. Obtenido de Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential: <https://www.itu.int/hub/2020/07/4-key-takeaways-from-the-new-global-e-waste-monitor-2020/>
- Williams, A. K. (2017). Systems thinking: A review of sustainability management research. *Journal of Cleaner Production*, 866-881.
- World Health Organization (WHO). (2024). *Children and digital dumpsites: Health risk assessment of hazardous electronic waste*. Ginebra, Suiza: WHO Press.
- Yuli Wirani, I. E. (2024). Marco de un sistema inteligente e integrado de gestión de residuos domésticos: una revisión sistemática de la literatura utilizando PRISMA. *Sostenibilidad*, 12.

- Zambrano Molina, B. S. (2025). *Avances en el procesamiento sostenible de residuos electrónicos: estrategias innovadoras para la recuperación y reutilización de materiales en el reciclaje tecnológico*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, Manta, Ecuador. Chone: repositorio ULEAM.
- Zhang, X., Liu, J., & Zhang, Y. (2022). A data-driven approach for e-waste management optimization: Tracking, inventory, and recycling efficiency. *Resources, Conservation and Recycling*, pág. 106201.

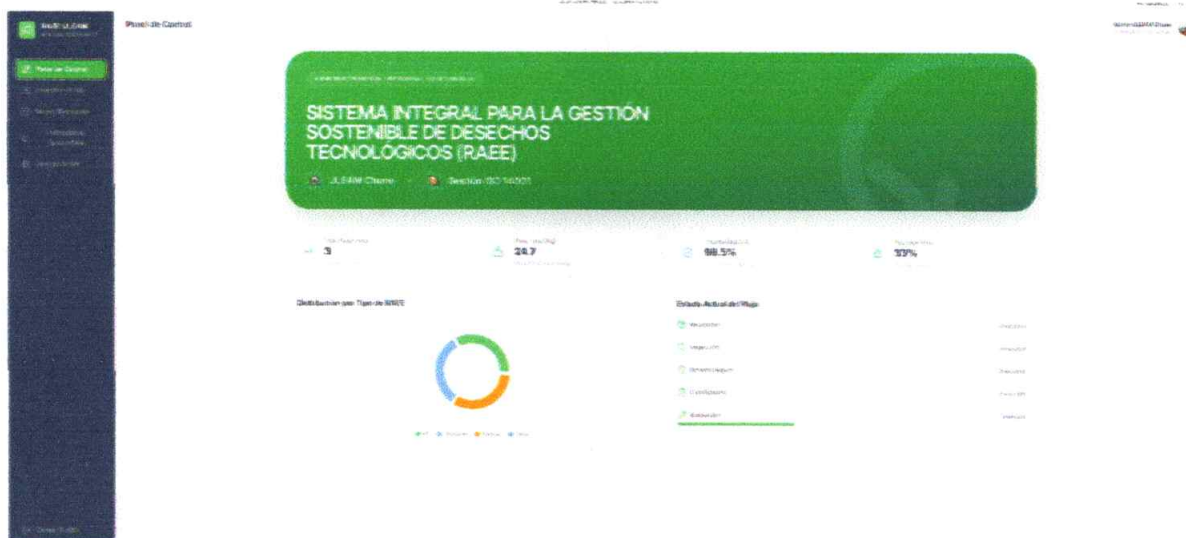
ANEXOS

ANEXOS

Anexo Nr1. Aplicativo web

Panel de Control (Dashboard) - Visión Ejecutiva

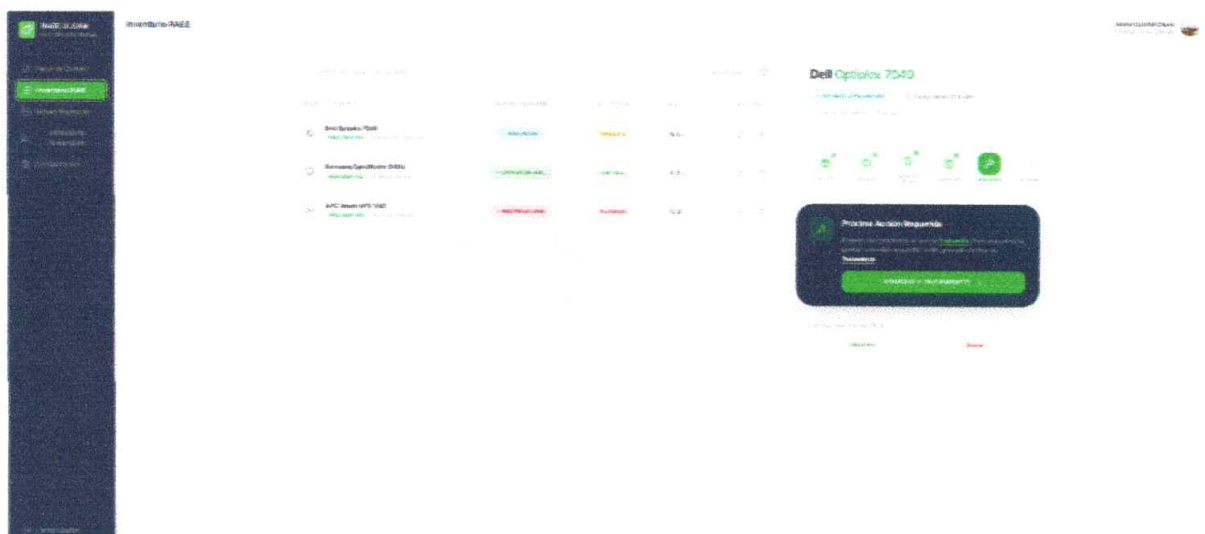
- **Funcionalidad:** Es el centro neurálgico del sistema. Ofrece una visión en tiempo real del impacto ambiental institucional.
- **KPIs Críticos:** Muestra el total de equipos, la masa acumulada (Kg), el porcentaje de cumplimiento normativo y la tasa de reciclaje final.
- **Distribución por Tipo:** Un gráfico circular categoriza los residuos (PCs, monitores, baterías), permitiendo identificar qué tipo de tecnología genera mayor volumen de desecho.
- **Estado del Flujo:** Barras de progreso que indican cuántos equipos hay en cada etapa (Recepción, Inspección, etc.), permitiendo detectar cuellos de botella en la gestión

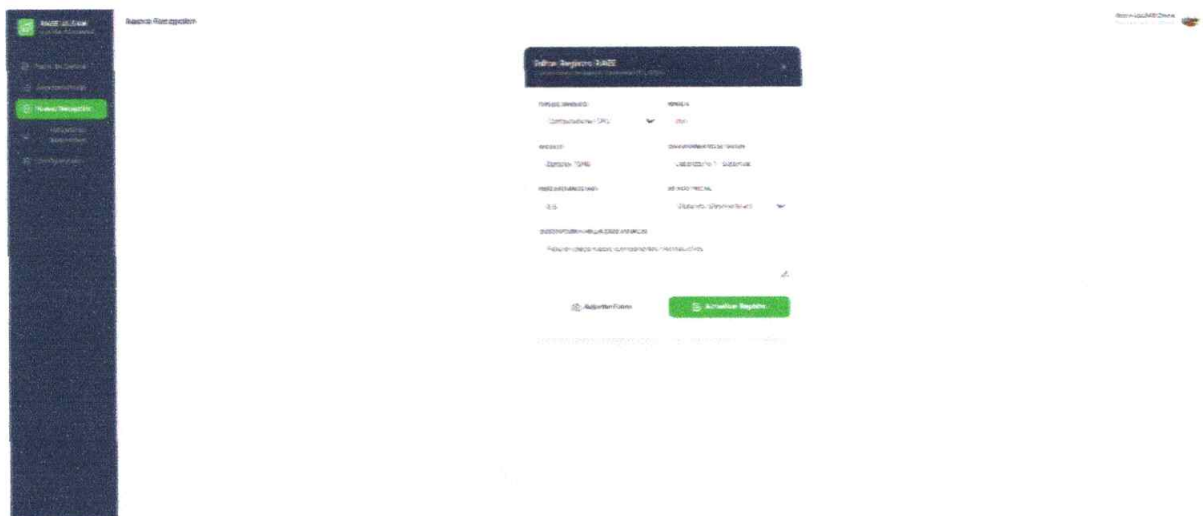


Inventario RAEE y Gestión de Ciclo de Vida - Módulo Operativo

- **Funcionalidad:** Permite la administración individualizada de cada equipo mediante un sistema de estados dinámicos.

- **Listado Inteligente:** Una tabla técnica con búsqueda avanzada que muestra el código interno único (QR), marca, modelo, masa y el estado de gestión actual.
- **Encabezado de Equipo (Rediseño):** Presenta de forma jerárquica el nombre del equipo y su código, integrando el Badge de Estado justo debajo para una identificación inmediata del nivel de procesamiento.
- **Línea de Tiempo (Stepper):** Un flujo visual de 9 etapas que guía al operador desde la recepción hasta la disposición final. Esto garantiza que no se salten pasos críticos como el "Borrado Seguro de Datos".
- **Tarjeta de Acción Requerida:** Un asistente inteligente que indica cuál es el siguiente paso lógico según la normativa, facilitando la toma de decisiones al usuario.





Registro y Recepción (Formularios) - Captura de Datos

- **Funcionalidad:** Asegura la integridad de los datos desde el momento en que el equipo ingresa al sistema.
- **Parametrización Técnica:** Captura datos precisos como el peso (crucial para informes de CO2), departamento de origen (para trazabilidad interna) y hallazgos visuales.
- **Clasificación de Condición:** Permite etiquetar el equipo como Funcional (reúso), Obsoleto (reciclaje) o Peligroso (tratamiento especial), alineándose con la jerarquía de gestión de residuos.



Inicio de Sesión

Inicio de Sesión

Indicadores de Sostenibilidad (Reportes) - Evidencia de Impacto

- **Funcionalidad:** Transforma los datos operativos en métricas de responsabilidad social y ambiental.
- **Cálculo de CO2e:** El sistema traduce automáticamente los kilogramos de RAEE gestionados en Dióxido de Carbono (CO2) evitado, una métrica estándar en informes de sostenibilidad.
- **Gráfico de Trazabilidad:** Visualiza la masa gestionada a lo largo del tiempo, permitiendo analizar tendencias de generación de residuos en la universidad.
- **Exportación PDF:** Genera documentos formales con encabezados institucionales, listos para ser presentados en auditorías de calidad o informes de gestión anual.



Impacto_RAEE_ULEAM_3768544267755.pdf

ESTADÍSTICAS DE GESTIÓN SOSTENIBLE RAEE

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí - Sede E - EXTENSIÓN Q - CHA

INDICADORES CLAVE:

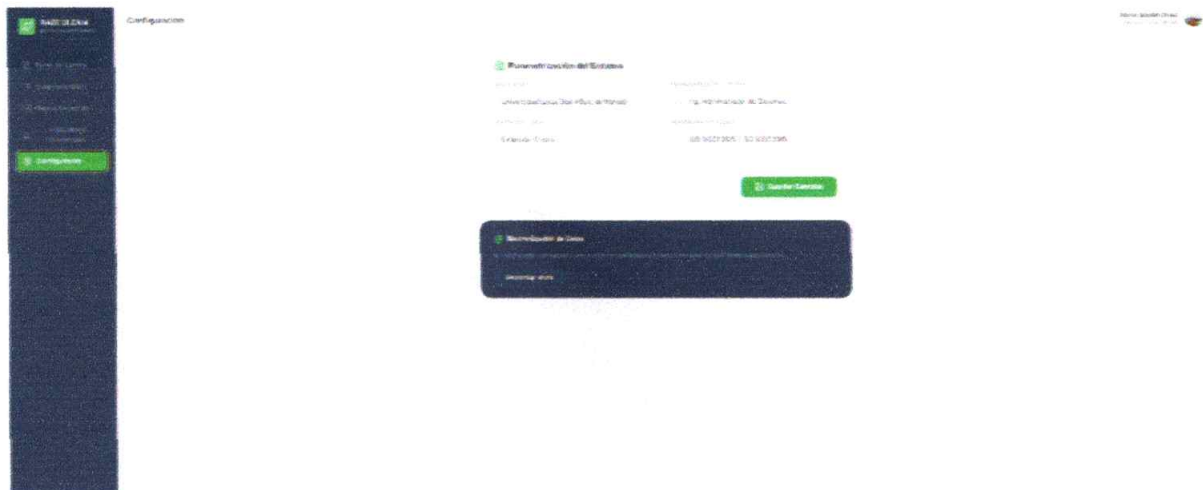
- Total Masa Gestionada: 24.70 kg
- Impacto Ambiental (CO₂e Evitado): 61.8 kg
- Total de Equipos Procesados: 3
- Tasa de Recuperación: 34.4%

Código QR	Categoría	Marca/Modelo	Área de Origen	Estado Actual	Masa
RAEE-2024-001	PC	Dell	Laboratorio 1 - Sistemas	TRATAMIENTO	8.3 kg
RAEE-2024-002	MONITOR	Samsung	Secretaría General	DISPOSICIÓN FINAL	4.2 kg
RAEE-2024-003	BATERIA	APC	Centro de Computo	DISPOSICIÓN FINAL	2.2 kg

Configuración y Parametrización - Escalabilidad

- **Funcionalidad:** Permite adaptar el sistema a los cambios institucionales.
- **Personalización:** Ajuste de nombres de responsables, normativas aplicables y sedes.

- **Sincronización:** Preparado para conectar con bases de datos centrales, asegurando que la información de la Extensión Chone sea consistente con la matriz.



Anexo Nr2. Encuesta

- 1. ¿Con qué frecuencia utiliza dispositivos tecnológicos (computadores, celulares, impresoras, proyectores, etc.) en sus actividades académicas o laborales dentro de la universidad?**

Siempre

Frecuentemente

Ocasionalmente

Rara vez

Nunca

- 2. ¿Qué hace generalmente con los dispositivos tecnológicos que dejan de funcionar o quedan obsoletos?**

Los guardo en casa/oficina

Los boto con la basura común

Los vendo o entrego a terceros

Los llevo a puntos de recolección (si existen)

No sé qué hacer con ellos

- 3. ¿Conoce si en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, existe algún mecanismo formal para la recolección de residuos tecnológicos (RAEE)?**

Sí, conozco que existe un mecanismo formal.

He escuchado algo al respecto, pero no tengo información clara.

No estoy enterado del tema

Desconozco del tema

Considero que no existe ningún mecanismo formal.

- 4. ¿Qué aspectos considera más importantes en la gestión de residuos tecnológicos dentro de la extensión universitaria?**

Recolección y almacenamiento adecuado

Reciclaje y reutilización

Educación y concienciación ambiental

Cumplimiento normativo

Reducción de riesgos a la salud

- 5. ¿Considera que los residuos tecnológicos (RAEE) representan un problema ambiental y de salud para la comunidad universitaria?**

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Indiferente

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

- 6. ¿Ha recibido alguna capacitación, charla o información sobre el manejo de residuos tecnológicos en la universidad?**

Sí, en varias ocasiones.

Algunas veces

Solo una vez.

No, nunca he recibido información al respecto.

No estoy seguro(a).

Ninguna prioridad.

- 7. ¿Qué nivel de conocimiento cree tener sobre las normativas ambientales relacionadas con el manejo de residuos tecnológicos en Ecuador?**

Muy alto.

Alto

Medio

Bajo

Ninguno

- 8. ¿Qué tan dispuesto estaría a participar en campañas de recolección y clasificación de desechos tecnológicos dentro de la universidad?**

Muy dispuesto

Dispuesto

Indiferente

Poco dispuesto

Nada dispuesto

- 9. ¿Considera que la ULEAM debería integrar tecnologías de la información (software de trazabilidad, registros digitales, automatización) en el manejo de residuos tecnológicos?**

Totalmente de acuerdo.

De acuerdo.

Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

En desacuerdo.

Totalmente en desacuerdo.

- 10. En su opinión, ¿qué nivel de prioridad debería darle la universidad a la gestión sostenible de los desechos tecnológicos?**

Muy alta

Alta

Media

Baja

Ninguna

- 11. ¿Qué beneficios cree que tendría la implementación de un sistema integral de gestión de residuos tecnológicos en la universidad? (Seleccione los que considere)**

Disminución de la contaminación ambiental

Aprovechamiento de materiales reutilizables

Cumplimiento de normativas nacionales

Desarrollo de una cultura ambiental en la comunidad universitaria

Innovación y uso práctico de las TIC

- 12. ¿Cree usted que la universidad debería implementar un sistema integral para la gestión sostenible de desechos tecnológicos?**

Es totalmente necesario implementarlo.

Sería conveniente aplicarlo a corto plazo.

Podría considerarse a futuro.

No lo considero una prioridad actual.

No es necesario implementarlo.

Anexo Nr3. Entrevista

Título del proyecto: “Sistema integral para la gestión sostenible de desechos tecnológicos en el entorno de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone.”

Tipo de instrumento: Guía de entrevista semiestructurada

Dirigida a: Ing. Frank Ponce

Objetivo:

Recolectar información cualitativa sobre las políticas, prácticas y desafíos institucionales relacionados con la gestión de desechos tecnológicos (RAEE) en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, con el fin de aportar al diseño de un sistema integral sostenible.

Datos generales del entrevistado

Nombre: Ing. Frank Ponce

Preguntas de la entrevista

1. Conocimiento y situación actual

¿Cómo describiría la situación actual de la universidad respecto al manejo de los desechos tecnológicos (como computadoras, impresoras o periféricos en desuso)?

¿Existe actualmente algún procedimiento formal o protocolo interno para la recolección, almacenamiento o disposición final de los residuos tecnológicos?

¿Quién o qué departamento se encarga de gestionar estos residuos dentro de la universidad?

¿Con qué frecuencia se realiza el retiro o disposición de equipos tecnológicos que ya no se utilizan?

2. *Prácticas institucionales y recursos*

¿Qué tipo de registro o control se lleva sobre los equipos tecnológicos en desuso dentro de las dependencias universitarias?

¿La institución cuenta con algún espacio físico destinado al almacenamiento temporal de estos equipos?

Desde su experiencia, ¿considera que la universidad dispone de recursos suficientes (humanos, tecnológicos y financieros) para implementar un sistema de gestión de residuos tecnológicos más eficiente?

¿Qué tipo de apoyo o colaboración cree que sería necesario para fortalecer la gestión ambiental en esta área?

3. *Aspectos normativos y ambientales*

¿Tiene conocimiento de las normativas nacionales o institucionales que regulan el manejo de los residuos tecnológicos (como el Acuerdo Ministerial 061 del MAATE)?

¿La universidad ha recibido capacitaciones o ha desarrollado campañas internas sobre reciclaje o manejo responsable de residuos tecnológicos?

4. *Propuesta y visión futura*

¿Cuál considera que sería la principal ventaja de implementar un sistema integral automatizado para la gestión sostenible de desechos tecnológicos en la universidad?

Desde su perspectiva, ¿qué factores deberían tomarse en cuenta para asegurar la sostenibilidad y éxito de una propuesta de este tipo en la Extensión Chone?

Agradecimiento:

Agradecemos su colaboración y el tiempo dedicado para compartir su experiencia. La información recopilada será utilizada únicamente con fines académicos dentro del marco del proyecto de titulación.