

DEPÓSITO LEGAL ZU2020000153

ISSN 0041-8811

E-ISSN 2665-0428

# Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947  
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



**Ciencias del**  
**Agro,**  
**Ingeniería**  
**y Tecnología**

**Año 15 N° 42**

**Enero - Abril 2024**

**Tercera Época**

**Maracaibo-Venezuela**

## Líneas de investigación para el impulso de la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Venezuela

Vanessa Margarita Hernandez Quijada\*

Carlos Julio Pereira Ibarra\*\*

Yorlandis Chiquito Martínez\*\*\*

### RESUMEN

En Venezuela existen políticas para la gestión de los desechos sólidos peligrosos, pero no están definidas las directrices para el caso de recuperación, tratamiento y disposición de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Por ello, estos residuos pueden representar un problema en la gestión ambiental. Una de las estrategias empleadas para promover la gestión de los residuos electrónicos es a través del impulso de líneas de investigación que contribuyan al aprovechamiento de los residuos y mejoras a los sistemas de gestión; por ello, la presente investigación tiene como objetivo analizar las potenciales líneas de investigación para la gestión de los residuos electrónicos que se pueden emplear con las capacidades nacionales. A partir de la elaboración de una matriz FODA, se proponen 11 líneas de investigación que se enfocan en el desarrollo de proyectos que promueve la generación de estadísticas, implementación de normativas y cumplimiento de los convenios internacionales. Con el análisis FODA también se observó que las fortalezas están asociadas al capital humano y a la experiencia en el tratamiento de los residuos electrónicos, y las debilidades están relacionadas con limitaciones del financiamiento e incertidumbre concerniente al marco legal.

**PALABRAS CLAVE:** Desechos electrónicos, RAEE, sustancias peligrosas, Venezuela, gestión de desechos.

\* Investigadora del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Venezuela (IVIC). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2659-0857>. E-mail: [vanessahernandezq8@gmail.com](mailto:vanessahernandezq8@gmail.com)

\*\* Investigador asociado a la Universidad Central de Venezuela. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5850-0775>.

\*\*\* Directora de Asuntos Internacionales del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, Venezuela. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3965-2164>

## Lines of Research to Promote the Management of Waste Electrical and Electronic Equipment in Venezuela

### ABSTRACT

In Venezuela there are policies for the management of hazardous solid waste, but there are no defined guidelines for the recovery, treatment and disposal of electrical and electronic waste. As a result, these wastes can represent a problem in environmental management. One of the strategies used to promote the management of electronic waste is through the promotion of research lines that contribute to the use of waste and improvements to management systems; therefore, the present research aims to analyze the potential research lines for the management of electronic waste that can be used with national capacities. Based on the elaboration of a SWOT matrix, 11 lines of research are proposed that focus on the development of projects that promote the generation of statistics, implementation of regulations and compliance with international agreements. The SWOT analysis also showed that the strengths are associated with human capital and experience in the treatment of electronic waste and the weaknesses are related to financing constraints and the uncertainty concerning current legal frameworks.

**KEYWORDS:** Electronic waste, WEEE, hazardous waste, Venezuela, waste management.

### Introducción

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) son aquellos equipos descartados sin intención de reutilización, o al final de su vida útil, provistos de componentes eléctricos y electrónicos que necesitan una fuente de alimentación eléctrica o batería para funcionar. La generación de RAEE está en aumento tanto por la innovación tecnológica como por el crecimiento del mercado. Dentro de los RAEE están incluidos los aparatos de intercambio de temperatura, pantallas y monitores, lámparas, lavaplatos, lavadoras, hornos, paneles fotovoltaicos, aparatos informáticos y de telecomunicaciones, cámaras, equipos de audio y juguetes (Ilankoon et al., 2018; Shittu y Shaw, 2021).

Los RAEE son considerados como uno de los tipos de residuos sólidos con mayor crecimiento con considerables impactos ambientales y sociales (Song et al., 2013; Solis, 2019; Vidal et al., 2023) debido a que alrededor de 53 millones de toneladas métricas de residuos electrónicos se generan globalmente por año, con un promedio de 7.3 kg por persona (Forti et al., 2020). Del mismo modo, la gestión de los RAEE ha demostrado ser increíblemente retardadora

por la naturaleza tóxica de sus componentes y sus formas de tratamiento (RELAC, 2011); incluso para las naciones industrializadas con sistemas de gestión establecidos (Parajuly et al., 2019). Por otro lado, los países con poca políticas o infraestructura para el manejo de los desechos electrónicos presentan muchos más grandes desafíos a los ya existentes en la gestión general de los residuos y desechos sólidos urbanos (Parajuly et al., 2019).

En Venezuela, existen políticas para la gestión de desechos y residuos sólidos peligrosos, pero no están definidas, de manera específica, las directrices para la recuperación, tratamiento y disposición de los RAEE. Por ello, los residuos electrónicos, frecuentemente, forman parte de la fracción de la basura domiciliaria, representando un grave problema para los municipios, responsables de gestionar estos residuos (Clinckspoor et al., 2021). Según Wagner et al. (2022) los RAEE generados en Venezuela en el 2019 representaron alrededor de 267 kt a 9,5 kg/hab y solo fue oficialmente recogido para tratamiento o disposición final adecuada 1,0 kt, que corresponde al 0,4 % del total de los residuos generados.

Una de las estrategias empleadas para promover la adecuada gestión de los RAEE en Venezuela es a través del impulso de líneas de investigación que contribuyan al aprovechamiento de los residuos y mejoras de los sistemas de gestión de los RAEE. Estas líneas de investigación pueden contemplar la participación de las universidades, los institutos de investigación y la industria nacional, debido a que las soluciones propuestas deben estar adaptadas a las necesidades y a los esquemas de trabajo locales. La colaboración entre estos actores permitiría vencer la dependencia de importación de tecnología y facilitaría la generación de tecnología local adaptada a la normativa y dinámica económica nacional. La característica principal de dicha colaboración es la unión entre las capacidades de innovación que poseen las universidades e institutos de investigación y las necesidades tecnológicas de la industria, ya sea en procesos o productos (Lozada, 2014).

Debido a la necesidad imperante de una gestión ambientalmente responsable de estos residuos, que incluya el desarrollo de tecnologías para el adecuado tratamiento y disposición final de los RAEE, la presente investigación tiene como objetivo describir y analizar las potenciales líneas de investigación para la gestión de los RAEE que se pueden emplear a partir

de las capacidades nacionales de los institutos de investigación, universidades y el sector industrial venezolano.

## 1. Materiales y Métodos

Para analizar el contexto en el que se deben desenvolver las estrategias y líneas de investigación sobre los RAEE en Venezuela, se realizó un análisis FODA. El Análisis FODA o Matriz FODA es una metodología de estudio del contexto situacional basada en la determinación de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del ente objeto de análisis (Villagómez et al., 2014). La situación interna se compone de dos factores controlables: fortalezas y debilidades, mientras que la situación externa se compone de dos factores no controlables: oportunidades y amenazas. Esta es una herramienta que puede considerarse sencilla y que permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización o situación determinada (Ballesteros et al., 2010; Inzhivotkina y Alvarado 2022). Luego, a partir del marco referencial de la matriz FODA realizada en mesas de trabajos con expertos de gestión ambiental, profesores universitarios y profesionales de empresas manejadoras, se proponen unas líneas de investigación destinadas a robustecer la gestión de RAEE.

También se realizó una encuesta para conocer el interés de profesores universitarios, investigadores y profesionales relacionados con el área de gestión en la implementación de formación especializada sobre la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. El formulario estuvo dirigido a 27 universidades con potencial para impartir un curso de cuarto nivel sobre la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, 2 institutos de investigación y tres empresas manejadoras de RAEE (Tabla 1). Así mismo, se incluyeron profesionales del área de gestión ambiental que pudieran estar interesados en realizar el curso de capacitación. Se aplicó la encuesta vía correo en participantes voluntarios, que correspondió a un proceso no probabilístico, es decir, el tamaño de la muestra no se fundamenta en la representatividad de la población total, puesto que todas las personas seleccionadas no tienen la misma posibilidad de ser elegidas, sino que los y las participantes acceden voluntariamente a participar activamente en la investigación. Las encuestas exploratorias se llevaron a cabo de

manera anónima, considerando que es una estrategia efectiva en la recolección de datos. Esto se debe a que proporciona un entorno seguro donde los encuestados se sienten cómodos al compartir información sensible. Además, garantiza la calidad de los datos al obtener información precisa y detallada, fomenta la participación al brindar confidencialidad y cumple con regulaciones éticas al proteger la identidad de los encuestados. (Rossi et al., 1983; Bello y Guerra, 2014).

## 2. Resultados y Discusión

En los resultados del análisis FODA se obtuvo que las fortalezas están asociadas al capital humano que puede participar en el proyecto y las debilidades están relacionadas con limitaciones del capital financiero necesario para emprender estudios de investigación (Tabla 2). Por otro lado, las empresas muestran fortalezas en la experiencia en el tratamiento de RAEE y oportunidades para seguir trabajando en el sector, pero manifiestan incertidumbres concernientes con el marco legal existente (Tabla 3).

A partir de la información recabada en la matriz FODA sobre las debilidades y amenazas relacionadas con la escasez de conocimientos sobre los RAEE en Venezuela y la necesidad de impulsar proyectos de investigación en el área, en la mesa de trabajo se formularon 11 propuestas de líneas de investigación para el fortalecimiento de las iniciativas nacionales para el manejo ambientalmente racional de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

### 2.1. Propuestas de líneas de investigación

Según el resultado del análisis FODA, se proponen las siguientes líneas de investigación para el fortalecimiento de las iniciativas nacionales para el manejo ambientalmente racional de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Venezuela.

1. Desarrollo de estrategias para la recolección de datos que contribuyan a implementar informes oficiales sobre la gestión de RAEE.
2. Desarrollo e implementación de indicadores para evaluar la gestión de RAEE.
3. Evaluación de los impactos ambientales de los centros de manejo, almacenamiento, tratamiento y disposición final de RAEE.

4. Estudio del impacto económico y ambiental de las actividades en el sector del reciclaje informal y sus potenciales efectos en la salud humana.
5. Evaluación de tecnologías para la recuperación de materiales reciclables a partir de RAEE.

Tabla 1. Lista de organizaciones a las que se les invitó a participar en la encuesta vía correo

Universidades	Empresas gestoras de material reciclable
Instituto Universitario Dr. Federico Rivero Palacio	Vitaambiente
Universidad Bolivariana de Venezuela	Eco Reciclaje integral 2008 C.A
Universidad Católica Andrés Bello	Ecorecicla
Universidad Católica Santa Rosa	
Universidad Central de Venezuela	<b>Instituciones públicas</b>
Universidad de Carabobo	Fundación Instituto de Ingeniería
Universidad de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana	Inst. Venezolano de Investigaciones Científicas
Universidad de Los Andes	Centro Nacional de Tecnología Química
Universidad de Los Llanos	Ministerio del poder popular para el Ecosocialismo
Universidad de Oriente	Proyecto de residuos electrónicos para América Latina
Universidad del Táchira	Centro Nacional de Tecnologías de Información
Universidad del Zulia	Intevep
Universidad Francisco de Miranda	
Universidad Gran Mariscal de Ayacucho	
Universidad Lisandro Alvarado	
Universidad Marítima del Caribe	
Universidad Metropolitana	
Universidad Nacional de Guayana	
Universidad Nueva Esparta	
Universidad Pedagógica Libertador	
Universidad Politécnica Antonio José de Sucre	
Universidad Rafael Beloso Chacín	
Universidad Simón Bolívar	
Universidad Simón Rodríguez	
Universidad Yacambú	
Universidad. Rafael María Baralt	
Universidad Cecilio Acosta	

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Fortalezas y debilidades

Organización	Universidades e institutos de investigación	Empresas
Fortalezas	<p>Planta académica con conocimientos sobre gestión ambiental.</p> <p>Facilidades institucionales para la transferencia de conocimiento.</p> <p>Experiencia en investigación aplicada.</p> <p>Interés en desarrollar tecnologías y conocimientos que contribuyan a la adecuada gestión ambiental.</p> <p>Experiencia y laboratorios especializados en el análisis de materiales peligrosos y no peligrosos.</p>	<p>Empresas con experiencia en la recolección y desmantelamiento de RAEE.</p> <p>Empresas con infraestructura disponible para la gestión de RAEE.</p> <p>Espacios apropiados para el manejo de los RAEE (propios).</p>
Debilidades	<p>Número limitado de profesores y profesionales especializados en el área de gestión sobre los RAEE.</p> <p>Financiamiento escaso para proyectos de investigación.</p> <p>Escasez de equipos para la ejecución de análisis químicos.</p> <p>Acceso limitado a reactivos químicos para análisis.</p>	<p>Limitado número de empresas con experiencia en el tratamiento de RAEE.</p> <p>Conocimiento escaso sobre el marco legal internacional para la recolección y tratamiento de los RAEE.</p> <p>Conocimiento escaso sobre la recuperación de materiales metálicos valiosos.</p> <p>Número limitado de empresas dedicadas al tratamiento o reciclaje de plástico y metales.</p> <p>Número limitado de profesionales especializados en el tratamiento de los RAEE.</p> <p>Falta de sistemas de gestión en las empresas que aseguren la calidad de las operaciones.</p> <p>Demanda escasa de materiales reciclados.</p>

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Oportunidades y amenazas

Organización	Universidades e institutos de investigación	Empresas
Oportunidades	<p>Planta de estudiantes y profesores interesados en desarrollar estudios de investigación.</p> <p>Variedad de carreras y universidades interesadas en realizar estudios de investigación sobre los RAEE.</p> <p>Investigadores interesados en realizar estudios que contribuya a la adecuada gestión ambiental.</p> <p>Experiencia de estudios multidisciplinarios e interinstitucionales.</p>	<p>Mano de obra disponible y económica</p> <p>Poca competencia para participar en el mercado de gestión de RAEE.</p> <p>Interés en mercados emergentes.</p> <p>Desarrollo de nuevos modelos empresariales a nivel mundial que exigen la incorporación de la gestión ambiental.</p> <p>Apoyo a empresas que contribuyan al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.</p>
Amenazas	<p>Migración de los investigadores.</p> <p>Bloqueo económico para la compra de insumos o equipos.</p> <p>Cuarentena obligatoria por el COVID-19.</p>	<p>Cambios en el marco legal.</p> <p>Inestabilidad económica.</p> <p>Crecimiento de la competencia.</p> <p>Carencia de datos oficiales para la gestión de los RAEE.</p>

Fuente: elaboración propia

6. Evaluación de tecnologías para la recuperación de plásticos contaminados con compuestos orgánicos persistentes provenientes de los RAEE.
7. Evaluación de tecnologías que permitan la recuperación secundaria (metales valiosos) en los RAEE.
8. Estudio de caracterización de los tipos y cantidad de RAEE generados en Venezuela.
9. Desarrollo de modelos empresariales para asegurar la sostenibilidad de reciclaje de RAEE tomando en cuenta el aprovechamiento de fracciones valiosas y manejo ambientalmente racional de los materiales peligrosos (incluye estudio de factibilidad técnica y económica de la implementación de un proceso de recuperación de materiales de los RAEE para las empresas manejadoras de RAEE).

10. Desarrollo de un plan para la implementación de principios de economía circular en Venezuela.
11. Desarrollo de un sistema de gestión de los RAEE que promueva la sinergia de actividades entre todos los actores, desde los fabricantes hasta los consumidores, para abordar adecuadamente el desafío de la gestión de RAEE.

Estas líneas de investigación contribuyen a la comprensión de la gestión de RAEE en diferentes niveles, lo que es de gran importancia para proporcionar medidas correctas. Estas líneas de investigación, que se pueden transformar en proyectos, proponen que el manejo de los RAEE se centre en la recuperación máxima de los recursos y estrategias de reciclaje orientadas hacia la sostenibilidad y economía circular, ya que una mayor eficacia de recuperación de materiales reduce el impacto ambiental y minimiza la dependencia de la viabilidad económica del proceso en la recuperación de metales valiosos (Cenci et al., 2022), lo cual, a su vez, permitirá impulsar estrategias para garantizar beneficios a todas las partes interesadas. Cabe destacar que según Baldé et al. (2017), existe la necesidad de mejoras en la cantidad de investigación de las diversas áreas relacionadas al manejo de los RAEE en Latinoamérica ya que existen pocos estudios sobre las estrategias de reciclaje ajustados a las condiciones de la región.

Al mismo tiempo, el gobierno tiene una responsabilidad predominante en el establecimiento de las normas e instrucciones necesarias para el reciclaje y tratamiento de RAEE, así como en la asignación de las sanciones por incumplimiento. De igual manera, se encuentra la responsabilidad que tiene la academia e instituciones educativas en promover las prácticas adecuadas para un manejo sostenible que proteja el ambiente (Zambrano et al., 2022; Velasco, 2008).

Implantar una legislación para el manejo de RAEE y la divulgación de indicadores estandarizados sobre la generación y eliminación de RAEE es uno de los retos más notables para los países de Latinoamérica (Wagner et al., 2022; Shittu y Shaw, 2021) ya que, en Sudamérica, la legislación relacionada a los RAEE no está completamente extendida. Por ejemplo: solo países como Colombia, Brasil, Bolivia, Chile, Costa Rica, Ecuador y Perú han aprobado legislaciones específicas relacionadas a la gestión de los RAEE; el resto de los Estados

tienen legislación para materiales peligrosos que incluyen de manera general a los residuos electrónicos por su contenido de componentes orgánicos persistentes (Wagner et al., 2022). En el futuro cercano, se espera que con el desarrollo de la legislación en los próximos años aumente el reciclaje y la recolección separada de los RAEE (Shittu y Shaw, 2021).

Venezuela al igual que Argentina, Uruguay y Panamá no poseen una legislación específica para los RAEE, ni políticas sobre la responsabilidad extendida del productos o metas definidas sobre la recolección de estos residuos; no obstante, Venezuela ha ratificado el convenio de Basilea para el movimiento transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. También cuenta con la ratificación del convenio de Estocolmo que regula el tratamiento de los contaminantes orgánicos persistentes, y el convenio de Rotterdam que busca promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos en el mercado del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos, a fin de proteger la salud humana y el ambiente (Wagner et al., 2022).

En la actualidad, Venezuela cuenta con leyes y normas que regulan los materiales peligrosos en general (Ley Sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos y Ley de Gestión Integral de la Basura), y trabaja en un proyecto de ley titulado “Normas para la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos”, con el propósito principal de establecer los lineamientos para la gestión ambiental integral de los RAEE y estimular mercados secundarios para los aparatos obsoletos, que por sus características puedan ser reusables o reciclables (Melone y Moreno, 2019).

Por otra parte, el país participa activamente en el proyecto “Fortalecimiento de las Iniciativas Nacionales y el Mejoramiento de la Cooperación Regional para el Manejo Ambientalmente Racional de los Compuestos Orgánicos Persistentes en los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los países de América Latina” conocido generalmente como el proyecto PREAL. En el marco de este proyecto se pretende incrementar la cooperación regional, incrementar la capacidad para la gestión ambientalmente racional de los compuestos orgánicos persistentes contenidos en los residuos de aparatos electrónicos o eléctricos y la mejora de las estadísticas en el tema (Wagner et al., 2022)

Las líneas de investigación propuestas podrían contribuir con los objetivos del proyecto PREAL y con la implementación del proyecto de ley para la gestión de los RAEE, ya que con mayor capacitación y divulgación de la problemática es más probable que se implementen técnicas, políticas, métodos y estadísticas que coadyuven a llevar a cabo de manera sustentable el manejo de estos.

Asimismo, se debe considerar la importancia del seguimiento de los impactos ambientales y a la salud relacionados con los diferentes tipos de materiales contaminantes presentes en los RAEE, como son el plomo, el mercurio, el cadmio, el cromo, arsénico, selenio, los bifenilos policlorados (PCB) y los retardantes de llama bromados, los hidrocarburos aromáticos policíclicos persistentes y contaminantes casuales como las dioxinas y furanos, entre otros (Adenuga et al., 2022; Twagirayezu et al., 2022). Estos compuestos son pueden tener efectos cancerígenos, endocrinológicos y neurológicos (Solis, 2019)

## 2.2 Resultado de la encuesta

La participación en la encuesta fue del 49.9 % de la población consultada. Los resultados de la encuesta señalaron que la problemática de los RAEE es conocida y considerada importante, por lo que existe la oportunidad de discutir e implementar el plan de formación sobre RAEE en las universidades. Sin embargo, los encuestados señalan que la falta de recursos materiales y humanos puede ser un obstáculo para el plan de formación (Tabla 4).

Por otra parte, se debe mencionar que antes de implementar el diplomado, se debe realizar una evaluación sobre el interés de la población estudiantil y profesional en cursar dicho programa, es decir; evaluar el entusiasmo del mercado estudiantil o profesional que podría asumir a mediano plazo el compromiso de iniciar la capacitación.

La encuesta también permitió establecer un primer contacto y entrevista con las universidades que respondieron afirmativamente a la pregunta sobre el interés de incluir este tema en sus aulas. Por ejemplo, profesionales de la Universidad Marítima del Caribe y la Universidad Bolivariana de Venezuela mostraron gran disposición e interés en impartir el diplomado, e incluir dentro de su oferta académica de pregrado una materia de acceso libre sobre la gestión ambiental de los RAEE.

Tabla 4. Resultados de la encuesta realizada a universidades, profesionales e investigadores

Pregunta	Si (%)	No (%)	Tal vez (%)
¿Conoce usted la problemática ambiental generada por los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?	100	0	-
¿Considera relevante el tema de la gestión ambiental de los RAEE?	100	0	-
¿Tiene conocimientos sobre los elementos importantes dentro de la gestión de RAEE?	78,6	21,4	-
¿Estaría interesado en participar en un curso de 48 H sobre gestión de RAEE?	78,6	14,3	7,1
¿Considera usted que la universidad a la que está vinculado (a) estaría potencialmente interesada en impartir un curso sobre gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?	69,2	0	30,8
¿Considera usted que la universidad a la que está vinculado (a) posee el talento humano para impartir un diplomado sobre gestión ambiental de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?	64,3	35,7	-
¿Estaría dispuesto(a) en participar como instructor (a) en un curso de gestión ambiental de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?	71,4	7,1	21,4
¿Estaría dispuesto(a) en participar en la elaboración de un programa de estudio relacionado con la gestión ambiental de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)?	78,6	14,3	7,1
¿Considera usted que la universidad a la que está vinculado (a) podría mostrar el interés de iniciar o fortalecer una línea de investigación relacionada con el tratamiento o recuperación de metales de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?	92,9	7,1	-

Fuente: elaboración propia

La propuesta sobre la inclusión del tema de gestión ambiental de RAEE en las universidades tiene grandes posibilidades de éxito por su pertinencia y la entusiasta participación de los profesores universitarios, ya que se espera una demanda de profesionales capacitados en el área de los RAEE para afrontar los retos nacionales para el manejo de estos residuos una vez que la normativa sea implementada. No obstante, se debe incluir estrategias

que solvente los obstáculos materiales y de talento humano. El plan de estudio del diplomado y cualquiera otra unidad curricular diseñada para impartir en las universidades venezolanas debe ser discutida y aprobada por las autoridades universitarias correspondientes.

## Conclusiones

En el análisis FODA se obtuvo que las fortalezas en gestión ambiental están asociadas al capital humano, y las debilidades con limitaciones del capital financiero. En cuanto al sector empresarial, se presentan fortalezas relacionadas a la experiencia en el tratamiento de RAEE y oportunidades para seguir trabajando en el sector, pero muestran incertidumbre concerniente con el marco legal existente.

Para generar líneas de investigación relacionadas con la gestión ambiental adaptadas a las necesidades locales, se debe acordar la colaboración entre las universidades, los institutos de investigación y la industria nacional. Por lo que se encontró pertinente la propuesta de 11 líneas de investigación para fortalecer el sistema de gestión de RAEE y las capacidades nacionales de recuperación de materiales reciclables. El desarrollo de estas líneas de investigación puede impulsar la mejora del reporte de las estadísticas, implementación de la norma de gestión de los RAEE y el cumplimiento de los convenios internacionales ratificados por Venezuela. Por otro lado, la sinergia entre los diferentes actores como los productores, consumidores, empresas de manejo, academia y entes gubernamentales es esencial para lograr los restos en la gestión de los RAEE (Shittu y Shaw, 2021)

La incorporación de la formación sobre la gestión ambiental de RAEE y las líneas de investigación en las universidades e institutos de investigación, deben ser impulsados para satisfacer la necesidad de capacitación especializada, pero también han de tenerse en cuenta los obstáculos materiales o de financiamiento.

## Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto “Fortalecimiento de las Iniciativas Nacionales y el Mejoramiento de la Cooperación Regional para el Manejo Ambientalmente Racional de los Compuestos Orgánicos Persistentes (COP) en los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Venezuela”, con la participación de la Organización de las Naciones

Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, (FMAM), El Centro Coordinador del Convenio de Basilea, Centro Regional del Convenio de Estocolmo para América Latina y el Caribe (BCCC-SCRC) y la República Bolivariana de Venezuela, a través del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC).

## Referencias

Adenuga, A. A., Amos, O. D., Olajide, O. D., Eludoyin, A. O., y Idowu, O. O. (2022). Environmental impact and health risk assessment of potentially toxic metals emanating from different anthropogenic activities related to E-wastes. *Heliyon*, 8(8),1-14. [https://doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10296](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10296).

Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., y Stegmann, P. (2017). The global e-waste monitor 2017: Quantities, flows and resources. United Nations University, International Telecommunication Union, and International Solid Waste Association. Disponible en: [http://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/GEM\\_2017-S.pdf](http://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/GEM_2017-S.pdf)

Ballesteros, H., Verde, J., Costabel, M., Sangiovanni, R., Dutra, I., Rundie, D., Cavaleri F, y Bazán, L. (2010). Análisis FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. *Revista Uruguaya de Enfermería*, 5(2), 8-17. Disponible en <https://rue.fenf.edu.uy/index.php/rue/article/view/85>

Bello, F. y Guerra, F. (2014). La encuesta como instrumento de construcción teórico-metodológico (Elementos para su reflexión). *Revista Mañongo*, (42), 241-259.

Cenci, M. P., Scarazzato, T., Munchen, D. D., Dartora, P. C., Veit, H. M., Bernardes, A. M., y Dias, P. R. (2022). Eco-Friendly Electronics—A Comprehensive Review. *Advanced Materials Technologies*,7(2),1-34. [https://doi: 10.1002/admt.202001263](https://doi.org/10.1002/admt.202001263)

Clinckspoor, G. L., Martinez, A. N., y Ferraro, R. F. (2021). Revisión de los principales instrumentos normativos relacionados con residuos electrónicos, desde una perspectiva norte y sur global. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 109(1), 1-19.

Forti V., Baldé C.P., 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 (UNU)/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – coorganizadores del programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), Bonn/Ginebra/Rotterdam. Disponible en: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/gen/D-GEN-E\\_WASTE.01-2020-PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/gen/D-GEN-E_WASTE.01-2020-PDF-S.pdf)

Ilankoon, I. M. S. K., Ghorbani, Y., Chong, M. N., Herath, G., Moyo, T., & Petersen, J. (2018). E-waste in the international context—A review of trade flows, regulations, hazards, waste management strategies and technologies for value recovery. *Waste Management*, 82(1), 258-275. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.018>

Inzhivotkina, Y., y Alvarado-Andino, P. (2022). Fortalezas y Debilidades de la Educación Virtual en Áreas Rurales de la Provincia del Guayas. *Dominio de las Ciencias*, 8(1), 958-969.

Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *CienciAmérica: Revista de Divulgación Científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 47-50.

Wagner, M. C.P. Baldé, V. Luda, I. C Nnorom, R. Kuehr, G. Iattoni. (2022). *Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF* 5554. Disponible en: [https://www.unido.org/sites/default/files/files/202201/REM\\_LATAM\\_2021\\_ESP\\_Final\\_dec\\_10.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/202201/REM_LATAM_2021_ESP_Final_dec_10.pdf)

Melone, A., y Moreno, I. R. P. (2019). Modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento sustentable de residuos de teléfonos móviles en la República Bolivariana de Venezuela. *Revista de la Facultad de Ingeniería Tekhné*, 22(3), 79-98. Disponible en: <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/4447>

Parajuly, K.; Kuehr, R.; Awasthi, A. K.; Fitzpatrick, C.; Lepawsky, J.; Smith E.; Widmer, R.; Zeng, X. (2019). *Future E-waste Scenarios*; StEP (Bonn), UNU ViE-SCYCLE (Bonn) & UNEP IETC (Osaka). Disponible en: [https://collections.unu.edu/eserv/UNU:7440/FUTURE\\_E-WASTE\\_SCENARIOS\\_UNU\\_190829\\_low\\_screen.pdf](https://collections.unu.edu/eserv/UNU:7440/FUTURE_E-WASTE_SCENARIOS_UNU_190829_low_screen.pdf)

RELAC, P. (2011). Lineamientos para la gestión de los residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en Latinoamérica: Resultados de una mesa regional de trabajo público-privado. Proyecto Regional sobre Armonización de la Gestión de Residuos Electrónicos en Latinoamérica. Recuperado de <http://www.residuoselectronicos.net/documents/110410-documento-lineamientos-para-la-gestion-de-raee-en-la-mesa-de-trabajo-publico-privada.pdf>

Rossi, P. H., Wright, J. D., Anderson, A. B. (1983). *Handbook of survey research*. Editorial Academic press. Londres, Inglaterra. pp 774

Shittu, O. S., Williams, I. D., & Shaw, P. J. (2021). Global E-waste management: Can WEEE make a difference? A review of e-waste trends, legislation, contemporary issues and future challenges. *Waste Management*, 120(1), 549-563. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.10.016>.

Solis, M. (2019). *Estado del arte de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE* (Tesis de especialidad en gestión integral de residuos). Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), México.

Song, Q., Wang, Z., Li, J., y Zeng, X. (2013). The life cycle assessment of an e-waste treatment enterprise in China. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 15(4), 469-475. <https://doi.org/10.1007/s10163-013-0152-7>

Twagirayezu, G., Irumva, O., Huang, K., Xia, H., Uwimana, A., Nizeyimana, J. C., Manzi, H. P., Nambajemariya, F. & Itangishaka, A. C. (2022). Environmental Effects of Electrical and Electronic Waste on Water and Soil: A Review. *Polish Journal of Environmental Studies*, 31(3), 2507-2525. <https://doi:10.15244/pjoes/144194>

Velasco, M. (2008). Análisis comparativo del sistema de gestión de RAEE de Cataluña frente al de otros países. En España, Antonio Gallardo (Presidencia) *I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos*, Simposio llevado a cabo por Redisa, Castellón, España.

Vidal I, Sucozhañay G, Haupt M, Vanegas P. Towards the definition of WEEE recycling targets in Ecuador. A case of study for mobile phones (2023). *Waste Management & Research*, 41(10):1539-1548. <https://doi:10.1177/0734242X231165242>

Villagómez Cortés, J. A., Mora Brito, Á. H., Barradas Troncoso, D. S., y Vázquez Selem, E. (2014). El análisis FODA como herramienta para la definición de líneas de investigación. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 35(1345-2016-104404), 1121-1131. <https://doi:10.22004/ag.econ.204485>

Zambrano Yépez, C. A., Macías Rueda, J. C., y Medina Sánchez, N. D. (2022). Buenas prácticas en el manejo de residuos electrónicos en América Latina. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 10(1), 1-20. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S230801322022000100005&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S230801322022000100005&lng=es&nrm=iso).