

Recibido: 20/febrero/2025 Aceptado: 10/julio/2025

Prevención y gestión de residuos electrónicos para reducir la contaminación ambiental en el cantón Jipijapa (Original)

Prevention and management of electronic waste to reduce environmental pollution in the Jipijapa canton (Original)

Marleydis Claudia Solis Maldonado. *Ingeniera Ambiental. Graduada de carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa. Manabí. Ecuador.* [solis-marleydis5181@unesum.edu.ec]
[<https://orcid.org/0000-0003-2210-6642>]

Margarita Jesús Lino García. *Ingeniera en Medio Ambiente. Magister en Administración Ambiental. Doctorando en Ciencias Ambientales. Docente en la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente en la Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura en la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa. Manabí. Ecuador.* [margarita.lino@unesum.edu.ec]
[<https://orcid.org/0000-0002-8948-5491>]

Kirenia Maldonado Zuñiga. *Doctorando en Tecnologías de la Información y Comunicación en la Universidad Nacional de Piura, Perú. Magister en Inteligencia Artificial Aplicada. Magister en Ciencias de la Educación. Licenciada en Educación Informática. Docente de la carrera Tecnologías de la Información de la Facultad Ciencias Técnicas en la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Catedrática de la maestría en TIC en el Instituto de Posgrado Unesum. Jipijapa, Manabí, Ecuador.* [kirenia.maldonado@unesum.edu.ec]
[<https://orcid.org/0000-0002-3764-5633>]

Resumen

La investigación tuvo como objetivo principal, desarrollar un plan de prevención y gestión para la contaminación ambiental provocada por los residuos electrónicos en el cantón Jipijapa. Hoy en día la creciente cantidad de residuos electrónicos generados y la falta de un sistema de gestión para el tratamiento adecuado de los mismos, representa un riesgo significativo para el medio ambiente. La importancia de este estudio radica en que se busca mitigar los impactos negativos ambientales causados por los residuos electrónicos, así como fomentar una cultura de sostenibilidad y responsabilidad ambiental en la comunidad local. Se utilizó una metodología descriptiva, con una ruta mixta, en la que se emplearon métodos científicos del nivel teórico, empírico y estadístico matemático tales como histórico-lógico, análisis-síntesis, inducción deducción, hipotético-deductivo, así como las técnicas, la observación, la encuesta y la revisión bibliográfica, estas permitieron un análisis detallado de los tipos de residuos electrónicos, su composición tóxica y los impactos ambientales asociados. Los resultados revelaron una



prevalencia significativa de residuos electrónicos peligrosos como baterías, monitores y dispositivos móviles, que contienen sustancias tóxicas como plomo y mercurio. Estos contaminantes están afectando negativamente el suelo, el agua y el aire de la región. Basado en estos hallazgos, se desarrolló un plan estructurado en cuatro fases: prevención, recogida y almacenamiento, tratamiento y reciclaje, y educación comunitaria. Se concluye que el desarrollo del plan fue esencial para reducir la contaminación ambiental en Jipijapa, promoviendo un manejo sostenible y responsable de los residuos electrónicos, para la protección del medio ambiente local.

Palabras claves: residuos electrónicos; contaminación; medio ambiente; prevención y gestión

Abstract

The article contains the results of a research intended to develop a prevention and management plan for environmental pollution caused by electronic waste in Jipijapa canton. Today, the growing amount of electronic waste generated and the lack of a management system for its proper treatment represent a significant risk to the environment. The importance of this study lies in its aim to mitigate the negative environmental impacts caused by electronic waste, as well as to foster a culture of sustainability and environmental responsibility in the local community. A descriptive methodology was used, with a mixed approach, in which scientific methods at the theoretical, empirical, and statistical-mathematical levels were employed, such as historical-logical, analysis-synthesis, induction-deduction, hypothetical-deductive, as well as observation, survey, and literature review techniques. These methods allowed for a detailed analysis of the types of electronic waste, its toxic composition, and associated environmental impacts. The results revealed a significant prevalence of hazardous electronic waste such as batteries, monitors, and mobile devices, which contain toxic substances such as lead and mercury. These pollutants are negatively affecting the region's soil, water, and air. Based on these findings, a four-phase plan was developed: prevention, collection and storage, treatment and recycling, and community education. It is concluded that the development of the plan was essential to reducing environmental pollution in Jipijapa, promoting sustainable and responsible management of electronic waste for the protection of the local environment.

Keywords: electronic waste; pollution; environment; prevention and management



Introducción

En el siglo XXI, la sociedad ha sido testigo del avance tecnológico que ha transformado la vida humana. Sin embargo, este progreso también ha traído consigo una preocupación creciente: la contaminación ambiental causada por los residuos electrónicos. Desde los dispositivos electrónicos que mejoran la calidad de vida hasta las innovadoras herramientas de comunicación; los avances tecnológicos han enriquecido la existencia en formas inimaginables. No obstante, detrás de esta maravilla moderna se esconde un desafío emergente: la contaminación y gestión adecuada de los residuos electrónicos (Cárdenas et al., 2019).

La creciente revolución tecnológica y el vertiginoso avance de la electrónica han marcado un hito en la historia de la humanidad, impulsando el desarrollo de sociedades más conectadas y eficientes. Con la rápida obsolescencia de dispositivos electrónicos y el constante aumento en su producción, así como el manejo inadecuado de estos desechos se ha convertido en una grave amenaza para el medio ambiente, este tipo de residuos es altamente peligroso, además de contaminar, puede conllevar problemas muy serios para la salud, tanto de las personas como de los ecosistemas naturales.

En América Latina, la situación no es menos preocupante. La región carece, en general, de políticas eficaces y estructuras suficientes para la gestión de residuos electrónicos. América Latina genera aproximadamente 13 millones de toneladas de residuos electrónicos al año, con tasas de reciclaje que apenas alcanzan el 3%. Esto expresa la necesidad urgente de desarrollar estrategias y planes de acción que permitan abordar de manera integral la problemática. Esto lleva a prácticas de disposición inadecuadas como la acumulación en vertederos o la quema al aire libre, lo que conlleva graves riesgos medioambientales y de salud (Gutiérrez, 2021).

Ecuador, enfrenta serios retos en la gestión de estos residuos. A pesar de contar con marcos legales que regulan el manejo de desechos, el país aún lucha por implementar un sistema eficaz de gestión de residuos electrónicos. El aumento en el consumo de productos electrónicos ha estado acompañado de una creciente preocupación sobre el destino de los dispositivos desechados.

En el cantón Jipijapa, perteneciente a la provincia de Manabí en Ecuador, existe la problemática de la acumulación de residuos electrónicos, actualmente se mantiene un crecimiento económico, sustentado en el progreso tecnológico, lo que ha generado un incremento significativo en la generación de residuos electrónicos, que van desde el uso de teléfonos móviles



hasta los diferentes electrodomésticos quedando obsoletos en poco tiempo, estos desechos han inundado los vertederos y por lo regular no han sido manejados adecuadamente, lo que conlleva a la búsqueda de una solución a este problema para lograr la prevención y gestión de los mismos (Pérez-Neuta, 2019).

Este trabajo de investigación tiene como objetivo principal el desarrollo de un plan de prevención y gestión de la contaminación por residuos electrónicos en el cantón Jipijapa, para darle cumplimiento a este objetivo se conocerán los diferentes residuos electrónicos que contaminan el medio ambiente, para luego identificar el tipo de contaminación ambiental que provocan los materiales tóxicos que están presentes en los residuos electrónicos en el cantón Jipijapa, sector urbano y por último establecer las fases del plan de prevención y gestión para la disminución de la contaminación ambiental provocada por los residuos electrónicos.

Este estudio se enmarca como resultado de la integración de los proyectos de investigación y de vinculación titulados: “Tecnologías aplicadas a la toma de decisiones para la innovación y el desarrollo integral de la zona sur de Manabí”, “Gestión del conocimiento para la transferencia tecnológica en la Universidad Estatal del Sur de Manabí” con la participación de docentes del grupo de investigación: “Desarrollo e innovación en tecnologías de la información y las comunicaciones” (DITIC) de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

La generación de residuos electrónicos ha aumentado significativamente en los últimos años. En 2019, se generaron 53,6 millones de toneladas métricas de residuos electrónicos a nivel mundial (Forti et al., 2020). Estos contienen componentes tóxicos como plomo, mercurio y cadmio, que pueden filtrarse al suelo y cuerpos de agua, contaminando el ecosistema (Martínez et al., 2019), lo que provoca problemas de salud humana por la exposición a los productos químicos tóxicos liberados de residuos electrónicos, estos pueden llevar a efectos adversos en la salud, incluyendo enfermedades respiratorias y problemas neurológicos (Mero et al., 2022).

Materiales y métodos

Según Hernández-Sampieri (2018) en sus diferentes clasificaciones, a partir de considerar las dimensiones en que se produce el proceso investigativo, por el propósito y finalidad que se persigue en esta investigación se considera aplicada, la cual depende de la investigación previamente pura.

Según la ruta se clasificó cualitativa-cuantitativa (mixta), pues se emplean métodos de recolección de datos y a la vez se utilizan recursos estadísticos para la exposición de datos, esto



permitirá recopilar información, identificando los hábitos de reciclaje y tratamiento de los residuos electrónicos en el cantón Jipijapa, sector urbano. Por el nivel de conocimientos que se adquiere en la investigación, se considera descriptiva no experimental, en la cual se detalla paso a paso el desarrollo del plan de prevención y gestión para la disminución de la contaminación ambiental provocada por los residuos electrónicos en el cantón Jipijapa, sector urbano. Se utilizaron métodos de la investigación científica tales como:

Histórico-lógico: se aplicó en la búsqueda de los antecedentes investigativos relacionados a diferentes residuos electrónicos que contaminan el medio ambiente.

Análisis-síntesis: se utilizó para identificar los tipos de contaminación ambiental provocada por los residuos electrónicos existente en el cantón Jipijapa.

Inducción-deducción: se usó en los referentes teóricos para el desarrollo del plan de prevención y gestión de la contaminación ambiental provocada por los residuos electrónicos.

Encuesta: se realizaron para tener conocimiento directo sobre las necesidades y criterios de los partícipes referente a la necesidad de desarrollar un plan de prevención y gestión para la contaminación ambiental provocada por los residuos electrónicos en el cantón Jipijapa, sector urbano.

Revisión Bibliográfica: se realizó a través de la búsqueda de información relacionada al tema tratado, derivada de otras investigaciones como de tesis, artículos científicos, libros, páginas web, entre otros documentos que aportan al desarrollo de la investigación.

Estadística Inferencial y Estadística Descriptiva: se utilizó para obtener los resultados inéditos de las encuestas realizadas.

Para la población y muestra se consideró al personal que trabaja directamente con los residuos electrónicos en el cantón Jipijapa, sector urbano, como son los emprendimientos que realizan ventas y reparación de estos equipos electrónicos, la cual está conformada por 41 personas las cuales desarrollan sus labores diarias con el uso de los residuos antes mencionados.

Resultados y discusión

En las encuestas realizadas las siguientes preguntas fueron clave para el desarrollo de la investigación, a continuación, se exponen las más relevantes con su resultado:

Pregunta 1. ¿Conoce usted, los daños que causan los residuos eléctricos y electrónicos al medio ambiente?



Tabla 1. Conocimiento acerca de los daños que causan los residuos eléctricos y electrónicos al medio ambiente

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Sí	11	26.83%
No	9	21.95%
Tal vez	21	51.22%
Total	41	100%

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados sugieren que, aunque existe un conocimiento, todavía hay un porcentaje significativo de personas que no lo comprenden de la misma manera.

Pregunta 2. ¿Cuáles son los equipos eléctricos y electrónicos con los que más trabaja?

Tabla 2. Equipos eléctricos y electrónicos con los que más trabaja

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Teléfonos móviles	14	34.14%
Tabletas	3	7.32%
Computadoras (laptops, desktops)	12	29.26%
Relojes inteligentes (smartwatches)	0	0%
Cámaras digitales	0	0%
E-readers (lectores de libros electrónicos)	0	0%
Sistemas de entretenimiento en casa (reproductores de DVD/Blu-ray, consolas de videojuegos)	2	4.88%
Electrodomésticos	3	7.32%
Equipos de Oficina	3	7.32%
Equipos de Comunicación	2	4.88%
Sistemas de intercomunicación	0	0%
Equipos de Audio y Video	2	4.88%
Equipos Médicos Electrónicos	0	0%



Equipos Industriales	0	0%
Otros	0	0%
Total	41	100%

Fuente: Elaboración propia.

Según la pregunta realizada se aprecia que los más comunes fueron los teléfonos móviles, lo que representa el 34.14%.

Pregunta 3. ¿Qué hace usted con los equipos que ya no funcionan y se consideran como residuos electrónicos?

Tabla 31. Equipos que ya no funcionan y se consideran como residuos electrónicos

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Los desarma para tomar algunas piezas que aún funcionan	7	17.07%
Los vende como materia prima	2	4.88%
Los almacena	10	24.39%
Se desechan de forma adecuada para que no dañen el medio ambiente	0	0%
Se desechan a la basura común	21	51.22%
Otros	1	2.44%
Total	41	100%

Fuente: Elaboración propia.

Lo que llama la atención aquí es que ninguno mencionó que los desechan de forma adecuada para que no dañen el medio ambiente, esto confirma la importancia de desarrollar un plan de prevención y gestión de la contaminación ambiental por residuos electrónicos.

Pregunta 4. ¿Conoce usted, las sustancias tóxicas que contienen estos residuos eléctricos y electrónicos?

Tabla 4. Sustancias tóxicas que contienen los residuos electrónicos

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Sí	8	19.51%
No	12	29.27%



Tal vez	21	51.22%
Total	41	100%

Fuente: Elaboración propia.

Se interpretó que 8 de los encuestados respondieron que sí, lo que representa un 19.51%, en cambio 12 de los encuestados mencionan que no y esto representa el 29.27%, mientras que 21 expresan que tal vez, lo que representa el 51.22%, para un total de 41 encuestados con el 100%. Se aprecia como es una necesidad dar a conocer las sustancias tóxicas que contienen los residuos eléctricos y electrónicos para proteger el medio ambiente.

Pregunta 5. ¿Cree usted que con el plan de prevención y gestión contribuya en la disminución de la contaminación ambiental que dejan los residuos eléctricos y electrónicos por las sustancias tóxicas como son el: plomo, mercurio, cadmio y bromo, los cuales se filtran en el suelo y el agua, dañando significativamente al medio ambiental?

Tabla 52. El plan de prevención y gestión contribuye a la disminución de la contaminación ambiental

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Sí	33	80.49%
No	0	0%
Tal vez	8	19.51%
Total	41	100%

Fuente: Elaboración propia.

Las respuestas fueron clave para comprobar la importancia del plan de prevención y gestión para disminución de la contaminación ambiental, para lo cual 33 participantes mencionaron que sí lo que representa el 80.49%, mientras que 8 respondieron que tal vez para un 19.51% y cero participantes respondió no, para un total de 41 encuestado con el 100%.

A continuación, se muestra cómo los componentes dañinos de cada tipo de residuo electrónico contribuyen a la contaminación ambiental y sus consecuencias negativas para los ecosistemas, la fauna y la salud humana. La correcta gestión de estos residuos es esencial para proteger el medio ambiente y reducir el impacto de la contaminación.



Tabla 6. Material tóxico en residuos electrónicos y su contaminación ambiental

Material Tóxico en Residuos Electrónicos	Contaminación Ambiental	Dispositivos	Consecuencias para el Medio Ambiente y la Salud	Nivel de Contaminación (%)
Plomo	Contaminación del suelo y agua	Monitores CRT, baterías, soldaduras	Afecta los sistemas nervioso y renal; acumula en el suelo y contamina aguas subterráneas.	60-80%
Mercurio	Contaminación del agua y aire	Lámparas fluorescentes, baterías, termómetros	Afecta la vida acuática y se bioacumula en la cadena alimentaria, dañando la salud humana y animal.	50-70%
Cadmio	Contaminación del suelo y agua	Baterías recargables, paneles solares	Tóxico para el sistema respiratorio; se acumula en los suelos, afectando la flora y la fauna.	40-60%
Cromo hexavalente	Contaminación del suelo y agua	Dispositivos metálicos y electrodomésticos	Cancerígeno; afecta el sistema respiratorio y la salud del suelo y el agua, dañando organismos acuáticos.	70-90%
Arsénico	Contaminación del suelo y agua	Teléfonos móviles, componentes electrónicos	Tóxico y cancerígeno; contamina aguas subterráneas y puede afectar la salud de las personas y animales.	50-80%
Retardantes de llama bromados	Contaminación del suelo y aire	Plásticos, carcasas de dispositivos	Se acumulan en el medio ambiente y son tóxicos para la fauna y humanos, afectando el sistema endocrino.	30-50%
PVC (Cloruro de Polivinilo)	Contaminación del aire y suelo	Cables y aislantes	Emite dioxinas y furanos al quemarse, que son altamente cancerígenos y persistentes en el ambiente.	60-85%



Material Tóxico en Residuos Electrónicos	Contaminación Ambiental	Dispositivos	Consecuencias para el Medio Ambiente y la Salud	Nivel de Contaminación (%)
Níquel	Contaminación del suelo y agua	Baterías recargables, teléfonos móviles	Puede contaminar aguas y suelos, afectando plantas y fauna; en humanos, afecta los riñones y el sistema respiratorio. Inhalación puede provocar enfermedades	40-60%
Berilio	Contaminación del aire	Placas base, conectores	pulmonares graves y afecta a la calidad del aire en el entorno urbano.	20-40%
Antimonio	Contaminación del suelo y agua	Retardantes de llama en dispositivos	Afecta el crecimiento de plantas; tóxico para organismos acuáticos, alterando la biodiversidad local.	30-50%
Litio	Contaminación del suelo y agua	Baterías de teléfonos y laptops	Riesgo de explosión y fuego al contacto con agua; puede contaminar aguas subterráneas, afectando flora y fauna.	40-70%
Selenio	Contaminación del agua	Paneles solares, equipos de telecomunicaciones	Afecta la calidad del agua, provocando toxicidad en peces y en seres humanos puede causar problemas neurológicos.	30-50%

Fuente: Elaboración propia.

La presencia de estos materiales tóxicos en los residuos electrónicos en el sector urbano de Jipijapa causa contaminación de suelos, aguas y aire, afectando tanto al medio ambiente como la salud humana. La contaminación de suelos y aguas afecta la flora y fauna local, altera los ecosistemas y pone en riesgo la salud pública, mientras que la contaminación del aire, en



especial al quemar residuos, contribuye a la emisión de compuestos tóxicos que pueden tener efectos cancerígenos y afectar el sistema respiratorio de los habitantes del sector.

Los residuos electrónicos contienen una variedad de materiales peligrosos, incluidos metales pesados como el plomo, el mercurio y el cadmio, así como productos químicos tóxicos. Los dispositivos electrónicos albergan una gama de componentes, incluyendo circuitos impresos, baterías, cables, plásticos y metales. Los metales preciosos como oro, plata, paladio y platino se encuentran en cantidades relativamente pequeñas (Rodríguez, 2019).

Los residuos electrónicos están constituidos en un 40% de metales, 30% de plásticos (polímeros) y un 30% de cerámicas (óxidos refractarios). Con respecto a los plásticos estos pueden ser clasificados en dos categorías: aquellos que poseen retardantes de llama y aquellos que no cuentan con esta característica. Así mismo, el vidrio es otro componente presente a menudo en los aparatos electrónicos visualizadores como pantallas de cristal líquido o los tradicionales tubos de rayos catódicos (Molina, 2020).

Según Merino (2013) un teléfono celular que contiene una batería de níquel llega a contaminar 50.000 litros de agua y afectar diez metros cúbicos del suelo, además, la presencia de componentes tóxicos puede impactar negativamente al ambiente y a la salud de las personas. La sensibilización y educación pública también juegan un papel crucial en la prevención y reducción de residuos electrónicos (Merchán et al., 2020).

La prevención y reducción de residuos electrónicos son enfoques vitales para mitigar los impactos negativos de los desechos electrónicos. A través del eco-diseño, reutilización, educación y colaboración entre diversos actores, se puede lograr un cambio significativo hacia un sistema más sostenible y responsable en la gestión de productos electrónicos (Peter, 2020). Este estudio ha demostrado la importancia de uno de los principales desafíos para la gestión adecuada de los residuos electrónicos en Jipijapa. A continuación, se presenta el plan con sus fases:

El plan se enfoca en reducir el impacto ambiental de los residuos electrónicos mediante una gestión integral que abarca desde la prevención en la fuente como son los emprendimientos de la ciudad de Jipijapa, sector urbano, hasta la educación y sensibilización de la comunidad en general. Este plan no solo ayudará a mitigar los efectos negativos en el medio ambiente, sino que también impulsará la sostenibilidad y responsabilidad social en los emprendimientos que



manejan estos residuos. El plan se divide en cuatro fases, las cuales son: Prevención, Almacenamiento, Tratamiento y reciclaje, Educación y sensibilización.

Fase 1: Prevención

Objetivo: Minimizar la generación de residuos electrónicos.

Acciones: Evaluación de materiales: se identifican los materiales peligrosos en cada uno de los productos eléctricos y electrónicos, así como utilizar componentes actualizados que prolonguen la vida útil de los equipos.

Utilizar productos duraderos: Trabajar con equipos electrónicos que sean fáciles de reparar, actualizar, reciclar y sobre todo amigables con el medio ambiente y fomentar en los usuarios la importancia de la utilización de dispositivos con una vida útil más larga, reduciendo así la frecuencia de reemplazo.

Estrategias de reducción: Implementar la reducción de residuos electrónicos en el proceso de reparación, priorizando la eficiencia en el uso de recursos y establecer procesos que faciliten la reventa o reciclaje de productos electrónicos usados (Pérez-Neuta, 2019).

Fase 2: Almacenamiento

Objetivo: Asegurar la recolección y almacenamiento adecuado de los residuos electrónicos para su posterior tratamiento.

Acciones: Recolección: establecer tiempos específicos y puntos de recolección estratégicos y accesibles donde los consumidores puedan depositar sus residuos electrónicos y organizar periódicamente los residuos electrónicos teniendo en cuenta las características de los mismos para el reciclaje.

Clasificación y Almacenamiento: desarrollar un sistema de clasificación para separar los residuos electrónicos en diferentes categorías (baterías, pantallas, circuitos impresos, entre otros). Así como asegurar el almacenamiento seguro de residuos peligrosos, como baterías de litio y otros componentes que contengan sustancias tóxicas, para evitar riesgos ambientales. De igual forma llevar a cabo el correcto almacenamiento teniendo en cuenta al efectuarse la temperatura ambiente para evitar que posibles agentes contaminantes logren dañar el medio ambiente. El piso debe ser impenetrable, de esta forma no se produce ningún tipo de filtración y no se contamina el suelo. El espacio debe ser lo suficientemente amplio y adecuado para que no se presenten problemas con el almacenamiento.



Transporte Seguro: En el caso de ser trasladado se debe garantizar un transporte adecuado y seguro de los residuos desde los puntos de recogida hasta las instalaciones de tratamiento, minimizando posibles fugas o derrames de sustancias peligrosas.

Fase 3: Tratamiento y Reciclaje

Objetivo: Recuperar materiales valiosos y eliminar de manera segura los residuos electrónicos.

Acciones: Desmontaje y separación de componentes: desarrollar procesos para el desmontaje seguro de los dispositivos electrónicos, separando componentes reutilizables y reciclables. Las pilas y baterías usadas se deben ubicar en un recipiente plástico y resistente, en el cual no exista humedad para evitar que sus elementos químicos reaccionen entre ellos. En cuanto a pantallas y monitores con tubos de rayos catódicos y en general los diferentes tipos de pantallas, deben mantenerse intactos para su reciclaje. Implementar tecnologías de separación avanzadas para recuperar metales preciosos y otros materiales valiosos.

Reciclaje de materiales: El reciclaje se utiliza como estrategia para disminuir la cantidad de residuos electrónicos, de esta forma con componentes de un equipo en desuso, se arregla otro dispositivo prolongando su vida útil. Colaborar con empresas de reciclaje certificadas para procesar y reutilizar los materiales recuperados. Implementar un sistema de reciclaje donde los materiales recuperados se reincorporen en nuevos productos electrónicos.

Gestión de residuos no reciclables: Identificar y gestionar de manera segura los residuos electrónicos que no pueden ser reciclados, como aquellos que contienen sustancias tóxicas tales como son el: cadmio; cobre, plomo, grafeno, litio, aluminio, estaño, entre otros. Se debe quitar la tinta de los aparatos y colocarlos en envases plásticos impermeables de esta manera se previene el derrame de tinta y se evita la contaminación ambiental. Implementar prácticas de disposición final que minimicen el impacto ambiental, como la incineración controlada con recuperación de energía o el almacenamiento en vertederos seguros. Tener mínimo dos extintores para ser utilizados en casos de emergencia.

Fase 4: Educación y Sensibilización

Objetivo: Crear conciencia sobre la importancia de la correcta gestión de los residuos electrónicos para el cuidado del medio ambiente.

Acciones: Capacitación para emprendedores: organizar talleres y seminarios para emprendedores sobre las mejores prácticas en la gestión de residuos electrónicos, incluyendo



temas de reciclaje, seguridad y sostenibilidad. Proporcionar guías y recursos para la implementación del plan de gestión de residuos en sus operaciones diarias.

Campañas de sensibilización comunitaria: Desarrollar campañas educativas dirigidas a la comunidad para promover la correcta disposición y reciclaje de residuos electrónicos. Colaborar con escuelas, organizaciones y gobiernos locales para integrar la gestión de residuos electrónicos en los programas educativos y políticas públicas.

Promoción de la economía circular: Fomentar la adopción de prácticas de economía circular en los emprendimientos, incentivando el uso de materiales reciclados y la reducción de la producción de nuevos residuos. Crear redes de colaboración entre emprendedores, recicladores y otros actores clave para maximizar la eficiencia y sostenibilidad del ciclo de vida de los productos electrónicos.

Logros y beneficios que se obtienen: reducción del impacto ambiental, protección al medio ambiente, disminución de la contaminación, preservación de recursos naturales, mejora de la salud pública, creación de entornos más seguros, impulso a la economía circular, recuperación de recursos valiosos, aprovechamiento de materiales recuperables, fomento de la responsabilidad social y empresarial, promoción de la innovación y la competitividad, concienciación y educación comunitaria.

Discusión

Según Oblitas et al. (2019) la economía circular constituye un paradigma transformador que revaloriza los desechos electrónicos y reduce los riesgos ambientales asociados, es decir la gestión de residuos electrónicos debe basarse en los principios de la economía circular, que promueve la reducción, reutilización y reciclaje de los materiales contenidos en los dispositivos electrónicos. Los autores argumentan que este enfoque permite minimizar el impacto ambiental y optimizar el uso de recursos naturales.

Pascuas et al. (2018) mencionan que la contaminación por residuos electrónicos no solo degrada el medio ambiente, sino que también genera efectos acumulativos en la salud de las comunidades, ellos destacan que los residuos electrónicos representan una amenaza ambiental debido a la liberación de sustancias tóxicas, como plomo, mercurio y cadmio, durante su disposición inadecuada.

Por su parte Valero y Febres (2019) expresan que, la educación ambiental y la participación activa de la comunidad son pilares esenciales para reducir los impactos negativos



de los residuos electrónicos, además abordan la importancia de la participación comunitaria y la educación ambiental en la prevención de la contaminación por residuos electrónicos. La investigación se alinea con un enfoque que combina los principios de la economía circular, la mitigación de riesgos y contaminación ambientales, así como la educación comunitaria.

Conclusiones

A través del estudio se logró conocer los diferentes tipos de residuos electrónicos y los materiales que estos contienen que contaminan el medio ambiente, los cuales presentan diversos niveles de contaminación ambiental, como el plomo, cromo hexavalente, mercurio y arsénico, respectivamente, con impactos significativos en la vida acuática y humana. Por otro lado, el cloruro de polivinilo y el cadmio generan contaminación persistente en suelos y aire, mientras que el níquel, litio, y retardantes de llama bromados, afectan directamente a la fauna, flora y salud humana. El berilio, antimonio y selenio presentan niveles moderados de contaminación, pero con efectos severos en su entorno.

Se establecieron las fases detalladas del plan de prevención y gestión para la disminución de la contaminación ambiental provocada por residuos electrónicos. Se incluyeron cuatro fases como son: la prevención, almacenamiento, tratamiento y reciclaje y educación y sensibilización, lo que proporciona un marco estructurado y efectivo para reducir la contaminación ambiental y promover prácticas sostenibles en la comunidad.

Este plan se basó en un enfoque sistemático que incluyó la prevención, la recolección y almacenamiento adecuado, el tratamiento y reciclaje responsable, y la educación comunitaria. Su implementación fue esencial para mitigar los efectos negativos de los residuos electrónicos y promover la sostenibilidad en el manejo adecuado de los residuos electrónicos, fomentando el cuidado y protección del medio ambiente.

Referencias bibliográficas

- Cárdenas, R., Rodríguez, D., Jiménez, I., & Molina, G. (2019). Ecosistemas tecnológicos para la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. En *III Congreso internacional de Innovación turística y desarrollo regional* (pp. 188 – 194). SENA.
<https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/6489?show=full&locale-attribute=en>
- Forti, V., Baldé, C., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2020. Cantidades, flujos y potencial de la economía circular*. Universidad de



- las Naciones Unidas. https://residuoselronicosal.org/wp-content/uploads/2021/03/GEM_2020_Spanish_final_pages-1.pdf
- Gutiérrez, T. (2021). *Reciclado de aparatos eléctricos y electrónicos*. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/47252/TFG-I-1853.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández-Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Martínez, Á. A., Cuevas, D. A., & Osuna, J. I. (2019). Gestión de desechos electrónicos en la Universidad Autónoma de Sinaloa, Campus Mazatlán. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 7(13), 53-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7107347>
- Merchán, E. J., Campozano, Y. H., & Figueroa, G. L. (2020). El manejo de desechos tecnológicos y su impacto ambiental. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud*. 4(7), 156-171. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7407742>
- Merino, J. (2013). *Ordenanza municipal para el tratamiento de los desechos electrónicos en la ciudad de Loja*. Repositorio Digital Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/4741/1/Merino%20Bermeo%20Johana%20Vanessa.pdf>
- Mero, K. V., Mero, C. R., & Merchán, E. J. (2022). Desechos tecnológicos producidos en el Sur de Manabí: Evaluación de impacto ambiental y salud humana. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(5), 73-83. <https://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/277>
- Molina, H. E. (2020). Modelo de procedimientos sobre el manejo de desechos electrónicos en la Universidad Estatal del Sur de Manabí [Tesis de grado, UNESUM]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2592/1/TESIS%20->
- Oblitas, C., Sangay, T., Rojas, P., & Castro, S. (2019) Economía circular en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 25(4), 196-208. <https://www.redalyc.org/journal/280/28062322016/html/>
- Pascuas R., Correa C., & Betancourt, C. (2018) Residuos electrónicos: análisis de las implicaciones socioambientales y alternativas frente al metabolismo urbano. *Ciencia*,



docencia y tecnología, 56, 242-252.

https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17162018000100011

Pérez-Neuta, C. P. (2019). *Propuesta de una estrategia para la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos RAEE en la Universidad Católica de Colombia*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. RIUCaC. <https://hdl.handle.net/10983/24792>

Peter, K. (2020, 4 de julio). *Informe de la ONU revela que desechos electrónicos mundiales aumentaron en los últimos años*. <https://www.aa.com.tr/es/mundo/informe-de-la-onu-revela-que-desechos-electr%C3%B3nicos-mundiales-aumentaron-en-los-%C3%BAltimos-a%C3%B1os/1899209>

Rodríguez, M. (2019). Basura electrónica como consecuencia de la obsolescencia programada y su impacto global.

<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/30760/1/MG.%20Rodr%C3%adguez%2c%20Mariana.pdf>

Valero, M. N., & Febres, M. E. (2019). Educación Ambiental y Educación para la Sostenibilidad: historia, fundamentos y tendencias. *Encuentros*, 17(02).

<https://doi.org/10.15665/encuent.v17i02.661>

