



MEMORIA

JORNADAS DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS

**Gestión de Residuos Eléctricos y
Electrónicos: desafíos en la era de la
transformación digital**



**UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA**

PROSIC

Programa Institucional
Sociedad de la Información
y el Conocimiento





Memoria

Jornadas de Investigación y Análisis

Gestión de Residuos Eléctricos y Electrónicos: desafíos en la era de la transformación digital



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

PROSIC

Programa Institucional
Sociedad de la Información
y el Conocimiento



Memoria de las Jornadas de Investigación y Análisis

Gestión de residuos eléctricos y electrónicos: desafíos en la era de la transformación digital

Dr. Allan Orozco Solano
Cordinador

Valeria Castro Obando
Editora

Lucía Castro Fernández
Asistente Editorial

Wilson González Gaitán
Diseño y diagramación

Agosto, 2021



Índice

Presentación.....9-10

Agradecimientos.....11-12

Introducción13-18

Conferencia Inaugural

Monitoreo Global 2019: Promocionando un panorama mundial de los RAEE20-29

Fundamentos de la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)

Gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en Costa Rica30-42

Intersectorialidad e interdisciplinariedad en la gestión de RAEE en Costa Rica43-48

Reutilización y recuperación de materiales en las máquinas eléctricas: consideraciones sobre análisis de ciclo de vida, confiabilidad y economía circular.....49-61

Ecosistema de la gestión de los RAEE: regulación y actores

Normativa para la gestión integral de RAEE en Costa Rica.....62-71

Participación Intersectorial en la Gestión Integral de RAEE en Costa Rica72-78

Datos y estadísticas de la Gestión Integral de RAEE en Costa Rica.....79-97

Transformación digital sostenible y tecnologías verdes

Transformación Digital Sostenible Retos del Instituto Costarricense de Electricidad98-103

RICOH: Comprometidos con el futuro.....104-113

Manejo Integral de Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos (RAEE): la experiencia de INTEL114-119

Conferencia de intermedio

RAEE y empleo en Argentina: una fuente de trabajo decente para avanzar hacia la economía circular y la transición justa.....120-133

Experiencias en la gestión de los RAEE en Costa Rica

La experiencia del Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM-TEC) en la gestión de RAEE.....133-139

Gestión óptima de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.....140-148

El cumplimiento de la Responsabilidad Extendida del Productor en Costa Rica149-154

Gestión de RAEE: Experiencia de la Universidad de Costa Rica.....155-165

Gestión de residuos electrónicos en la Universidad Nacional, donación, venta, disposición final166-173

Conferencia de cierre

El rol de la academia en la investigación de los RAEE.....174-180

A modo de cierre.....181-186

Universidad de Costa Rica. Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento. Memoria de las Jornadas de Investigación Gestión de residuos eléctricos y electrónicos: desafíos en la era de la transformación digital/Valeria Castro Obando, editora. Programa Institucional Sociedad de la Información y el Conocimiento, Universidad de Costa Rica.- San José, C.R.: Prosic, Universidad de Costa Rica, 2021

186 pp.

ISBN 978-9968-510-23-3.

1.Fundamentos de la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). 2. Ecosistema de la gestión de los RAEE: regulación y actores. 3. Transformación digital sostenible y tecnologías verdes. 4. Experiencias en la gestión de los RAEE en Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Prosic.

PROSIC

Agosto 2021

Teléfono: 2253-6491

Fax: 2234-5285

prosic@ucr.ac.cr

San José, Costa Rica

Diagramación e ilustración

Wilson González Gaitán

PRESENTACIÓN

Memoria Jornadas de Investigación Gestión de Residuos Eléctricos y Electrónicos:
Desafíos en la Era de la Transformación Digital

Desde la perspectiva del manejo de los residuos sólidos, la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) es fundamental en un mundo cada vez más digitalizado. Los dispositivos eléctricos y electrónicos que llegan al final de su vida útil y que deben ser desechados, representan un problema creciente en el mundo actual. Las reflexiones que giran alrededor de la contaminación tóxica (plásticos, metales pesados, nobles y especiales) transferidos al aire, agua y suelos provenientes de los RAEE, han contribuido al surgimiento de políticas, normativas y reglamentos que enfrentan los efectos adversos transferidos al medio ambiente y salud humana.

Para la protección al medio ambiente, los RAEE no deben gestionarse como basura, sino tratarse dentro de planes de reciclamiento diferencial en función de cada tipo, componente y material de fabricación.

El éxito en algunas experiencias en otros países también permite responder ante este gran desafío del tratamiento de estos residuos en América Latina.

En este sentido, es necesario considerar a las TIC como una herramienta de apoyo para lograr las transformaciones necesarias que conlleven a un modelo eficiente en la gestión de los recursos electrónicos, incluyendo la generación de empleos verdes en un proceso de economía circular, donde intervengan de forma coordinada las instituciones de Gobierno, las empresas importadoras, las cámaras, las organizaciones no gubernamentales (ONG), los generadores de RAEE, los gestores autorizados, las municipalidades, las universidades y la sociedad en general.

En el marco de estos desafíos, el Programa Institucional la Sociedad de la Información y Conocimiento (Prosic) como espacio dedicado al análisis y la discusión en torno al desarrollo y evolución de la Sociedad de la Información y Conocimiento (SIC) en Costa Rica, decidió dedicar sus Jornadas Anuales de Investigación a la reflexión sobre la gestión de los residuos eléctricos y electrónicos en un contexto de cambio constante y transformación digital, en el que las innovaciones en los procesos productivos y el sector público, generan

desafíos para la sostenibilidad ambiental futura y amenazan la calidad de vida en el planeta.

La actividad realizada permitió la construcción de un diálogo multisectorial crítico en el que diversos actores con vasta experiencia en la gestión de RAEE compartieron sus procesos de investigación y experiencias prácticas, haciendo de los tres días de jornadas un encuentro que sirvió para fomentar el intercambio de conocimientos, información y la búsqueda de soluciones para la toma de decisiones y la generación de política pública tecnológica que sin dejar de impulsar el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), también fomente un impacto ambientalmente positivo de las mismas.

Dada la riqueza de las discusiones compartidas en el evento y en apego a la misión humanista que posee el Prosic como instancia adscrita a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica (UCR), se ha considerado oportuna la sistematización de las ponencias y las ideas principales presentadas durante estas jornadas de investigación.

Por tal razón se espera que la *Memoria de las Jornadas de Investigación Gestión de residuos eléctricos y electrónicos: desafíos en la era de la transformación digital*, se constituya en un valioso insumo que evidencie la situación mundial y a nivel latinoamericano de los RAEE, presente el desarrollo y trayectoria histórica del sistema de gestión de estos residuos en Costa Rica y ofrezca una perspectiva actualizada de los avances más significativos, así como de los retos más relevantes que el país enfrenta para fortalecer la gestión de los RAEE. Por tal razón, desde el Prosic consideramos que este documento contribuirá con la creación de conocimientos, la identificación de buenas prácticas y la transferencia de conocimientos en este ámbito y es por ello, que deberá ser considerado como una herramienta por tomadores de decisión y hacedores de política pública.

Dr. Allan Orozco Solano

Coordinador del Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento

AGRADECIMIENTOS

Memoria Jornadas de Investigación Gestión de Residuos Eléctricos y Electrónicos:
Desafíos en la Era de la Transformación Digital

El equipo del Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento (Prosic) desea externar su gratitud con todas las organizaciones, instituciones, empresas y personas que participaron en las Jornadas de Investigación y Análisis “Gestión de Residuos Eléctricos y Electrónicos: desafíos en la era de la transformación digital”, actividad realizada en diciembre del 2020 y que hoy culmina con la publicación de la presente memoria.

En este proceso no debe olvidarse la colaboración técnica y administrativa de todo el personal del Programa, quien con su compromiso y entusiasmo facilitó el planeamiento del evento, su difusión, el diseño y diagramación de la memoria y la edición y revisión de artículos, entre otras numerosas labores que llevaron a cabo para lograr concretar este documento. Igual de relevante, fue el apoyo dado por el Consejo Consultivo del Prosic y la Vicerrectoría de Investigación (VI) durante el período de transición en el 2020, que bajo el liderazgo del Dr. Adrián Pinto Tomás avalaron el desarrollo de unas jornadas de investigación en la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Hoy también agradecemos al Dr. Allan Orozco Solano, actual coordinador del Prosic, quien desde el principio no dudó en darle continuidad a este proyecto, así como en apoyar el desarrollo de las Memorias.

Debe hacerse mención a Wilson González Gaitán, asistente de investigación del Programa del 2018 al 2020 y cuya consciencia y compromiso hacia la sostenibilidad ambiental nos inspiró a orientar las Jornadas de Investigación 2020 a la gestión de RAEE.

Igualmente debe hacerse un reconocimiento especial a Lucía Castro Fernández, asistente del Prosic que colaboró en el proceso de levantamiento de información, transcripción y edición de ponencias de esta Memoria. Sin duda su apoyo, disposición y gran entrega, marcaron la diferencia en el desarrollo de este documento.

Deben resaltarse las valiosas recomendaciones realizadas por Luis Roberto Chacón, Coordinador Nacional del Proyecto de Residuos Electrónicos de América Latina (Preal) en Costa Rica, y

Olga Segura Cárdenas, Coordinadora Comité Ejecutivo Gestión Integral Residuos Electrónicos (CEGIRE), quienes ayudaron con la identificación de temas y actores relevantes para las jornadas y quiénes confiaron en el Prosic para el desarrollo de este documento.

De igual modo, con extensa gratitud destacamos la participación de las personas ponentes de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), la Pontificia Universidad Católica del Perú y la Oficina Internacional del Trabajo (OIT), el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), la Asociación Centroamericana para la economía, salud y el ambiente (ACEPESA), el Laboratorio de Investigación en Conversión de Energía para la Sustentabilidad-Escuela de Ingeniería Eléctrica (EII) de la Universidad de Costa Rica (UCR), el Ministerio de Salud, el Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt), la Promotora Costarricense de Comercio Exterior (Procomer), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la empresa RICOH Costa Rica, INTEL, el Centro de Transferencia y

Transformación de Materiales (CCTM) del Tecnológico de Costa Rica, GEEP, la Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de Residuos Electrónico (ASEGIRE), la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) de la UCR y Campos UNA Sostenible; por participar como ponentes y compartir sus experiencias en la gestión RAEE, permitiéndonos con ello, su sistematización, análisis y la creación de un producto de conocimiento que esperamos sirva para el fortalecimiento de la gestión integral de RAEE en Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

Memoria Jornadas de Investigación Gestión de Residuos Eléctricos y Electrónicos:
Desafíos en la Era de la Transformación Digital

Los avances diarios que se gestan en materia de telecomunicaciones y de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han posibilitado la introducción de mejoras continuas en la productividad, eficiencia y transparencia de los Estados, empresas y organizaciones; provocando una transformación en su gestión cotidiana, mayor valor público y un sinnúmero de beneficios para la ciudadanía. De manera paralela, los progresos tecnológicos suponen una oportunidad para que las personas cuenten con recursos adicionales que impactan los servicios asociados al entretenimiento, las comunicaciones y la educación, entre muchos otros.

Estos cambios han potenciado el incremento en el uso de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), que después de volverse obsoletos o aparecer nuevos productos en el mercado, son desechos produciendo basura electrónica o E-waste. Este tipo de desechos se caracterizan por contener materiales de alto valor que pueden ser recuperados al final de la vida útil de un AEE, así como elementos peligrosos, que requieren de una gestión especial para hacer una ade-

cuada disposición de los mismos.

A pesar de esto, las proyecciones a futuro no son nada alentadoras ya que se cree que la cantidad de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) aumentará debido al incremento en las tasas de consumo de este tipo de aparatos y la producción de dispositivos con ciclos de vida cada vez más cortos y con limitadas posibilidades de reparación. De hecho, se estima que al 2030 la cantidad de RAEE podrá llegar a los 74 millones de toneladas, cifra que es casi el doble de lo reportado al 2014.

Datos como estos, suscitan preocupaciones con respecto a los efectos que puede ocasionar el inadecuado manejo de estos residuos en la explotación desmedida de recursos naturales empleados para producir nuevos aparatos y plantea un serio reto con respecto al modo como se pueden impulsar estrategias que fomenten la reutilización, el reciclaje y la correcta gestión de estos residuos a nivel mundial. Esto pone en entredicho el papel de las tecnologías como medios para apalancar la competitividad de los Estados y empre-

-sas y apunta hacia grandes desafíos para la industria TIC y de telecomunicaciones. Estas últimas, además de depender de la producción de nuevos dispositivos, suelen generar grandes cantidades de RAEE ante la necesidad de renovar la tecnología que utiliza en su funcionamiento y operación.

Por lo anterior, los RAEE son considerados como una problemática que debe ser atendida dadas las consecuencias ambientales, políticas y económicas que estas pueden generar en el medio ambiente y la salud pública de las comunidades y personas en el mediano y largo plazo. Este panorama evidencia la necesidad de establecer orientaciones que definan el modo como los RAEE deben ser gestionados.

Todo esto obliga a reflexionar el desarrollo tecnológico en función de las tensiones que se suscitan entre la transformación digital y la sostenibilidad ambiental, entendiendo la dificultad que supone alcanzar ambos objetivos. Sobre la base de esta obligación y en apego a la misión institucional del Programa Institucional Sociedad de la Información y el Conocimiento (Prosic) de ser un espacio que propicie el análisis y la reflexión sobre el desarrollo de la Sociedad de la Información y el Conocimiento (SIC); se decidió que las Jornadas de Investigación del 2020 serían dedicadas a la gestión de los RAEE en el marco de los procesos de transformación digital que enfrentan nuestras sociedades.

Es así como la Memoria de las Jornadas de Investigación y Análisis “*Gestión de Residuos eléctricos y electrónicos: desafíos en la era de la transformación digital*” constituye un producto del conocimiento que a través de sus 17 ponencias, pretende englobar las discusiones presentadas en las cuatro mesas temáticas y las conferencias internacionales presentas en estas Jornadas de Investigación. Bajo la mirada de actores gubernamentales, academia, empresas, generadores de residuos, gestores y unidades de cumplimiento, se presenta un diálogo reflexivo en torno a los desafíos que supone la gestión de los RAEE en un contexto de alta digitalización.

Michelle Wagner introduce esta memoria presentando el estado de situación de los RAEE a nivel mundial y mostrando una tendencia hacia el incremento en la generación de estos residuos. Esto no solo supone potenciales riesgos para la salud pública y el medioambiente, sino también mayores movimientos transfronterizos de RAEE, que en su mayoría son realizados de forma ilegal. Dichos movimientos son dinámicos y tienden a cambiar en función del contexto socioeconómico y la regulación que los Estados generan, lo que genera serias dificultades para registrar estos flujos, ejercer vigilancia sobre el transporte ilegal y prevenir el vertimiento inadecuado de los RAEE.

Esta situación ha sido propiciada por un modelo productivo que basado en la hiperproducción y el hiperconsumo, privilegia la producción industrial en masa, la sobreexplotación de los recursos y la fabricación de materiales desechables en aras bajar costes y hacer más rentable los productos. En la visión de **Sebastián Miranda**, ello no solo busca generar bienes cada vez más novedosos e incentivar su consumo, sino también homogenizar necesidades y fomentar la obsolescencia programada y percibida de los AEE. Todo esto ha estimulado la creación de legislación y políticas destinadas a regular la disposición de estos artefactos, prevenir su impacto ambiental y sentar roles y responsabilidades entre todos los actores vinculados a la gestión de los RAEE en el país (productores, importadores, distribuidores, consumidores y gestores de residuos).

En Costa Rica este proceso ha sido posible gracias a la articulación de los diferentes actores asociados a la gestión de RAEE. Para **Victoria Rudín**, estos esfuerzos fueron posibles gracias al involucramiento temprano de diferentes sectores, así como a la adopción de una visión interdisciplinaria y multisectorial que permitió la búsqueda de soluciones conjuntas y el intercambio de distintos saberes y prácticas. Gracias a ello, se desarrollaron campañas de sensibilización, se pudo vincular al sector

empresarial, se creó un marco legal y se impulsaron decisiones públicas destinadas a orientar la gestión de los RAEE.

A pesar del impacto positivo de estas acciones, aún persisten retos relacionados con la aplicación efectiva de la regulación vigente en materia de RAEE, la creación de sistemas de recepción en el país y la mejora en los datos e información estadística disponible. Para **Óscar Núñez Mata**, esto debe ser complementado con un cambio de mentalidad en el que la recuperación de los materiales y la fabricación con posibilidad de reparación deben ser puestas en el centro de los procesos productivos, de modo que con ello se fomente la circularidad en la producción de bienes; y en el que la durabilidad, la eficiencia y la confiabilidad sean considerados como nuevos criterios para valorar la calidad de los productos.

Este cambio de paradigma debe ser acompañado por un ecosistema legal y de políticas públicas que fomenten el abordaje integral de los RAEE, diferenciado las etapas que la gestión conlleva y definiendo las responsabilidades de quienes participan en dicho proceso. Alcanzar esto, en los ojos de **Olga Segura Cárdenas**, requiere de la conjunción de acciones muy distintas que van desde mejoras en la aplicación de la normativa vigente y el

fortalecimiento de capacidades para ejercer mayor control y seguimiento a los diferentes actores de la cadena productiva, hasta aumentar la educación y la sensibilización de las personas consumidoras y los sectores generadores de RAEE.

No obstante, el alcance efectivo de este tipo de medidas solo resulta posible cuando se establece la intersectorialidad como un elemento clave en los procesos de gestión de RAEE. De acuerdo con **Luis Giraldo Álvarez**, este aspecto facilita la construcción de sinergias, impulsa la modernización reglamentaria y la generación de normativa, así como la creación de una institucionalidad que además de potenciar la gestión integral de los mismos, puede contribuir a identificar el estado de situación de los RAEE. En el criterio de **Luis Roberto Chacón**, este último aspecto es de vital importancia ya que las estadísticas afectan directamente los procesos de toma de decisiones, el establecimiento de metas alcanzables en el tiempo y las oportunidades de mejora del sistema de gestión de RAEE, lo que obliga a fortalecer los sistemas de información y de gestión de conocimiento.

Desde la perspectiva empresarial, incorporar el manejo y tratamiento de los RAEE, implica balancear los cambios en el modelo de negocio que trae consigo la digitalización con la meta de alcanzar mayor sostenibilidad.

De acuerdo con **María José Cortés Ureña**, esta aspiración ha llevado al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) a un proceso interno en el que a partir de un análisis de ciclo de vida de los servicios que brinda, se han redefinido los objetivos, metas e indicadores institucionales en aras de propiciar un modelo productivo circular que estimule un cambio cultural interno y hacia los clientes.

Adrián Rodríguez considera que este tipo de transformaciones requieren de la construcción de visiones estratégicas que fortalezcan la conservación ambiental y produzcan una puesta de valor diferenciadora a través de una cultura organizacional basada en políticas y compromisos directivo-operativos que direccionan los procesos de investigación y desarrollo (I+D), el diseño y fabricación de productos, la comercialización, la gestión de residuos y los procesos de responsabilidad social corporativa (RSC). En otras experiencias, como la compartida por **Ana Yensi Murillo**, los programas corporativos pueden desarrollarse a partir de un examen del marco regulatorio nacional y las condiciones particulares de cada empresa, con el fin de establecer las etapas de gestión. Sin embargo, para que el proceso sea exitoso este debe ser flexible, adaptable a eventuales cambios normativos y apoyarse en herramientas que contribuyan a la apropiación del programa por parte del personal.

Junto con los esfuerzos que realizan las empresas, no debe dejarse de lado las necesidades del sector informal que gestiona RAEE ya que a pesar de constituir un medio de subsistencia, el ejercicio de esta actividad no suele garantizar el acceso a condiciones laborales mínimas. Ello plantea el desafío de convertir estos nichos laborales en empleos decentes, seguros y ecológicamente sustentables.

Para lograr esto **Christoph Ernst**, considera necesaria la construcción de marcos normativos que contribuyan a sistematizar las experiencias del sector informal, fomentar la capacitación y certificación de las personas trabajadoras y definir perfiles de los puestos y competencias que desempeñan, así como a visibilizar el rol que juegan en el proceso de gestión de los RAEE, procurando garantizar sus derechos y generar mecanismos de compensación de ingresos.

Del lado de los gestores autorizados de RAEE, destaca la aportación de **Juan Carlos Salas** quien comparte el proceso que llevó al Centro de Transformación y Transferencia de Materiales (CCTM-TEC) a convertirse en un espacio demostrativo, de vinculación y el manejo de RAEE. Para este la investigación resulta esencial, pues ante las constantes transformaciones tecnológicas, esta ofrece una guía sobre la forma como deben gestionarse este tipo de residuos.

En la óptica de **Luis Marín Roldán** este tipo de abordajes deben ser acompañados por estrategias de gestión en las que se fomente la valorización, la reducción y el consumo responsable de los AEE.

Asimismo, el trabajo de los gestores autorizados puede verse complementado por las actividades que desarrollan las Unidades de Cumplimiento, las cuales procuran que los generadores apliquen y cumplan con la regulación nacional en este ámbito. Para **Pablo Hernández Casanova** la trayectoria de la Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (ASEGIRE) evidencia que este tipo de procesos no está exento de retos, sobre todo con respecto a la sostenibilidad financiera de la gestión de RAEE. A pesar de esto, el éxito en la implementación del modelo muestra lo ventajosa que resulta esta opción para las empresas al promocionar la salud pública y ayudar a consolidar una imagen ambientalmente sostenible.

A nivel universitario, **Kathia Elizondo Orozco** y **Gerlín Salazar Vargas** muestran que los RAEE pueden ser gestionados mediante la creación de estrategias que combinen la promoción de normativa y políticas institucionales con acciones específicas para la disposición final de los residuos, la sensibilización de la comunidad universitaria y el desarrollo de alianzas estratégicas con otros centros de enseñanza superior o actores clave.

Por su parte, en la Universidad Nacional (UNA) estas medidas fueron fortalecidas con el establecimiento de un Sistema de Gestión de Activos Fijos, el cual según **Julián Rojas** ha servido para organizar, definir y articular las funciones de los actores participantes en la gestión de RAEE a lo interno de la institución. Los logros alcanzados en el marco de esta iniciativa revelan que la sostenibilidad de este tipo de actividades solo es posible si se consolida el apoyo de otros sectores tales como la población estudiantil y la comunidad universitaria.

Por último, las reflexiones de **Ramzy Kahht** sobre el rol de la academia en los procesos de gestión de los RAEE cierran el documento. Para este, aunque el sector académico ha liderado tradicionalmente, la formación, la capacitación y asesoría en este ámbito, también ejerce otras funciones que trascienden las ya mencionadas pues el conocimiento especializado que se genera puede llegar a tener otros usos. Este resulta particularmente útil en tanto constituye un insumo que permite nutrir los procesos de toma de decisiones y puede conducir al desarrollo de metodologías

para la generación de mejores datos, así como estimular la formación de capacidades entre distintos actores del ecosistema y promover la formulación de políticas, estrategias o regulación vinculada al manejo de RAEE.

Con esta publicación, el Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento (Prosic) espera poner a disposición del público un documento de consulta que contribuya no sólo a la identificación de brechas de conocimiento y oportunidades de mejora del Sistema Nacional de Gestión Integral de RAEE, sino también dotar a los diferentes actores con un texto de referencia que facilite la transferencia de buenas prácticas entre los distintos sectores de la sociedad.

A partir de esto, se tiene la aspiración de que dicho documento sirva para visibilizar este problema público y conduzca a la creación de políticas que bajo un enfoque integral y multidimensional, atienden a la complejidad que demanda la gestión de este tipo de residuos.

Valeria Castro Obando

Investigadora y Coordinadora de las Jornadas Anuales de Investigación del Prosic. Politóloga y socióloga graduada de la Universidad de Costa Rica, Diplomada en Políticas Públicas para el Desarrollo Democrático en América Latina. Estudiante de la Maestría en Pensamiento Estratégico y Prospectiva de la Universidad Nacional.



PONENCIAS

**GESTIÓN DE RAEE:
DESAFÍOS EN LA ERA DE
TRANSFORMACIÓN DIGITAL**

MONITOREO GLOBAL 2019: PROMOCIONANDO UN PANORAMA MUNDIAL DE LOS RAEE

Michelle Wagner

Resumen

A partir de las investigaciones realizadas por el Programa Ciclos Sostenibles (SCYCLE) de la Universidad de Naciones Unidas (UNU) el artículo ofrece un panorama general sobre la situación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) a nivel mundial. Con base a esto, se identifican algunas de las tendencias principales en cuanto al consumo, gestión, regulación y políticas públicas destinadas al manejo de estos residuos; así como los vacíos y desafíos que los Estados enfrentan para mejorar la gestión de los RAEE.

Palabras clave: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, recuperación, reutilización, reciclaje, políticas, legislación.

Introducción

El consumo de los aparatos eléctricos y electrónicos está vinculado al desarrollo económico mundial pues estos se han vuelto indispensables en la sociedad moderna al mejorar los niveles de vida y ser requeridos para llevar a cabo diversos procesos productivos. Sin embargo, su producción y su uso exigen de la utilización de una gran cantidad de recursos, lo cual paradójicamente contradice la mejora en los niveles de vida. Algunos de los factores que han aumentado el consumo y generación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) son el incremento de los ingresos de los países, la crecida en la

urbanización y la movilidad y una mayor industrialización, entre otros aspectos.

Es por esto que resulta necesario que las y los encargados de la formulación de políticas, las industrias y otras partes interesadas tengan una visión de futuro que les permita tomar decisiones estratégicas para el manejo de estos residuos.

Los crecientes niveles de residuos eléctricos y electrónicos, las bajas tasas de recogida y la eliminación del tratamiento no ambientalmente racional de esta corriente de residuos, plantean serios riesgos para el ambiente y la salud humana.

Un total de 50 toneladas de mercurio y 71 kilo toneladas de plástico conteniendo DFR se encuentran anualmente en las corrientes mundiales no documentadas de residuos electrónicos, lo que afecta el medio ambiente y además contribuye al calentamiento global.

En esta línea, se estima que un total de 98 millones de toneladas de dióxido de carbono se liberaron a la atmósfera a partir de los refrigeradores y acondicionados de aire que han sido desechados y no fueron gestionados de forma ambientalmente adecuada. Esto evidencia la necesidad de aumentar sustancialmente la tasa de recogida y reciclado de RAEE, así como el que estos residuos sean documentados oficialmente. De igual modo, se considera esencial la vigilancia del flujo y las cantidades de RAEE pues esto permite evaluar la evolución a lo largo del tiempo y establecer los objetivos hacia una sociedad sostenible y una economía circular, con políticas y elementos jurídicos sólidos en la gestión de RAEE.

El Programa de Ciclos Sostenibles (SCYCLE)

El programa Ciclos Sostenibles (SCYCLE) es auspiciado por la Universidad de Naciones Unidas (UNU) con sede en Alemania, donde las actividades están dirigidas a la producción, consumo, uso y a eliminación sostenible de bienes con especial atención a equipos eléctricos y

electrónicos. Este programa lidera el debate mundial sobre los residuos eléctricos y electrónicos (RAEE) y promueve estrategias de gestión sostenible basadas en el ciclo de vida de los productos y en la economía circular.

La misión del programa es permitir que las sociedades reduzcan la carga ambiental de su producción, lo que incluye, entre otras cosas, el uso y la eliminación de equipo eléctrico y electrónico a niveles sostenibles mediante una investigación independiente, exhaustiva y práctica que proporcione datos para la elaboración de políticas y la adopción de decisiones más exhaustivas.

El SCYCLE se centra en tres pilares: la cuantificación, el entrenamiento y la capacitación, y el asesoramiento normativo. Mientras que el primer pilar pretende desarrollar estudios e investigaciones que permiten monitorear globalmente la situación de los RAEE y llevar a cabo estudios de país y guías estadísticas¹, el segundo se concentra en brindar capacitación sobre el manejo y clasificación de las RAEE, principalmente a través de las academias de RAEE (o EWAS) y el entrenamiento para la generación de estadísticas.

¹En esta área se han trabajado en proyectos europeos en los que se promueve la cuantificación de flujos y materiales RAEE.

Por su parte, el trabajo dentro del tercer pilar busca apoyar a los gobiernos de las distintas regiones en la elaboración de regulaciones, leyes y normas sobre los residuos electrónicos y eléctricos atendiendo la creciente necesidad de apoyo; todo lo anterior a fin de difundir recomendaciones prácticas y con base científica en el manejo de los RAEE.

¿Qué son los RAEE?

La definición de los RAEE incluye una amplia gama de productos con circuitos o

componentes electrónicos con alimentación energética o con batería (por ejemplo, electrodomésticos, juguetes, impresoras, artículos de música, telecomunicación, celular). Además de los usos domésticos y de trabajo, estos aparatos cada vez más se están utilizando en áreas como el transporte, la salud, los sistemas de seguridad y los generadores de energía (como es el caso de los paneles fotovoltaicos), así como para la producción de ropa, la expansión de internet y el diseño e instalación de sensores inteligentes.

Figura 1.1 Evolución de la generación de RAEE

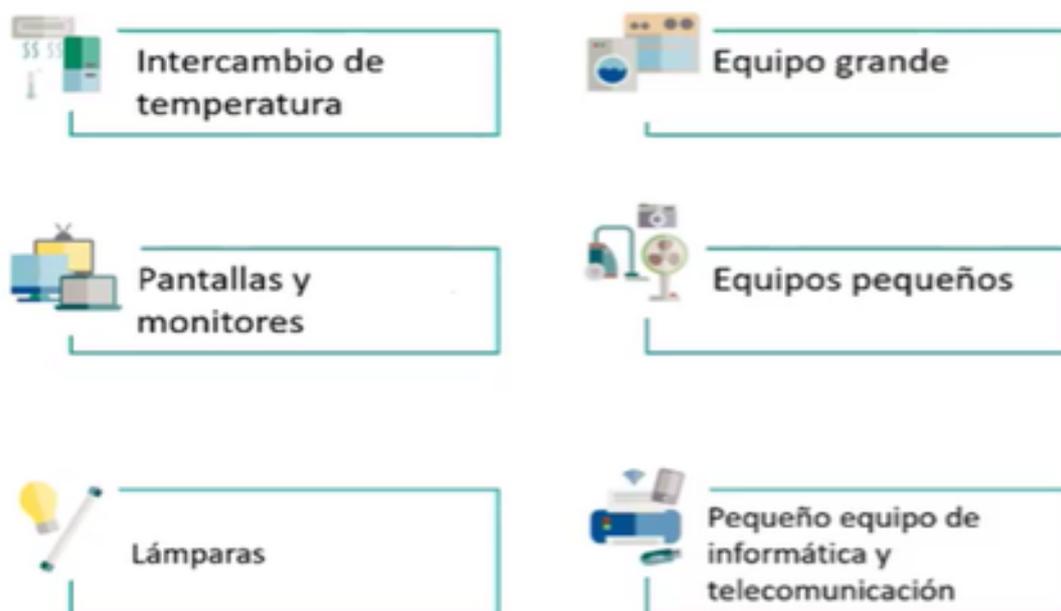


Fuente: FUTURE E-WASTE SCENARIOS

La clasificación de residuos vigentes dentro de la normativa europea establece 6 categorías dependiendo de la necesidad de tratamiento y la contaminación (ver figura 1.2), lo que implica considerar aspectos como la composición de los ma-

teriales y el que sean comparables en cuanto a las sustancias peligrosas que poseen y los materiales valiosos que se pueden recuperar. De ese modo, la clasificación de un residuo varía en función de estos aspectos.

Figura 1.2 Clasificación de los RAEE según la Directiva Europea 2012/19/eu



Fuente: Directiva de RAEE Europea 2012/19/eu.

Por lo anterior es que la Unión Europea decidió clasificar los RAEE en 6 categorías y no en 10 como anteriormente, se consideraba oportuno categorizarlos.

Tendencias y situación mundial de los RAEE

Según datos del Informe de Monitoreo Global (Global E-waste Monitor 2020) publicado en junio del 2020, la generación mundial de RAEE aumentó en 9.2 millones de toneladas desde el 2014 y se prevé que aumente hasta 74.7 millones de toneladas al 2030, es decir que casi se duplicará en solo 16 años.

En promedio el peso total -excluyendo los

paneles fotovoltaicos- del consumo de aparatos eléctricos y electrónicos aumenta anualmente 2.5 millones de toneladas métricas. Esta creciente cantidad de residuos está relacionada con el incremento en las tasas de consumo, los ciclos de vida más cortos y desafortunadamente, a las escasas opciones de reparación.

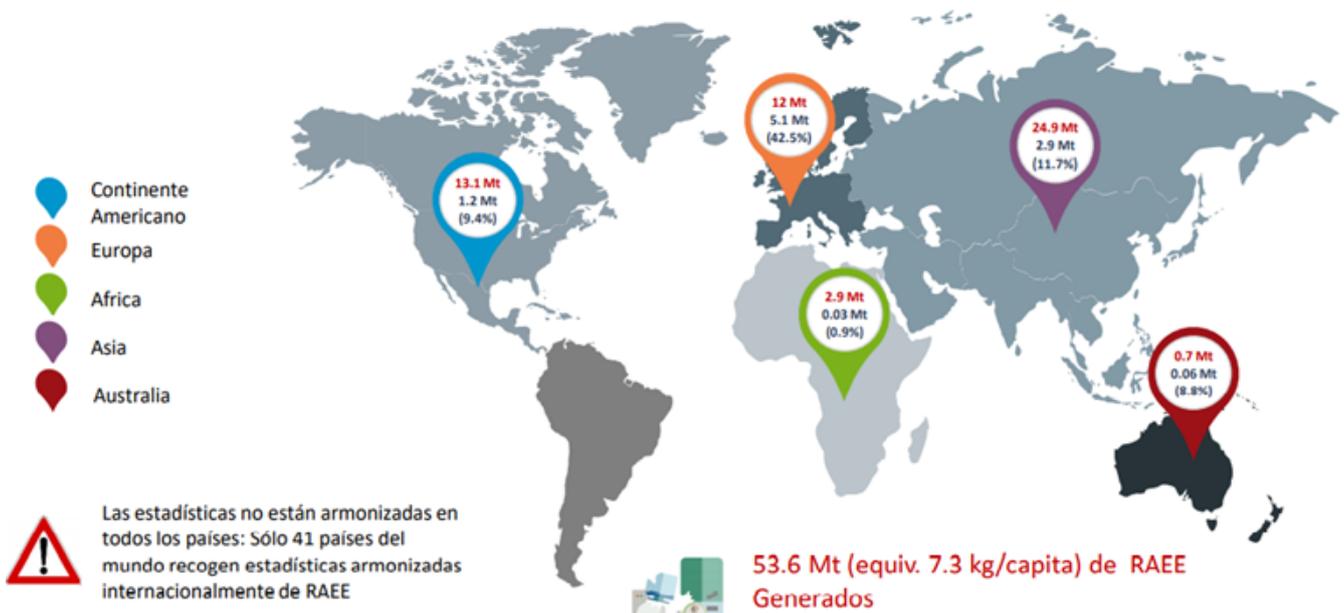
La cantidad global de residuos electrónicos en 2019 se compone principalmente de equipos pequeños teniendo 17.4 millones de toneladas, equipos grandes de 13.9 millones de toneladas y equipos de intercambio de temperatura con 10.8 millones de toneladas, las pantallas y los monitores, los equipos pequeños de tecnología de la

información y telecomunicación y las lámparas representa una proporción menor de los residuos electrónicos generados en el 2019.

Desde el 2014 las categorías de residuos electrónicos que más han aumentado en términos de peso total de los residuos electrónicos generados son los equipos de intercambio de temperatura con una media anual del 7%, los equipos grandes con una media anual del 5% y las lámparas y los equipos pequeños con 4% respectivamente. Esa tendencia se debe al crecimiento de consumo de esos productos en los países de menores ingresos, donde los productos mejoran el nivel de vida. Los equipos pequeños de informática y telecomunicación han crecido a menor velocidad y las pantallas y monitores han mostrado una disminución del 1%.

Dicha disminución se explica por el hecho de que últimamente los monitores de pantalla U o de rayos catódicos han sido sustituidos por CRC por pantallas planas más ligeras, lo que ha dado lugar a una reducción del peso total, incluso cuando el número total de las piezas sigue creciendo. Asimismo, durante el 2019 el mundo generó la sorprendente cifra de 53.6 Mt de residuos electrónicos, que equivale a un promedio de 7.3 kilogramos per cápita. La mayor parte de estos se generaron en Asia (24.9 millones de toneladas) seguida del continente americano (13.1 millones de toneladas), Europa (12 millones de toneladas) y África (2.9 millones de toneladas) y Oceanía (0.7 millones de toneladas). Por su parte, Europa ocupó el primer lugar en el mundo en lo que es la generación de RAEE per cápita, seguido de Oceanía.

Figura 1.3 Generación de RAEE a nivel mundial



Fuente: Global E-waste Monitor, 2019.

A nivel latinoamericano, los países que producen la mayor cantidad de RAEE corresponden a Brasil, México, Argentina, Colombia, Venezuela, Perú y Chile, mientras que en Honduras, Surinam y Belice se genera una menor cantidad de RAEE. Costa Rica por su parte, se encuentra en una posición intermedia en cuanto a la generación de RAEE.

Debe considerarse que las estadísticas pueden variar entre las distintas regiones ya que el comportamiento y la eliminación de residuos dependen de una serie de factores como por ejemplo el nivel ingreso de los países, la política que está vigente, también las normativas y el comportamiento de los consumidores y la estructura del sistema de gestión de los residuos, entre otros.

En el 2019, la recolección y reciclaje documentado oficialmente fue de 9.3 millones toneladas, el 17.4% en comparación a todos los residuos electrónicos generados; sin embargo, la generación total de RAEE aumentó en 9.2 millones de toneladas con un crecimiento anual de casi 2 millones de toneladas.

Esto ilustra que las actividades de reciclaje no pueden seguir el ritmo de crecimiento de los RAEE. El destino del 82.6% (que equivale a 44.3 millones de toneladas de RAEE generadas en el 2019) es incierto y su paradero y el impacto ambiental, varía en las distintas regiones.

En los países de altos ingresos, se desarrolla una infraestructura de reciclaje y alrededor del 8% de los RAEE se desechan en contenedores de basura y se tratan. Los productos desechados pueden ser reacondicionados y reutilizados y llevados como productos de segunda mano desde los países de ingresos altos a los países de ingresos bajos o medios. No obstante, una cantidad considerable de RAEE se sigue exportando ilegalmente o bajo la apariencia de ser reutilizados.

Política y regulación, una dupla esencial

En cuanto a la legislación de los RAEE, desde el 2014 el número de países que han adoptado una política o reglamentación nacional ha aumentado del 61 a 78 de 193 países, equivaliendo a menos de la mitad de los países del mundo. Los avances en materia de reglamentación en algunos países son lentos, mientras que en otros la aplicación de la ley es un poco deficiente y la política aun no estimula la recolección y la gestión adecuada de los RAEE por falta de inversión y motivación política, así como tampoco apoya la formalización del sector informal.

En muchos países las políticas son estrategias que no son políticamente vinculantes, como ejemplo de esto, en África y Asia hay 19 países con legislación jurídicamente vinculante sobre RAEE, 5 países con una política sobre RAEE, pero con legislación no vinculante y 31 países

con políticas en desarrollo. Sin embargo, a pesar de que algunos países promulgan políticas jurídicamente vinculantes, la aplicación de estas no es una cuestión que siempre se cumpla.

Disponer del mejor marco normativo o regulatorio no necesariamente significa que se establezcan objetivos alcanzables y se apliquen efectivamente, por ejemplo, en el estudio que se realizó en noviembre muestra que lamentablemente el sistema de gestión de residuos de muchos países no está debidamente financiado.

La mayoría de los instrumentos legislativos se concentran en la recuperación de recursos mediante el reciclado, los efectos sobre la salud ambiental y la salud humana al final de la vida útil de los productos. Desafortunadamente, la regulación para la reducción del volumen de los residuos electrónicos, la reparación y la reutilización ha sido bastante limitada hasta ahora.

Movimiento transfronterizo de RAEE e informalidad

Los productos desechados pueden ser todavía ser reutilizados y reacomodados, por lo que suelen enviarse como productos de segunda mano desde países de ingresos altos a países de ingresos bajos o medios. Sin embargo, una cantidad considerable de RAEE se sigue

exportando ilegalmente o bajo la apariencia de ser reutilizados o pretendiendo ser chatarra. Se puede suponer que los movimientos de RAEE o de aparatos eléctricos y electrónicos usados oscilan entre 7% y 20%. En los países de ingreso medio y bajo, la infraestructura de gestión de RAEE todavía no está plenamente desarrollada y en algunos casos está ausente. Por consiguiente, los RAEE son gestionados principalmente por el sector informal.

En estos casos, los RAEE se manejan en condiciones que no son las adecuadas y utilizando tecnologías artesanales que causan graves efectos en la salud de las personas trabajadoras y de los niños que a menudo viven, trabajan y juegan cerca de los espacios donde se realizan actividades de gestión de los residuos electrónicos.

Lo anterior ha hecho que los movimientos transfronterizos de RAEE se hayan convertido en un motivo de preocupación tanto para los países exportadores como para los países importadores. Algunos datos sugieren que estos residuos se envían desde el hemisferio norte para su tratamiento informal en los países del Sur. Aunque el volumen exacto de RAEE es difícil de medir ya que gran parte de ellos exporta ilegalmente o bajo la apariencia de chatarra. Se acepta que un volumen considerable de estos RAEE toma otras rutas.

Tendencias recientes muestran que en algunos casos los movimientos transfronterizos de RAEE siguen una ruta regional, por ejemplo, de Europa Occidental al Norte de Europa Oriental, en lugar de una ruta estricta de norte a sur. En el otro extremo, a medida que el sistema de recogida avanza en los países en desarrollo, hay pruebas de que en la actualidad se están enviando componentes valiosos como los circuitos impresos desde el hemisferio sur al hemisferio norte para su reciclaje (caso de Ghana o Tanzania).

Durante mucho tiempo los movimientos transfronterizos se percibieron como exportaciones hacia países pobres, no obstante, cada vez más países considerados como importadores (por ejemplo, China) también están exportando RAEE al Sudeste Asiático, África y otros lugares. Esto se debe a que los movimientos transfronterizos son dinámicos y tienden a reaccionar a los cambios sociales, económicos y reglamentarios. En la actualidad hay muy pocas estadísticas que basadas en datos concretos indiquen las importaciones y exportaciones de RAEE y de productos electrónicos usados. Los datos de los informes presentados por las partes según lo dispuesto en el artículo 7 del Convenio de Basilea, proporcionan cierta información para analizar ciertos flujos y las cantidades, pero son insuficientes

para hacer un análisis exhaustivo.

Además, debido a la presentación incompleta por parte de muchos países y a la persistencia de ambigüedades y discrepancias en cuanto a lo que se entiende por cierto términos entre los países, los informes suelen ser inexactos en los datos que presentan.

Los motivos de exportación de residuos eléctricos y electrónicos de los países desarrollados a los países en vías de desarrollo suscitan preocupación porque causa una carga ambiental en los países de destino ya que es probable que los RAEE sean gestionados por el sector informal. Como consecuencia, la gestión de los RAEE se lleva a cabo de manera ambientalmente poco racional, lo que plantea importantes riesgos para la salud y el medio ambiente.

Además del impacto de los RAEE en la salud y el medio ambiente, es necesario saber que en los lugares donde se reciclan de manera no controlada los RAEE, viven, trabajan y juegan niños, niñas y personas adultas, quienes se ven expuestas a sustancias tóxicas que afectan directamente la salud de múltiples formas. Este tipo de reciclaje es conocido por incrementar el riesgo de padecer lesiones en la piel, así como por generar un número cada vez mayor de personas que presentan daños a nivel neurológico, respiratorio e inmunológico.

Conclusión

La vigilancia de las cantidades y los flujos de RAEE es esencial para analizar la evolución a lo largo del tiempo, así como para establecer los objetivos hacia una sociedad sostenible y una economía circular. En ese sentido, el establecimiento de una política de reciclaje e instrumentos jurídicos, resultan fundamentales; no obstante, para que estos sean aplicados de una manera más eficiente es necesario que se base en datos sólidos sobre los RAEE.

La elaboración de mejores políticas sólo es posible con buenos datos y estadísticas que permitan vigilar y controlar el transporte ilegal y prevenir el vertimiento y el tratamiento inadecuado de los RAEE. Ello es indispensable para comprender los movimientos transfronterizos y las exportaciones ilegales de RAEE. Además, si no cuantificamos estas situaciones o las actividades del sector informal, las políticas públicas generadas a nivel nacional, regional e internacional no estarán en condiciones de abordar este tema de forma efectiva y adecuada. De igual modo, es necesario que se mejoren las prácticas de reciclaje y recogida de RAEE en todo el mundo ya que al hacerlo es posible que una cantidad considerable de materiales puedan ser volver a entrar al proceso de fabricación, lo que reducirá la extracción continua de materiales.

Asimismo, el hecho de que en el 2019 el mundo generó 56.3 millones de toneladas métricas y que sólo el 17.4% de este fue documentado, demuestra que se debe incrementar la tasa mundial recogida y reciclado de RAEE, en vista del rápido crecimiento de esta corriente de residuos.

Finalmente, aunque el 71% de la población mundial está amparado por alguna forma de política, normativa y/o reglamentación en materia de RAEE se deben hacer mayores esfuerzos para que dicha legislación sea cumplida y se documente la infraestructura de reciclaje y recogida de RAEE.



MICHELLE WAGNER

Investigadora asociada de la Universidad de las Naciones Unidas. Graduada de la Universidad Católica de Tegucigalpa (Honduras) con una licenciatura en Ingeniería Ambiental, Máster en Ciencias de los Materiales y Sistemas de Sensores Aplicados a las Tecnologías Ambientales en la Universidad Técnica Real (KTH) de Estocolmo (Suecia) y estudiante de doctorado en el Instituto de Ciencias Ambientales (Universidad de Leiden) donde realiza estudios sobre la Economía Circular de los Residuos de Equipos Electrónicos.

Forma parte de la Unidad Operativa del Programa de Ciclos Sostenibles (SCYCLE), albergado por el Vicerrectorado (UNU-VIE) desde el 2016. Actualmente, se encuentra trabajando en varios proyectos que apoyan la cuantificación de RAEE y baterías a nivel nacional y/o regional en toda Europa y el continente Americano, así como el mapeo/trazabilidad de flujos de materiales. Ha participado en la elaboración de modelos estadísticos de cuantificación sobre los RAEE y su impacto ambiental y ha

procurando capacitaciones institucionales en la Unión Europea y en países en vías de desarrollo.

También se ha desempeñado como analista ambiental y auditora para el Ministerio de Energía, Recursos Naturales, Medio Ambiente y Minas de Honduras y ha trabajado en el Departamento de Desarrollo Empresarial de FLO-CERT/Fairtrade. Es miembro de LAC Footprint, una iniciativa que presta asistencia a proyectos potenciales o existentes relacionados con la sostenibilidad ambiental y la gestión de los desechos en América Latina y el Caribe, proporcionándoles apoyo técnico y capacitación en materia de sostenibilidad para crear capacidad y redes.

GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE) EN COSTA RICA

Sebastián Miranda Brenes

Resumen

El problema de los residuos sólidos es una de las situaciones ambientales más críticas que vivimos en la actualidad y que se ha intensificado en las últimas décadas debido al modelo de desarrollo económico imperante, que se basa en un sistema lineal de hiperproducción e hiperconsumo que provoca que la generación y acumulación de materiales de desecho aumente cada año en el mundo, siendo los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) uno de los tipos que más ha aumentado en este periodo.

Dada esta situación, en Costa Rica desde el 2010 se ha implementado una serie de políticas, estrategias, leyes y reglamentos para hacerle frente a esta problemática, que establecen una serie de buenas prácticas para realizar la gestión integral de residuos, como el Decreto 35933-S Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos y la Guía Técnica de Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos publicada en el 2016 por el Ministerio de Salud (MS).

Además, dichas iniciativas han abierto paso para el establecimiento de empresas privadas que han encontrado en la gestión de los RAEE una oportunidad de negocio, y ofrecen una solución a muchas organizaciones que ocupan gestionar correctamente los residuos. Sin embargo, lamentablemente toda esta plataforma que se ha venido gestando en la última década, parece no ser suficiente, y la contaminación generada por todos los tipos de residuos, incluyendo los RAEE, sigue agravándose en nuestro país.

Palabras clave: Gestión Integral de Residuos, Residuo eléctrico, Residuo electrónico, Legislación, Guía Técnica.

Introducción

La problemática ambiental relacionada a los residuos sólidos cada día se agrava más. Según datos del 2014 del Ministerio de Salud, se calcula que en Costa Rica la producción de residuos se duplicó en un plazo menor de 15 años, pasando de menos

de 3000 toneladas diarias en el año 2000 a más de 5500 toneladas por día para el 2014 (Lara, 2015). Si esta tendencia continúa, se podría estimar que actualmente en nuestro país se producen más de 10000 toneladas por día, considerando que aproximadamente solo 4500 toneladas diarias se generan en los

hogares, lo que permite determinar que la tasa de producción de residuos por día por persona, supera 1 kg (Rojas y Bogantes, 2018).

Este aumento vertiginoso en la cantidad de residuos está asociada directamente a la forma de consumir y de producir del costarricense, como menciona O'Neil (2019) al citar el Primer Informe Estado del Ambiente del 2017. Esto representa el problema más serio y urgente que tiene el país, puesto que este modelo productivo, tiende a priorizar la producción industrial en masa, fomenta la sobreexplotación de los recursos, el consumismo, la fabricación de materiales desechables o de un solo uso (O'Neil. 2019).

Desde la primera revolución industrial este modelo de producción se ha expandido, pero no fue hasta después de la década de 1950 que se extendió por el resto del mundo, generando un impacto ambiental también creciente, al provocar un incremento significativo de los gases de efecto invernadero, un aumento en la contaminación de los ríos, lagos y mares, la desaparición de bosques, arrecifes y otros hábitats y el despojo de servicios ambientales básicos a comunidades enteras como: el acceso a agua limpia, a tierra fértil y a un ambiente sano.

Además, el desarrollo industrial siempre ha estado asociado con el desarrollo tecnológico. Además, el desarrollo industrial siempre ha estado asociado con

el desarrollo tecnológico, el cual generalmente, busca reducir al máximo el tiempo empleado en los diversos procesos de producción de modo que la relación coste-producción sea enfocada hacia el producto final más rentable y atractivo para el cliente, según detallan Mizar y Munzón (2015), junto con ofrecer novedosos bienes de consumo que mantengan la dinámica de los mercados a partir de la creación de necesidades a través de la homogeneización e internacionalización de los patrones de consumo, que busca unificar las necesidades creadas de la gente, estableciendo las mismas pautas y los mismos usos a nivel mundial (Martínez y Porcelli, 2016, p 5).

Algunos de los mecanismos que este modelo de producción utiliza para conseguir dichos fines, es principalmente, la obsolescencia programada y la obsolescencia percibida. La primera puede entenderse como:

una caducidad deliberada, concebida desde su diseño por el fabricante para que las cosas no duren más allá del tiempo deseado por ellos mismos, utilizando materiales menos consistentes, menos duraderos, baterías agotables o, incluso, introduciendo chips con contadores que limiten el uso hasta un determinado número de veces (Martínez y Porcelli, 2016, p 9.),

mientras que la percibida se resume en la frase de Clifford Brooks Stevens, que la definió como “el deseo del consumidor de poseer una cosa un poco más nueva, un poco mejor y un poco antes de que sea necesario” (Martínez y Porcelli, 2016, p.15.). Estas y otros tipos de obsolescencias tienen como consecuencia, no solo el aumento en el consumo de materias primas y sus efectos ambientales asociados, sino que al promover la fabricación de bienes con tiempos de vida útil cada vez más cortos y promover el cambio de los mismo aun cuando estén en perfecto funcionamiento, provoca que se incremente la tasa de producción de residuos en el planeta, y con ello el aumento del impacto ambiental asociados a estos.

La composición de los residuos puede variar de un país a otro. En el caso de Costa Rica, el mayor porcentaje corresponde a los residuos orgánicos, que puede oscilar entre un 55 a un 60 %. En segundo lugar, se encuentra el papel y el cartón, con un porcentaje aproximadamente de 21 %, consecuentemente los residuos plásticos con más de 11 %, mientras que un 1 % corresponde al vidrio y 2 % a metales. En esta composición se determina que solamente un 7 % de los residuos, se considerarían como no aprovechables (Lara, 2015). Lo que permite deducir que realizando un buen manejo los residuos pueden ser aprovechados hasta en un

93% (Rojas y Bogantes, 2018). Dados los avances tecnológicos y la llegada de la tercera y ahora la cuarta revolución industrial, en los últimos 30 años se ha dado el surgimiento de una serie de aparatos eléctricos y electrónicos que han saturado los mercados, y que se producen con la lógica del modelo, y ambientalmente han representado nuevos retos, puesto que su fabricación ha provocado un aumento en la demanda de recursos, pero sobre todo, ha generado la aparición masiva de un tipo de residuos asociados al desecho de estos artefactos, que han demandado la creación de tecnología, procesos productivos y legislación ambiental específica, para hacerle frente al impacto ambiental asociados a estos.

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)

Por definición, los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) son aquellos que funcionan transformando, ampliando, reduciendo o interrumpiendo una corriente eléctrica, y pueden poseer elementos como transistores, chips y/o procesadores.

Una vez que estos se dañan o que cumplen su vida útil, según su obsolescencia programada, o son desechados por el deseo de ser sustituidos por dispositivos más modernos, se convierten en los denominados residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), que se

definen como: “aquellos residuos de equipos electrónicos o eléctricos dañados, descartados u obsoletos, enteros o en partes, que consumen electricidad tanto de uso doméstico como comercial y que se consideran de manejo especial en concordancia con el Decreto N° 38272-S”, según la Guía Técnica de Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos (Ministerio de Salud, [Minsa], 2016). Esta problemática es relativamente nueva, y está asociada a la explosión del surgimiento masivo de AEE en los últimos 20 años. Se estima que, en la actualidad, la producción mundial de estos residuos supera 50 millones de toneladas al año, y se espera que esta cifra siga aumentando, hasta alcanzar más de 120 millones de toneladas anuales, para el 2050 (Ministerio de Salud, [Minsa], 2019).

En Costa Rica se estima que cada habitante genera 7,5 kg de este tipo de residuos, lo que representa aproximadamente más de 37 mil toneladas anuales, que corresponden al 0,3 % de la composición general de los residuos (Alvarado et al., 2017). Partiendo del supuesto que en el país se llegan a producir más de 10 000 toneladas diarias de residuos, como se mencionó anteriormente, se puede estimar que la generación de RAEE es de 300 toneladas diarias, lo que implica más 9 600 toneladas al año. Los RAEE se caracterizan por ser de tipo compuesto, ya que en su composición se puede encontrar distintos materiales y elemen-

tos, que complejizan su adecuada gestión. Entre los materiales que se encuentran en la conformación de los AEE de donde surgen estos residuos se encuentran: entre 13 a 60 % de metales ferrosos, entre 1 a 7 % de metales no ferrosos (entre los que destacan metales valiosos como oro, cobre, plata, litio, entre otros), entre de 9 a 74 % de distintos plásticos, entre 3 a 4 % de vidrio y entre 6 a 32 % de otros materiales (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España, [Miteco], 2019).

Además, los RAEE también pueden ser clasificados en líneas, al igual que los AEE, entre las que se encuentran (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, [MinAmbiente], 2010):

- **Línea blanca:** para todo lo relacionado con electrodomésticos, como refrigeradoras, cocinas, lavadoras, entre otras.
- **Línea gris:** para todo lo relacionado a equipos de tecnología de información (TI), como computadoras, impresoras y fotocopiadoras.
- **Línea café:** para todo lo relacionado a equipos de entretenimiento, por ejemplo, televisores, equipos de sonido, tabletas y teléfonos celulares.

Aunque es posible encontrar otros tipos de RAEE que no se contemplan en estas líneas, como los juguetes, las herramientas de trabajo y otros.

Para esto, la clasificación más común que se utiliza internacionalmente para los RAEE es la establecida por la Unión Europea en el 2003, y que consta de diez categorías que se enumeran a continuación (MinAmbiente, 2010):

1. Grandes electrodomésticos
2. Pequeños electrodomésticos
3. Equipo de informática y telecomunicaciones
4. Aparatos eléctricos de consumo y panel fotovoltaico
5. Aparatos de alumbrado
6. Herramientas eléctricas y electrónicas
7. Juguetes o equipos deportivos y ocio
8. Aparatos médicos
9. Instrumentos de vigilancia y control
10. Máquinas expendedoras

Es importante señalar que los RAEE en condiciones normales y controladas, no representan ningún peligro, aun cuando en su composición posean sustancias tóxicas para el ambiente y la salud humana, en su mayoría, estas están contenidas en las estructuras de los equipos de modo que no hay riesgo de exposición humana o emisión al ambiente por su uso en un contacto normal directo. Sin embargo, si los RAEE llegan a desensamblarse de manera inadecuada, por ejemplo, electrodomésticos desarmados, lámparas quebradas, baterías abiertas y otros equipos internos expuestos, dichos RAEE cambian su categoría a residuos peligrosos, y deben de manejarse como tales (Minsa, 2016, p.20).

Como se mencionó anteriormente, el crecimiento en la tasa de generación de los RAEE, así como los otros tipos de residuos, obligó al estado costarricense a crear una legislación para regular la gestión adecuada de los materiales de desecho, entre los que destacan una política, leyes, reglamentos, estrategia y guías.

Legislación de la Gestión Integral de Residuos

Toda la legislación relacionada con el manejo de residuos se desprende de una consultoría que el gobierno central realizó en el 2005 con la Agencia de Cooperación Internacional Alemana, en la que se produjeron una serie de documentos como el Plan Nacional de Residuos Sólidos, conocido como el PRESOL (Minsa, 2010). Sin embargo, fue hasta el 2010, uno de los años más importante en materia ambiental para nuestro país, que se aprobó la Ley 8839: Ley para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS), que en su artículo 1 establece el objeto de esta norma: “regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación” (Minsa, 2010, artículo 1).

Paralelo a esto, en ese mismo año se decretó la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos, que tiene

como propósito “que el Estado costarricense garantice y respete el acceso y ejercicio al derecho de un ambiente saludable y el derecho de la sociedad a estar informada corresponsablemente en materia de la gestión integral de residuos” y pretende establecer las estrategias para otorgarle un valor a aquellos residuos que aún pueden ser reincorporados a los procesos productivos, a través de la jerarquización en la GIRS (Minsa, 2010, p.24).

Respecto al planteamiento nacional de la GIRS, fue hasta el 2014 que se decretó el Reglamento para la Ley GIRS “a fin de asegurar el trabajo articulado en la gestión integral de residuos para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la población” (Ministerio de Ambiente y Energía, [Minaet], 2014, artículo 1). Dentro de este marco se desprende otra legislación que intenta regular cuestiones más puntuales en materia de residuos, principalmente a través de reglamentos. Por ejemplo, entre el 2010 y 2014 se decretaron los siguientes:

- N° **36093-S**: Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios.
- N° **38272-S**: Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial.
- N° **35906-S**: Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables.

·N° **37788-S-MINAE**: Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos.

·N°**27001-MINAE**: Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales.

·N° **24715-MOPT-MEIC-S**: Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos.

·N° **35933-S**: Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos.

Este último reglamento es de suma importancia, dado que para el 2010 la producción de RAEE había aumentado significativamente, y ya el país estaba acumulando gran cantidad de estos materiales, y se estaba haciendo un mal manejo de estos. Por lo que se establecieron cinco objetivos de trabajo en dicho documento, resumidos en reducir la contaminación al ambiente y afectaciones a la salud de la población, establecer la responsabilidad del manejo de estos residuos a sus productores, promover el establecimiento de unidades de cumplimiento, minimizar la cantidad de residuos electrónicos generados y crear una cultura de protección ambiental y consumo sostenible (Minae, 2010). De estos objetivos, es importante mencionar que la GIRS plantea dos principios importantes, el primero es la responsabilidad compartida, que la Política Nacional GIRS establece como "la participación conjunta, coordinada y dife-

MEMORIA JORNADAS DE INVESTIGACIÓN

renciada de todos los productores, importadores, distribuidores, consumidores, gestores de residuos, tanto públicos como privados” (Minsa, 2016, p.25) y el segundo principio es la responsabilidad extendida del productor que se entiende como las responsabilidades de los productores o importadores “durante todo el ciclo de vida de un producto, servicio o bien de consumo, incluyendo las fases postindustrial y posconsumo” (Minsa, 2016, p.25).

La anterior implica dos puntos muy importantes. El primero es que todas las personas, físicas y jurídicas, generadoras de residuos no pueden evadir la responsabilidad para dar una buena gestión de los materiales para desecho generados, especialmente si se tratan de residuos peligrosos o de manejo especial, puesto que implican un riesgo mayor para el ambiente y la salud humana. Además, que sienta una responsabilidad mayor en el sector industrial, causante principal de la crisis ambiental, para que gestione los residuos asociados a sus productos desde el diseño y la extracción de este hasta el final de su vida útil.

Además, a partir de toda esta legislación se ha venido gestando una transformación cultural que pretende mejorar la situación nacional en relación con los RAEE y los residuos en general. Dado el establecimiento de estos reglamentos, han aumentado las iniciativas de las empresas públicas y privadas de gestionar

de mejor manera de materiales de desecho que se generan, aunque este cambio de cultura ha sido un proceso lento, pues en más de una década de implementación la situación ambiental por la problemática de residuos sigue sin mejorar.

Por otra parte, la gestión integral de residuos, especialmente la de los RAEE permitió el surgimiento de dos figuras importantes para asegurar un buen manejo de estos. La primera es denominada Unidades de cumplimiento, que según el Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos (N° 35933-S) se definen como

una estructura legal conformada por uno o más productores, [que] tiene la responsabilidad de establecer los mecanismos y acciones que garanticen la gestión integral de sus respectivos residuos y su sostenibilidad. La Unidad de Cumplimiento es una estructura operativa que permite, cumplir con el principio de responsabilidad extendida del productor, y con los lineamientos técnicos y ambientales nacionales.

Dicha figura ha permitido a nivel nacional la creación de empresas, redes de trabajo, asociaciones y convenios, y ha establecido guías, procedimientos y mecanismos técnicos y legales para gestionar los residuos de la manera más segura para la salud y el ambiente. Lo que a su vez ha representado la oportunidad

para la creación y la llegada al país de empresas dedicadas exclusivamente al manejo de estos, como, por ejemplo: GEEP global, SOLIRSA, WASTECH, GREEN y FORTECH. Lo positivo de lo anterior, es que, a partir de la Gestión Integral de Residuos, y especialmente de los RAEE y otros de manejo especial y peligroso, se han creado fuentes de empleo dignas que han mejorado la situación social de muchas personas, que a su vez suman al mejoramiento de las condiciones ambientales del país, ya que permite la valorización de muchos materiales que años atrás simplemente se desechaban en vertederos, rellenos y en otros sitios inadecuados.

La otra figura importante que surge desde la legislación de la GIRS es la de Gestor de Residuo Electrónico Autorizado, definida como: “Persona física o jurídica, pública o privada, encargada de la gestión total o parcial de los residuos electrónicos, autorizadas [por el Ministerio de Salud] para ese fin, conforme a lo establecido en la legislación nacional” (Decreto Ejecutivo N° 35933-S, 2010, artículo 3).

Estas organizaciones o empresas deben cumplir con una serie de requisitos legales para inscribirse ante el Ministerio de Salud, quien les autoriza realizar la gestión de ciertos residuos de manera total o parcial, como se define. Pero también la legislación de GIRS exige que

los generadores de residuos realicen su adecuada gestión únicamente con estos gestores autorizadas, con el fin de garantizar la trazabilidad de los materiales de desecho, y asegurar un manejo correcto de estos.

Otras iniciativas estatales que ha buscado fortalecer los procesos GIRS en el país, son las estrategias nacionales como: Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR), promulgada en el 2016; Estrategia Nacional para la Sustitución de Plástico de Un Solo Uso por Alternativas Renovables y Compostables, que se decreta en el 2017 o la Estrategia Nacional para la Recuperación de Cuencas Urbanas, publicada en 2020, entre otras, que sin duda han venido aportando a mejorar la GIRS, en el país.

Pero específicamente en materia de RAEE, en el 2016 el Ministerio de Salud publicó la Guía Técnica de Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos, decreto N° DM-CB-8016-2016 que plantea un procedimiento nacional para gestionar de manera adecuada los RAEE, dirigida a todos los actores y sectores involucrados, como generadores y consumidores, unidades de cumplimiento, gestores autorizados y productores, importadores y comercializadores de AEE, y que a continuación se procede a realizar un pequeño resumen sobre dicha guía.

Guía Técnica de Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos

Como se mencionó con anterioridad, esta guía planteó un procedimiento para que todos los involucrados en la gestión integral de los RAEE pueden realizar un manejo adecuado de los mismos. Pero, además, permitió el desarrollo de acciones para valorizar residuos que han llegado al final de su vida útil o son descartados por los usuarios, y que por décadas terminaban dispuestos en forma inadecuada y en sitios no aptos para este fin, lo que agravaba la situación de contaminación y agravaba el riesgo que esto representaba a la salud humana y el ambiente. Esta guía fue elaborada bajo la coordinación del Comité Ejecutivo para la Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos (CEGIRE), que es un comité que se establece en el Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos, y está conformado por representantes del Ministerio de Salud, Ministerio de Ambiente y Energía, representantes de universidades estatales, Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (Ifam), unidades de cumplimiento, Unión Costarricense de Cámaras y Asociaciones de la Empresa Privada (Uccaep) y Organizaciones no gubernamentales con experiencia en residuos electrónicos (Minsa, 2010). Además, contó con el aporte de la Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ).

Según se plantea en esta guía, entre los actores involucrados en la gestión inte-

gral de los RAEE se encuentra el gobierno central representado por el Ministerio de Salud como rector de toda la legislación en materia GIRS, en segundo lugar, se encuentran los importadores y comercializadores que según el reglamento deben de organizarse en unidades de cumplimiento para gestionar adecuadamente los RAEE que se producen de su actividad económica. Consecuentemente, se encuentran los generadores o consumidores de AEE, que esta guía les confiere la responsabilidad de informarse sobre cómo deben manejar los aparatos que adquieren cuando éstos acaben su vida útil, y de entregar esos aparatos eléctricos y electrónicos que ya no utilizan en un punto de recepción de una unidad de cumplimiento, en un evento de recolección o a un gestor autorizado. Aquí es muy importante hacer hincapié de que, para cumplir con esta parte de la guía, es necesario que el Estado, las unidades de cumplimiento, organizaciones y otras entidades públicas y privadas, inviertan significativamente recursos para la educación, sensibilización y divulgación sobre la adecuada GIRS, con el fin de que los procesos de recuperación y recepción de RAEE logren mejorar su eficiencia.

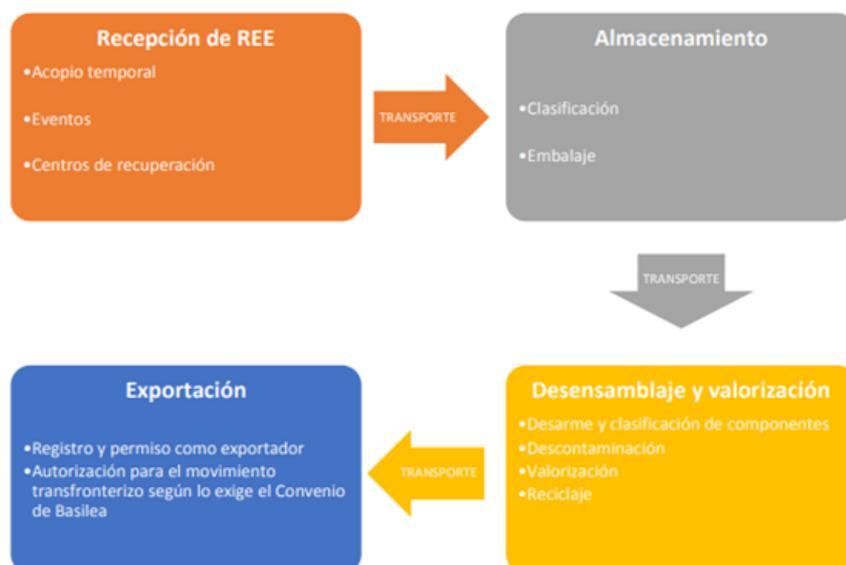
Los últimos dos actores que sobresalen en el proceso de gestión son los gestores autorizados, quienes deben de estar inscritos ante el Ministerio de Salud y pueden encargarse de una o de la totalidad de las etapas de la gestión de RAEE; y las municipalidades que deben de

La gestión integral de los RAEE se divide en cuatro etapas distintas. La primera consiste en la recepción y almacenamiento temporal, que puede estar a cargo de los importadores, comercializadores o gestores autorizados, quienes pueden habilitar puntos de recepción temporal, realizar eventos de recolección de RAEE o establecer centros de recuperación de residuos valorizables o centros de acopio de RAEE que cumplan con lo establecido en la legislación correspondiente, en estos últimos puede llevarse a cabo la segunda etapa de la gestión de los RAEE, denominada acopio o almacenamiento.

La tercera etapa consiste en el **desensamblaje y valorización**, que conlleva la parte más compleja del proceso y la de mayor especialización técnica por parte del gestor autorizado. Entre las obligaciones más importante que debe tener en cuenta el gestor se en-

cuentra garantizar la trazabilidad del proceso que realiza, entendiendo trazabilidad como: “aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un residuo o subproducto a lo largo del ciclo de vida en un momento dado”(Minsa, 2016b, p.13), además de mantener un estricto control de los materiales de entrada y salida, así como las empresas compradoras de estos y el mantener y asegurar las certificaciones de las empresas que brindan tratamiento a otros componentes. También se requiere que los gestores posean instalaciones adecuadas, que cumplan con todos los requerimientos técnicos y de seguridad para asegurar que el tratamiento de estos residuos no se convierta en un problema de salud, ni una amenaza para el ambiente.

Figura 2.1 Etapas para la gestión de RAEE



Fuente: Guía Técnica de Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos, 2016.

La última etapa consiste en la exportación de los RAEE, en donde el gestor autorizado debe de cumplir con todos los lineamientos establecidos en el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, acordado en 1989, y ratificado y publicado en Costa Rica en 1995, así como todos los procedimientos establecidos en el Decreto 37567-S-MINAE-H, Reglamento General a la Ley de Gestión Integral de Residuos.

En esta etapa, también participan el Ministerio de Salud, el Ministerio de Hacienda y la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (Procomer), en la aprobación y verificación de toda la documentación presentada antes de poder exportar los residuos.

Estas cuatro etapas se resumen en la figura 1, tomada respectivamente de la Guía Técnica de Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos.

Por último, cabe señalar que esta guía establece tres lineamientos que definen los requisitos y los requerimientos técnicos para llevar a cabo cada una de las etapas. Estos lineamientos son:

•**Documentación:** Recuerda los trámites, permisos y documentos que deben generarse y guardarse en cada etapa de acuerdo con la legislación nacional y lo que establecen las buenas prácticas internacionales.

•**Instalaciones y equipamiento:** Describe las condiciones de infraestructura y equipo que se requiere para etapa.

•**Procedimientos y capacitación:** Menciona los aspectos que debe conocer el personal a cargo de cada una de las etapas (Minsa, 2016b, p.7).

Como se puede observar, ante la problemática de los residuos, y específicamente ante los RAEE, Costa Rica en los últimos diez años ha realizado una serie de esfuerzos técnicos, estratégicos y legales para mejorar la gestión de los residuos. Sin embargo, esta problemática sigue creciendo, por lo que se puede concluir que para llegar a resolverla falta mucho tiempo, y se requiere continuar fortaleciendo los esfuerzos educativos para que nuestra sociedad adquiriera una cultura ambiental más arraigada.

Conclusiones

Los RAEE son un tipo de residuos que se han producido en una tasa mayor en las últimas dos décadas debido al desarrollo tecnológico y al modelo de producción y consumo, que obligó a Costa Rica a establecer legislación especializada para su correcta gestión. Es por ello que actualmente el país cuenta con normativa en gestión de residuos muy amplia y robusta, que ha permitido mejorar el manejo de estos en los sectores públicos y privados.

Asimismo, los avances regulatorios en materia de GIRS, especialmente con respecto a la gestión de RAEE han permitido la conformación de empresas dedicadas exclusivamente a la gestión de los residuos, que ha impulsado la creación de empleo y la valorización de muchos materiales que décadas atrás simplemente se desechaban. Además, la legislación GIRS exige a los sectores productivos que fortalezcan y mejoren su compromiso con la gestión de residuos, en base al principio de responsabilidad compartida.

En esta línea, la Guía Técnica de Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos representa una herramienta clara y concisa para que todos los actores involucrados, sobre todo las unidades de cumplimiento y los gestores autorizados, puedan llevar a cabo una adecuada gestión de los RAEE, apegados a la legislación ambiental vigente.

A pesar de los esfuerzos de establecer una legislación para la Gestión Integral de Residuos, la tasa de generación de los materiales de desecho sigue incrementando, debido a la resistencia de abandonar el modelo de producción y consumo que predomina en el país y en el mundo.

Referencias

Alvarado, C. P., Cordero, L., Garro, A., Gómez, J., Loría, W., Mora, B., Picado, F., Lizano. (2017). Gestión de residuos electrónicos y cultura digital. Universidad Nacional de Costa Rica. Recuperado de [file:///C:/Users/smira/Downloads/4516-Texto%20del%20art%C3%ADculo-12621-1-10-20190816%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/smira/Downloads/4516-Texto%20del%20art%C3%ADculo-12621-1-10-20190816%20(1).pdf)

Lara, J. (2015). Ticos duplicaron producción diaria de basura en 14 años. Periódico La Nación. Recuperado de <https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/ticos-duplicaron-produccion-diaria-de-basura-en-14-anos/ZLDQ5XQO4FGEVBXFXWIUCEOB3A/story/#:~:text=Los%20costarricenses%2C%20algunos%20habituaados%20desde,%E2%80%9D%2C%20parecen%20esforzarse%20por%20en suciarlo.&text=La%20cifra%20es%20la%20suma,3.000%20t%20diarias%20de%20sobrantes>.

Martínez y Porcelli, (2016): Un difícil camino en pos del consumo sustentable: el dilema entre la obsolescencia programada, la tecnología y el ambiente. Revista Lex, Vol 14. Número (18). Universidad Alas Peruanas, Perú (pp. 9 y 15).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2010). Categorización de los aparatos eléctricos y electrónicos y los RAEE. Colombia. Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosAmbientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/contenido_2_1_2.html



SEBASTIÁN MIRANDA BRENES

Es escritor. Tiene una maestría en Gestión Ambiental y una licenciatura en Química Industrial. Actualmente es docente de la Unidad Regional Huetar Caribe del Instituto Nacional de Aprendizaje, donde además coordina el proyecto Vida Natural, con el cual se obtuvo la declaración de carbono neutralidad de la URHC.

También es docente de la Sede Caribe de la Universidad de Costa Rica.

Sus temas de interés son: ética ambiental, sustentabilidad súperfuerte, decrecimiento y gestión ambiental.

INTERSECTORIALIDAD E INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA GESTIÓN DE RAEE EN COSTA RICA

Victoria Rudín VegaMata

Resumen

El artículo presenta una recapitulación histórica de los fundamentos de la gestión de los Residuos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) desde el punto de vista del proceso de gestión, prestando especial énfasis a los elementos del trabajo intersectorial y la interdisciplinariedad que le han caracterizado. Con base a esto, se describe el desarrollo de la Estrategia Nacional para la Gestión de RAEE, enfocándose en los acontecimientos ocurridos entre el 2004 y el 2010 y en los principales actores que contribuyeron al proceso. Se finaliza con una descripción de los roles sectoriales asumidos por cada conjunto de actores y se puntualizan las lecciones aprendidas y los desafíos pendientes para mejorar la gestión de RAEE en Costa Rica.

Palabras clave: Intersectorialidad, interdisciplinariedad, estrategia, responsabilidad extendida del productor, RAEE.

Introducción

Conocer el desarrollo histórico de la gestión de RAEE resulta fundamental no sólo para comprender la situación actual y reconocer los logros alcanzados hasta el momento, sino también para identificar los desafíos y los aspectos de mejora en este ámbito. En Costa Rica, los intentos por abordar la problemática de la gestión de los RAEE iniciaron en el 2003, producto de una alianza que se dio entre la Cámara de Industrias (CIGR), el Instituto Tecnológico y la Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA) junto con la organización holandesa Waste y que contó con el apoyo financiero del

Convenio Bilateral Costa Rica-Holanda. El proceso se inició con un diagnóstico que pretendió conocer la situación de los RAEE en Costa Rica e identificar cuáles eran los actores clave involucrados. Esto supuso un reto puesto que no se contaba con experiencias de otros países latinoamericanos que sirvieran como referencia para el trabajo que se pretendía desarrollar. A raíz de la identificación de esos actores se conformó un comité intersectorial con carácter interdisciplinario (que con la aprobación del Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos se oficializa con el nombre de Comité Eje-

cutivo para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos y Eléctricos o CEGIRE), integrado por los principales actores que debían estar vinculados a este proceso: el Ministerio de Ambiente y Energía (Minae), el Ministerio de Salud (MS), el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt), los importadores, los comercializadores, las municipalidades, la academia y la sociedad civil. Una de las fortalezas de la agrupación creada fue que la mayoría de sus integrantes provenía de distintas disciplinas. Es importante señalar que la integración de los distintos sectores en el CEGIRE fue ampliamente respaldada por el Micitt, ya que desde el Ministerio se identificó la generación de importantes cantidades de RAEE en el país, por parte de instituciones públicas y grandes generadores; lo que supuso la necesidad de buscar medios para gestionar adecuadamente estos residuos.

Estrategia Nacional para la Gestión de RAEE

Desde el CEGIRE se formuló una Estrategia Nacional para la Gestión de RAEE. Dicho proceso comenzó en el 2004 y su propósito inicial fue centrarse en la formulación de un marco legal que, por la complejidad y particularidades de los RAEE, requería de la creación de una normativa que regulara la recuperación de estos residuos. El trabajo dentro de esta área inició con la formulación del Decreto Ejecutivo N°35933-S para la ges-

ción integral de residuos electrónicos, que fue un proceso con una duración de seis años.

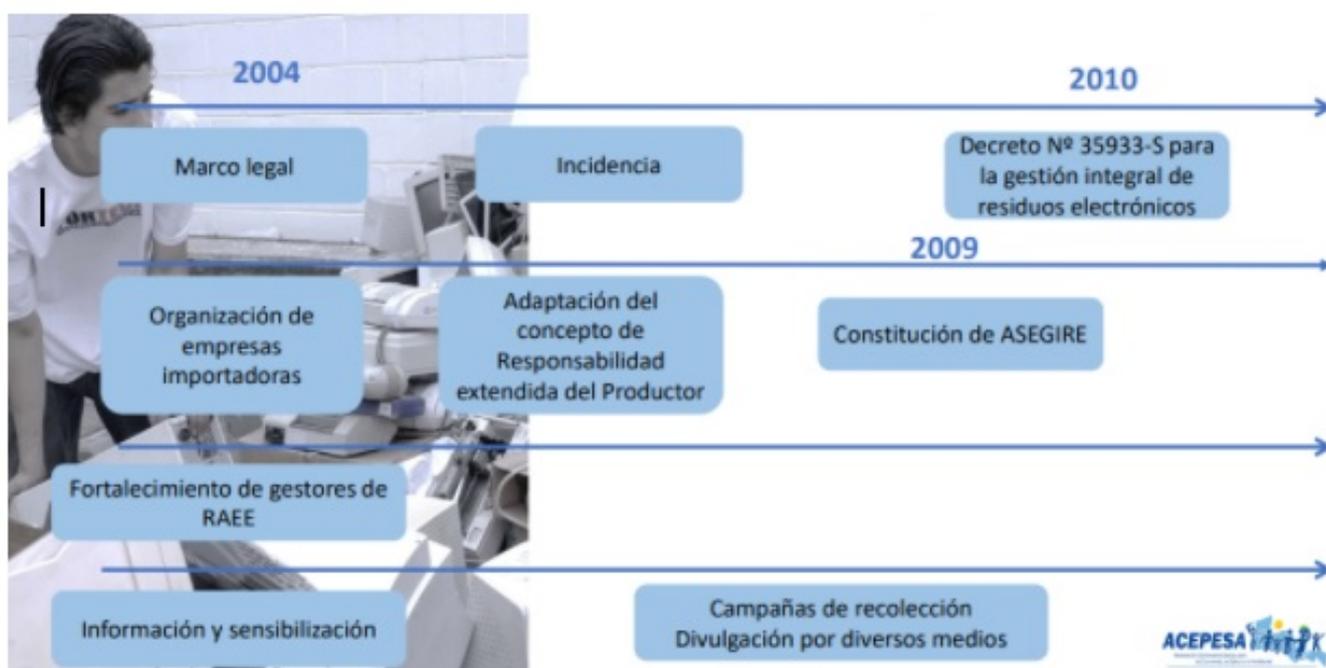
La extensión en el desarrollo y aprobación de este decreto se debió a que no se contaba con un marco de referencia que facilitara el desarrollo de la norma. Además, al contarse únicamente con experiencias de países de América del Norte y Europa, el Comité tuvo que trabajar en la adaptación de esa normativa a la realidad costarricense. Aunado a esto, hubo un periodo de transición en el que la rectoría cambió del Minae al MS. Después de estos cambios, en el 2010 se logró culminar con la aprobación del reglamento que hasta la fecha está vigente y hoy se encuentra en revisión para actualizarlo a las nuevas condiciones del tema en el país.

De manera paralela, se promovió la organización de las empresas importadoras de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), con el fin de en sus operaciones se integrara el concepto de Responsabilidad Extendida al Productor (REP), que en ese momento (y hasta la fecha), era una tendencia internacional en el tema de la gestión de los RAEE. Esta integración implicó el reto de adaptar la noción de la REP a nivel local, haciendo que las empresas asumieran los costos de recepción, traslado y tratamiento, entre otros relacionados con el manejo de los RAEE.

Lograr lo anterior fue posible gracias al apoyo de la Cámara de Industrias de Costa Rica (CICR) y la Cámara Costarricense-Norteamericana de Comercio de Costa Rica (AmCham), las cuales colaboraron con el CEGIRE en la formulación y adaptación del concepto. Esto permitió acercarse a diferentes empresas importadoras y trabajar con las mismas hasta que en el 2009 se creó la primera Unidad de Cumplimiento del país que fue la Asociación de Empresarios para la Gestión integral de Residuos Electrónicos (ASEGIRE). Junto con estos esfuerzos, se realizaron diversas gestiones para fortalecer a los gestores autorizados de RAEE, puesto que antes del 2004 eran pocas las empresas involucradas en este proceso productivo.

Asimismo, se realizaron diversos tipos de acciones para fortalecer la información y sensibilización de la población en este ámbito. Para esto se hicieron acercamientos con diversos medios de comunicación, principalmente con radioemisoras, televisoras y la prensa escrita. En este proceso no se incluyeron acciones en redes sociales, ya que estas aún no habían adquirido el nivel de relevancia que poseen actualmente. El atractivo del tema permitió que se lograran las primeras campañas de recolección de RAEE a nivel nacional y que dichos eventos se replicaran por diferentes sectores a lo largo de los años.

Figura 3.1. Implementación de la Estrategia Nacional para la Gestión de RAEE -procesos del 2004 al 2010-



Fuente: ACEPESA, 2020.

La intersectorialidad de la gestión de RAEE en Costa Rica

La intersectorialidad ha sido un aspecto presente en la gestión de RAEE desde el inicio del proceso y esta se manifiesta no sólo como el involucramiento de diferentes actores, sino también en la definición de roles distintos entre los mismos. Si estos actores son vistos desde un punto de vista sectorial puede afirmarse que en la gestión de RAEE han intervenido cuatro sectores esenciales:

- Instituciones públicas: que tuvieron un rol fundamental a la hora de formular el marco legal que rige la gestión de los RAEE.
- Cámaras Empresariales y empresa particulares: se encargaron de la incidencia con empresarios del sector de electrónicos para la concreción del concepto de REP y su implementación en el país. También contribuyeron en la formulación del reglamento para la gestión de RAEE, brindando aportes sobre cómo aplicar la normativa y adicionalmente, coadyuvaron en la sensibilización divulgación del tema con otros sectores.
- Academia: colaboró con la definición de aspectos técnicos vinculados al proceso de gestión de los RAEE, así como con la sensibilización y divulgación. Estas acciones fueron lideradas por el Tecnológico de Costa Rica.
- Organizaciones no gubernamentales: que bajo la figura de la Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA), actuaron como facilitadores al establecer alianzas y negociar entre los diferentes sectores, y encargarse de la sistematización y divulgación del proceso.

Debe señalarse que en el 2010 se oficializó esta plataforma intersectorial y se constituyó el Comité Ejecutivo para la Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos (CEGIRE). Este órgano fue integrado por el MS, el Minae, el Micitt, el Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (Ifam), la Unión Costarricense de Cámaras y Asociaciones del Sector Empresarial Privado (UCCAEP), ACEPESA, por las ONG y ASEGIRE, como representante de las unidades de cumplimiento.

Lecciones aprendidas en el proceso

La experiencia vivenciada a lo largo de todos estos procesos, mostró la importancia que posee el diálogo intersectorial para la búsqueda de soluciones en un tema de tanta complejidad como lo es la gestión de RAEE. De igual modo la vinculación de diferentes actores con visiones, experiencias y disciplinas tan distintas

se considera como un factor de éxito que permitió avanzar en la construcción de alianzas estratégicas, así como en la creación de instrumentos normativos para regular el manejo de los RAEE y definir los roles y responsabilidades de los diferentes actores vinculados.

Igual de importante fue el papel que jugó el compromiso institucional y personal de los representantes sectoriales que se vincularon a estos procesos, lo que resultó clave no sólo para alcanzar acuerdos e iniciativas concretas; sino también para construir consensos a pesar de los diferentes intereses o conflictos que pudieran surgir entre los sectores. Algunos de los retos actuales que tenemos tienen que ver con el estableci-

miento de las metas de recuperación de RAEE, la identificación de debilidades en la implementación de reglamento de gestión de RAEE, la creación de sistemas de recepción de RAEE en el país (aunque existen algunos dentro de la Gran Área Metropolitana), la disponibilidad de información oficial sistematizada, el lograr la coordinación entre diferentes unidades de cumplimiento para mejorar la eficiencia en la recolección, la integración del sector informal y el tema de la información pública y el conocimiento de la temática, así como el debido manejo de estos residuos.



VICTORIA RUDÍN VEGA

Directora de ACEPESA. Con 26 años de experiencia en ejecución de proyectos de gestión integral de residuos sólidos, incluyendo investigación, asistencia técnica y capacitación con diversos actores. Ha promovido y participado en diversas plataformas intersectoriales para la formulación e implementación de políticas y normativas.

Del 2003 al 2009 coordinó un equipo interinstitucional e interdisciplinario que impulsó el desarrollo de la gestión de residuos electrónicos en Costa Rica, incluyendo la normativa asociada. Actualmente es integrante del Comité Ejecutivo Nacional para la gestión integral de residuos electrónicos.

REUTILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE MATERIALES EN LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS: CONSIDERACIONES SOBRE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA, CONFIABILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR

Óscar Núñez Mata

Resumen

El concepto de máquina eléctrica se relaciona con el proceso de conversión de energía (eléctrica-eléctrica o eléctrica-mecánica), basado en la teoría electromagnética. Entre las máquinas eléctricas se incluyen los motores, generadores y transformadores. En este trabajo se analizan únicamente los motores eléctricos industriales, pero es posible extender los resultados y comentarios al resto de máquinas.

Los motores eléctricos se consideran una parte fundamental del quehacer de la sociedad actual, al estar presentes en innumerables aplicaciones. Esta investigación abarca a los motores industriales, ya que éstos representan una parte importante del consumo eléctrico en el mundo. Un hecho a tomar en cuenta es que los motores sufren de un desgaste a lo largo de su ciclo de vida. Cuando dicho desgaste desencadena en una falla, el motor debe salir de operación, ya sea para repararse o darse de baja. En dicha condición, se producirán distintos materiales de desecho que deben ser dispuestos adecuadamente.

Los tipos de materiales que se producen en el proceso de reparación o descarte son muy variados. Por ejemplo, hay cobre recuperado cuando se rebobina el motor, junto con hierro incluido en las carcasas. De esta forma, este trabajo hace un planteamiento inicial para considerar este segmento de la industria como uno que requiere de atención prioritaria. Por lo tanto, se trata de un análisis exploratorio que llevará a mayor profundización en un futuro.

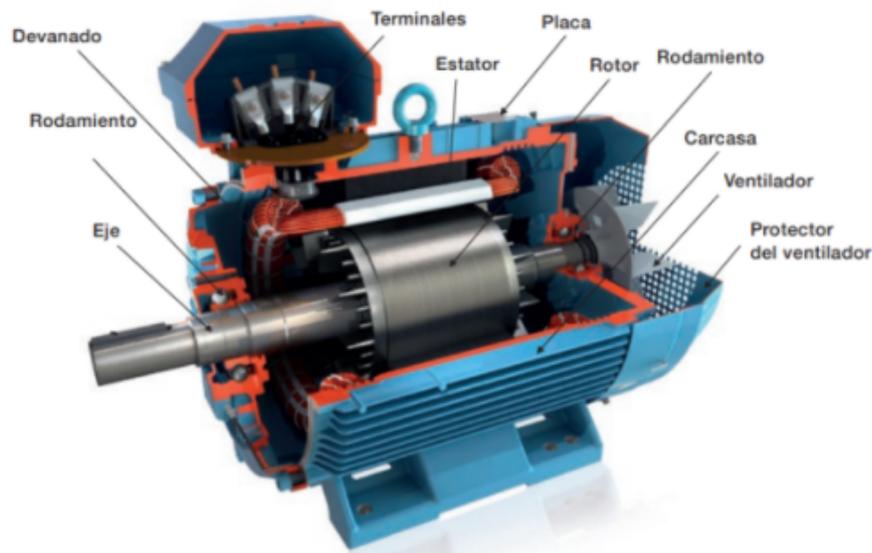
Palabras clave: Ciclo de vida, economía circular, fallas, motor eléctrico, reparación.

Introducción

Algunas organizaciones mundiales, como la Agencia Internacional de Energía en el 2020, indican que los sistemas con motores eléctricos consumen más del 40% de la electricidad en el mundo (Internacional Energy Agency, [IEA], 2020). Para la industria, en su constante desarrollo, el contar con motores eléctricos ha sido un pilar fundamental en dicho proceso, ya que son utilizados para producir trabajo o movimiento a partir de

la energía eléctrica. Los más comunes, tanto por su costo económico como por su facilidad de uso y robustez, son los motores asíncronos (o de inducción). Dichos motores de inducción necesitan de un suministro eléctrico de corriente alterna para funcionar, la cual puede ser adquirida fácilmente a través de la red de distribución. En la Figura 4.1 se muestra un motor eléctrico de inducción típico, detallando sus partes constitutivas (ABB, 2014).

Figura 4.1 Partes de un motor eléctrico de inducción



Fuente: (ABB, 2014)

Adicionalmente, datos del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) indican que aproximadamente entre el 60% y el 70% del consumo de la energía eléctrica se debe a equipos electromotrices acoplados a motores eléctricos (Instituto Costarricense de Electricidad, [ICE], 2017). Denotando así la gran importancia que representan para el país éstos en los procesos industriales. Debido a su gran utilidad, es fundamental conocer la condición en que estas máquinas eléctricas se encuentran, ya que un fallo de los mismos puede incurrir en grandes pérdidas económicas, al paralizar la producción, o inclusive generar riesgos a la integridad física del usuario.

Entonces, este artículo plantea varias líneas de trabajo en el ámbito de los motores eléctricos industriales, tendientes a mantener dichos equipos en adecuadas condiciones de operación, lo que implica buenas prácticas de mantenimiento y seguimiento. Además, se considera que al ser reparado o dado de baja, se dé un manejo correcto de los residuos generados. Finalmente, en el caso de estudio se propone la obtención de un índice de salud, que siga la evolución del desgaste del sistema de aislamiento del motor, como una forma de asegurar la vida útil.

Eficiencia, confiabilidad, y ciclo de vida del motor eléctrico

El nivel de eficiencia es un indicador de gran importancia a la hora de evaluar el desempeño de los motores eléctricos. En los últimos años, se observa un incremento en el interés por desarrollar prácticas de selección y uso de motores considerando su eficiencia.

La historia de la conducción de la eficiencia en motores eléctricos se resume en la figura 4.2 , mostrando los pasos que han seguido las tres regiones del mundo, en cuenta a Latinoamérica (Instituto Nacional de Normas Técnicas, [INTECO], 2018).

Figura 4.2. Resumen de la evolución histórica de las normas de eficiencia en el mundo



Fuente: Lu, 2016.

En Costa Rica, con la meta de carbono neutralidad, el Ministerio de Ambiente y Energía (Minae) desarrolló el VII *Plan Nacional de Energía (2015-2030)*, lo que conllevó al proceso de las Normas INTE E13 - 2017 sobre eficiencia en motores eléctricos. A partir de estas, se establecieron distintas políticas energéticas para el sector electricidad, y se implementan acciones frente al cambio climático global. Se cubren equipos consumidores de energía, como el caso de motores eléctricos, en los cuales se propicia elevar nivel de eficiencia mediante el cambio tecnológico y en esta nueva norma se establece la obligatoriedad de regular el ingreso de motores al país mediante la respectiva Reglamentación Técnica (que aún está en proceso de preparación), garantizando, además, la competitividad del país.

La fabricación de un motor con mayor nivel de eficiencia, que busque el ahorro energético, implica el uso de una mayor cantidad de materias primas, lo que conlleva un costo más alto de fabricación y adquisición. Por ejemplo, en un motor de eficiencia Premium, se requiere un 10% más de material de hierro para la fabricación del núcleo magnético, comparado con uno de nivel anterior de eficiencia (Alta eficiencia) (Auer & Meincke, 2018). Por otro lado, el fabricar un motor eléctrico más confiable implica una serie de consideraciones, que también afecta el uso de las materias primas. Entendiendo *confiabilidad* como la probabilidad de que un motor opere sin falla por un determinado tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.

Motores más confiables con construidos con carcasas reforzadas, con rodamientos de mayor tamaño, y otros elementos. Entonces, los motores que requieren mayores niveles de confiabilidad deberán utilizar más cantidad de materiales.

En este sentido, un concepto que tiene la posibilidad de aglutinar los temas tratados en este artículo es el de *Análisis de Ciclo de Vida* (ACV). El ACV analiza los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo de la vida de un producto o actividad. Llevar el ACV a los motores eléctricos implica la consideración de su historia, desde su origen como materias primas, hasta su disposición final. Se debe tomar en cuenta todas las fases intermedias. La complejidad de este tipo de análisis requiere de un protocolo de referencia, que guíe el estudio de ACV. Una parte fundamental del ACV son los procesos de reparación de los motores eléctricos.

Reparación de motores eléctricos y economía circular

Cuando un motor eléctrico presenta una falla, la decisión de reparar o reemplazarlo pasa por una serie de consideraciones. En primer lugar, se debe tomar en cuenta que, en general, se fabrican tres tipos de motores eléctricos, estos son: i) los de *Propósito General*, que los fabricantes mantienen en inventario y pueden ser entregados rápidamente; ii) los que utilizan los *Fabricantes de Equipos*

Originales (OEM por sus siglas en inglés), y que son de diseño especial, generalmente se protege su reemplazo; iii) y, finalmente, los de *Fabricación Especial*, hechos a la medida de la aplicación, no se mantienen en inventario y tienen tiempos de entrega prolongados. Bajo estas consideraciones, es importante hacerse este primer análisis cuando un motor presenta una falla, que establecerá el tiempo de entrega de un motor nuevo de fábrica. En contraposición, el reparar el motor localmente tiene ventajas y desventajas, que el usuario deberá analizar.

Un motor fallado no puede tomar por sorpresa del todo al personal a cargo, ya que las empresas deben contar con un plan de *Gestión de Activos*, que siga una planificación táctica para gestionar toda la infraestructura y activos de la organización, con el objetivo de asegurar un estándar de calidad de los bienes producidos y los servicios prestados. Generalmente, el plan de gestión de activos cubre más de uno, ya que diferentes activos se encuentran relacionados entre sí, obligando a determinar un nivel de servicio para todos. Es así como los motores eléctricos deben estar considerados en estos planes, que contemplan la planificación de los costos de explotación, mantenimiento, reparación y reemplazo. No solo se analiza la compra del motor nuevo y el costo de la instalación, se debe incluir

temas como: el consumo de energía, eficiencia de la producción, los costos de mantenimiento y el valor de mercado del motor al final de su vida (disposición o reciclaje).

Un motor fallado no puede tomar por sorpresa del todo al personal a cargo, ya que las empresas deben contar con un plan de *Gestión de Activos*, que siga una planificación táctica para gestionar toda la infraestructura y activos de la organización, con el objetivo de asegurar un estándar de calidad de los bienes producidos y los servicios prestados. Generalmente, el plan de gestión de activos cubre más de uno, ya que diferentes activos se encuentran relacionados entre sí, obligando a determinar un nivel de servicio para todos. Es así como los motores eléctricos deben estar considerados en estos planes, que contemplan la planificación de los costos de explotación, mantenimiento, reparación y reemplazo. No solo se analiza la compra del motor nuevo y el costo de la instalación, se debe incluir temas como: el consumo de energía, eficiencia de la producción, los costos de mantenimiento y el valor de mercado del motor al final de su vida (disposición o reciclaje).

Según EASA (siglas en inglés de Asociación de Reparadores de Máquinas Eléctricas, con sede en St. Louis, Estados Unidos) hay distintos niveles de reparación en los motores eléctricos:

- Nivel 1: reacondicionamiento básico. Incluye la sustitución de los rodamientos, la limpieza de todas las piezas y la sustitución de lubricante. También añade accesorios.
- Nivel 2: comprende el nivel 1, con la adición de tratamiento del barniz de los bobinados del estator y la reparación de eje desgastado.
- Nivel 3: contiene el nivel 1 y 2, así como rebobinar el estator.
- Nivel 4: engloba el rebobinado del estator además de una reparación importante en las barras del rotor. Puede incluir la sustitución de las laminaciones del estator o el reacondicionado. Reemplazo del eje es posible. El nivel 4 implica grandes reparaciones que son lo suficientemente costosas para justificar el examen de la opción de sustitución.
- Nivel 5: incluye aquellos motores que normalmente deberían ser reemplazados, pero por características especiales se procede con su reparación.

Dos de los requerimientos fundamentales de los procesos de reparación será mantener o mejorar: i) la confiabilidad, y ii) la eficiencia del motor.

Cada uno de los distintos niveles de reparación mencionados producirá diferentes materiales de residuo, así como la posibilidad de reutilización de

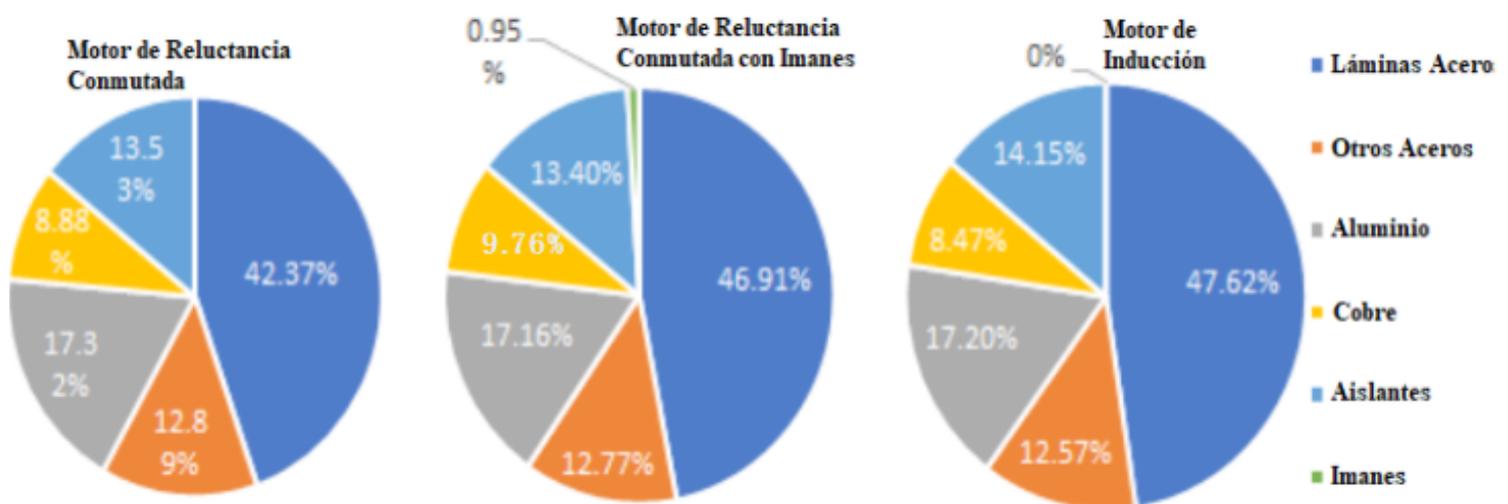
materiales y partes del motor. Los principales materiales de residuo producido son los siguientes:

- Cobre: presente en los devanados de estator y rotor.
- Aluminio: presente en la carcasa, poleas y el rotor.
- Acero: presente en la carcasa, los rodamientos poleas, y el eje.
- Plástico: presente en la caja de conexiones, ventiladores y cubre ventiladores. Ciertos motores no incluyen este tipo de materiales.

Los tipos de materiales varían según el diseño particular y la parte correspondiente. Por ejemplo, en la figura 4.3 se muestra una comparación de tres tipos de motores, todos de 10 kilovatios (kW) de potencia, en referencia a la distribución de costos de las materias primas necesarias para su fabricación (Rassõlkin et al., 2018). Como se observa en la figura 4.3, el material que predomina es el acero (cerca del 60%), seguido del aluminio (cerca del 17%), le sigue el cobre (cerca del 8%), finalmente los materiales aislantes (cerca del 13%).

Figura 4.3.

Distribución de costos de las materias primas para la fabricación de un motor de 10 [kW]

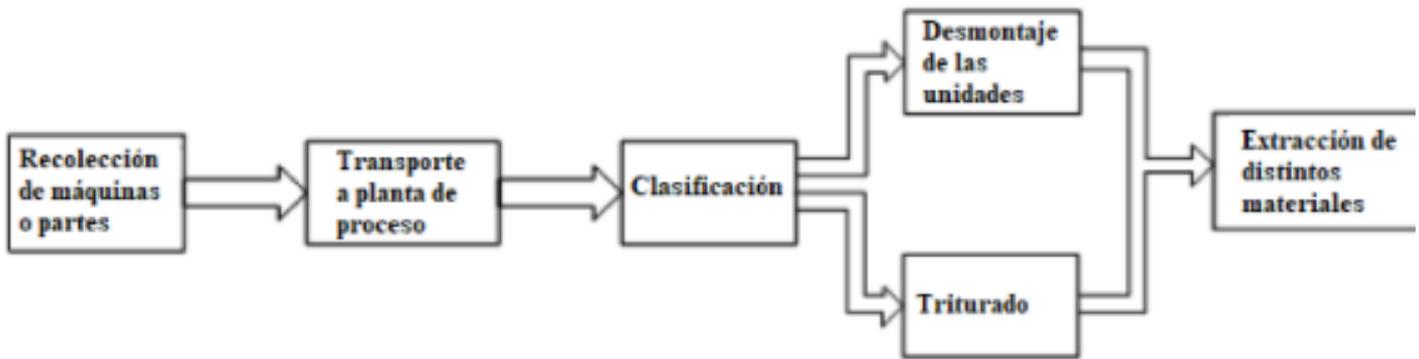


Fuente: (Rassõlkin et al., 2018).

Hay dos métodos principales para la recuperación de partes y materiales de residuos durante el proceso de reparación de motores eléctricos, que son: i) el triturado; y, ii) el desmantelamiento.

Estos métodos de incluyen en la figura 4.4 (Rassõlkin et al., 2018). Los procesos posteriores pueden/o no ser requeridos para terminar de recuperar los materiales.

Figura 4.4. Métodos de recuperación de residuos y partes en el proceso de reparación de motores



Fuente: (Rassõlkin et al., 2018)

Estos temas los recoge muy bien el concepto de la Economía Circular, que tiene como objetivo el minimizar los distintos residuos mediante el diseño, reutilización, reparación, restauración y el reciclaje de materiales/productos (Falkner, 2017). Un par de ideas que pueden ser útiles para implementar la economía circular son: i) el uso correcto de materiales; y ii) la fabricación con posibilidades de reparar y/o reciclar. Y una importante cuestión que se debe evaluar es la durabilidad del producto y la necesidad de reducir el consumo de materiales. Finalmente, las ventajas que se enumeran de la economía circular para el ámbito de los motores eléctricos son las siguientes: i) más trabajos locales y mejor calificados; ii) menos importaciones y, por tanto, mejor balanza de pagos para el país; iii) posible exportación de servicios de reparación; y, iv) menor exposición a precios de materiales fluctuantes o escasez de material/equipos.

En Europa se están dando los primeros pasos para establecer regulaciones específicas para los fabricantes de máquinas eléctricas, sin embargo, estos reportan estar cautelosos ante las nuevas regulaciones ya que consideran que estas deben tener un balance entre avances tecnológicos y un equilibrio con la eficiencia energética, la confiabilidad junto con otro tipo de consideraciones materiales en su producción.

Caso de estudio y análisis

En el Laboratorio de Conversión de Energía para la Sustentabilidad (LabCES) de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica (UCR), se trabaja en la línea de investigación del mejoramiento de la confiabilidad de las máquinas eléctricas. En este sentido, se presenta como caso de estudio, el desarrollo de un índice de salud aplicado a motores eléctricos, que siga la evolu-

ción del deterioro de la máquina en su sistema de aislamiento (dieléctrico).

Cuando una máquina opera, se espera que no presente salidas inesperadas que provoquen interrupciones en su funcionamiento, con las consecuencias que conlleva. Por lo anterior, se sugiere llevar a cabo una serie de mediciones periódicas de distintas variables, que evalúen el estado de condición, con lo cual se permite establecer su riesgo de operación, junto con las posibles medidas correctivas a implementar en caso de ser necesarias y en el momento oportuno. Esto se constituye en un diagnóstico de máquinas, donde los aspectos dieléctricos, relacionados al aislamiento, son de los más importantes.

Específicamente, se habla de detectar, aislar e identificar una condición de falla inminente o incipiente, sin que se detenga la operación de la máquina. Es decir, el componente afectado sigue funcionando, aunque se encuentre en modo degradado. El proceso se divide en:

1. Detección de falla: Descubrir una condición incipiente anormal de funcionamiento.
2. Aislamiento de falla: Determinar qué componente (subsistema, sistema) está fallando o ha fallado.
3. Identificación de falla: Estimar la naturaleza y extensión de la falla.

Aplicado al sistema de aislamiento, los

responsables de la correcta operación de máquinas cuentan con una serie de ensayos, destinados a determinar su condición, clasificados en: i) parámetros dieléctricos medidos; ii) parámetros combinados; y, iii) parámetros derivados de las magnitudes medidas. El objetivo final del diagnóstico será que una “falla potencial” (incipiente), no se convierta en una “falla funcional”, que impida la operación de la máquina.

Los devanados del motor incluyen un sistema de aislamiento que busca lo siguiente: i) evitar el contacto entre conductores y tierra; ii) conducir el calor fuera de la máquina; y, iii) dar soporte mecánico a los conductores frente a la vibración. Así, sus componentes fundamentales son:

- Aislamiento entre conductores.
- Aislamiento entre vueltas.
- Aislamiento con la pared de la ranura (a tierra).

Se requiere de una herramienta que proporcione una base para evaluar el estado del motor (para guiar la toma de decisiones). Basado en la identificación de los modos de falla que pueden llevar al final de la vida útil del activo. Los objetivos son:

- Ser indicativo de la idoneidad del activo para el servicio continuo y representar su condición.

- Utilizar distintas medidas objetivas y verificables de la condición del activo.
- Ser comprensible y de fácil interpretación para los usuarios de motores.

Se desarrolló así una herramienta para el cálculo de un Índice de Salud Dieléctrico, que considere el grado relativo de los diferentes factores, basado en pruebas realizadas al devanado del motor. Utiliza distintas etapas, que son: i) normalización de los resultados de las pruebas, ii) valoración de la importancia de la prueba;

iii) sumatoria de valores para la obtención del índice de salud; y, iv) análisis y diagnóstico.

Para evaluar la efectividad de la herramienta de diagnóstico, se presentan los resultados obtenidos en un motor de 900 [kW], 4160 [V], que se recibió en un taller de reparación. Primeo, la Tabla 4.1 muestra los resultados de las pruebas, así como el cálculo del índice de salud cuando el motor ingresó al taller con un daño severo.

Tabla 4.1 Pruebas de ingreso y cálculo del índice de salud

Pruebas no realizadas	Peso de la prueba	Condición:Mala.	
Descarga dieléctrica	0.0477		
Factor de potencia	0.1179		
Tip Up	0.1179		
Descargas parciales	0.1875		
Suma(+)	0.47124		
Valor a repartir	0.15708		
Pruebas realizadas	Medición normalizada	Pesos parciales	Peso Finales
Resistencia de aislamiento (RA)	0.25490	0.25490	0.41198
Índice de polarización (IP)	0.2124	0	0
Prueba de comparación de impulsos (Surge)	0.03660	0	0
Diagnóstico			
Suma(+)	0.4119	Diagnóstico Final:	41.198%

Fuente: Bolaños, 2020.

Como se observa en la Tabla 4.1, el valor del índice de salud alcanzó un valor de 41.198% (de 100%), lo que es considerado un valor Malo. Esto pudo ser confirmado, ya que una vez que el motor se desarmó,

el mismo presentaba un cortocircuito en el devanado, lo que no permitía su operación.

En una segunda etapa, el motor fue repa-

rado completamente, y se volvió a probar para calcular el índice de salud. La Tabla 4.2 muestra los valores obtenidos, con un valor del índice de salud de 96.1037%, lo

que se considera un valor adecuado. El motor fue devuelto a la planta para su puesta en operación.

Tabla 4.2. Pruebas de salida y cálculo del índice de salud

Pruebas no realizadas	Peso de la prueba	Condición:Excelente.	
Descarga dieléctrica	0.0477		
Factor de potencia	0.1179		
Tip Up	0.1179		
Descargas parciales	0.1875		
Suma(+)	0.47124		
Valor a repartir	0.15708		
Pruebas realizadas	Medición normalizada	Pesos parciales	Peso Finales
Resistencia de aislamiento (RA)	0.25490	0.25490	0.41198
Índice de polarización (IP)	0.2124	0.22599	0.3747
Prueba de comparación de impulsos (Surge)	0.03660	0.03294	0.17431
Diagnóstico			
Suma(+)	0.9610	Diagnóstico Final:	96.1037%

Fuente: Bolaños, 2020.

Conclusiones

Con la investigación realizada se puede concluir que la industria de reparación de máquinas eléctricas es un actor clave en los procesos de reutilización y reciclaje de materiales eléctricos ya que esta ha sido una industria de vanguardia en lo que respecta a la aplicación de los principios de la nueva economía circular, por lo que su experiencia acumulada puede ser de gran utilidad para transmitir dichos conocimientos y experiencias a otros sectores productivos por ejemplo en aspectos como la eficiencia energética y la confiabilidad.

Junto con esto, se deben emplear metodologías de análisis que permitan darle seguimiento a todos los procesos que están involucrados en la vida útil del motor, incluyendo su disposición final. Asimismo, se demostró que a partir del estudio y realización de pruebas se campo, se creó una herramienta que calcula el Índice de Salud dieléctrico que permite dar soporte a las personas usuarias a través de una evaluación del estado de condición de la máquina, estableciendo su riesgo de operación e identificando las posibles medidas correctivas a implementar en caso de ser necesarias.

Referencias

ABB. (2014). Motores de baja tensión: La guía del motor. In *Abb Motores y Generadores* (Tercera ed).

Auer, J., & Meincke, A. (2018). Comparative life cycle assessment of electric motors with different efficiency classes. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(8), 1590–1608. <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1378-8>

Bolaños, A. H. (2020). Diseño e implementación de un algoritmo para el monitoreo de la condición del sistema de aislamiento de motores de inducción trifásicos. Universidad de Costa Rica.

Falkner, H. (2017). Dr. Hugh Falkner looks at The Circular Economy and the Motor Repair Industry. *AEMT Journal*, 17(3), 9–13.

ICE. (2017). Buenas Prácticas de Eficiencia Energética para Motores Eléctricos Industriales.

IEA. (2020). International Energy Agency. Energy Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems. www.iea.org

INTECO. (2018). Actualización de la norma de eficiencia energética para motores eléctricos Código No. INTE E13-1:2017. *Revista Electricidad*, 36.

Lu, S. M. (2016). A review of high-efficiency motors: specification, policy, and technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.360>

Rassõlkin, A., Kallaste, A., Orlova, S., Gevorkov, L., Vaimann, T., & Belahcen, A. (2018). Re-Use and Recycling of Different Electrical Machines. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 55(4), 13–23. <https://doi.org/10.2478/lpts-2018-0025>



ING. ÓSCAR NÚÑEZ MATA

Ingeniero Electricista (Universidad de Costa Rica, 1993), MBA (UNED, 2006), Master en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica y Doctor en Ingeniería (Universidad de Chile, 2013 y 2018). Es profesor invitado en la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica (EIE-UCR). También ha sido profesor en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Es miembro/investigador fundador del Laboratorio de Investigación en Conversión de Energía para la Sustentabilidad, de la EIE-UCR.

Ha sido consultor para distintas empresas reparadoras de máquinas eléctricas de Latinoamérica. Periódicamente dicta cursos de capacitación en el extranjero (Guatemala, Ecuador, El Salvador, Panamá, Chile y Argentina). Escribe sobre temas técnicos de máquinas eléctricas en revistas de Costa Rica, Uruguay, Chile y Argentina.

Es miembro del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, y miembro activo del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Fue miembro del comité de INTECO que preparó la norma de eficiencia energética en motores eléctricos INTE E13. Sus campos de trabajo son: reparación y monitoreo de condición de máquinas eléctricas, desarrollo de nuevos esquemas de protección para sistemas eléctricos de potencia, diseño y operación de micro-redes con aplicación de fuentes de energía renovables.

NORMATIVA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RAEE EN COSTA RICA

Olga Segura Cárdenas

Resumen

El artículo ofrece un acercamiento al marco normativo y a las políticas públicas que rigen la Gestión Integral de Residuos en Costa Rica. A partir de esto, se enfatiza la regulación atinente a la gestión, el tratamiento y la disposición de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y se presenta la reglamentación vigente hasta la fecha.

Con base a la legislación nacional sobre la gestión integral de RAEE (GIRE), se examinan los RAEE dentro de la clasificación establecida en la normativa y se describen los actores que participan en la GIRE, la institucionalidad gubernamental creada y las etapas que se requiere para desarrollar la GIRE.

Se finaliza con una sección referente a los retos que enfrenta el país para mejorar la gestión integral de RAEE.

Palabras clave: Estrategia, normativa, jerarquización, gestión integral, RAEE.

Introducción

En Costa Rica existe un amplio marco normativo que regula la gestión integral de residuos en el país. Este está conformado por un conjunto de normas, reglamentos, políticas públicas, planes y estrategias que a pesar de englobar a otro tipo de residuos impactan la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

En lo que respecta a las políticas públicas

que rigen este ámbito deben mencionarse la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos (2010), el Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos (2016), el Plan Nacional de Descarbonización (2018), el Plan Nacional de Compostaje (2020) y la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (2018) que contempla diversos reglamentos de residuos (como los de Manejo Especial, Ordinarios y Residuos Peligrosos).

Las acciones contenidas en estos instrumentos se complementan con lo establecido en la *Estrategia Nacional de Cambio Climático* (2008), la *Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización* (2016), la *Estrategia Nacional para la Sustitución de Plásticos de un solo uso* (2017) y más recientemente, la *Estrategia Nacional de Bioeconomía* (2020).

Aunado a esto, el país cuenta con Planes Municipales para la Gestión Integral de Residuos y a nivel del sector público, se ha dispuesto la creación de Planes de Gestión Ambiental Institucional (PGAIs)

que procuran constituirse en un instrumento de planificación que busca priorizar y establecer medidas de prevención, corrección y mitigación de los impactos ambientales de las instituciones.

Este marco normativo se nutre de los principios establecidos en la Ley de Gestión Integral de Residuos (Ley N°8839), principalmente por el principio de jerarquización que plantea un orden deseable entre las acciones de evitar, reducir, valorizar, tratar y la disposición de residuos. (ver figura 5.1).

Figura 5.1. Principio de jerarquización



Fuente: Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839, 2010.

La Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (GIRE) en Costa Rica

El proceso para implementar la gestión integral de los RAEE en el país inició en el 2003 con el establecimiento de un conjunto de alianzas multisectoriales y la realización de un diagnóstico que permitió saber el estado de situación de Costa Rica en la gestión de RAEE. Dicho proceso se extendió hasta el 2010 y concluyó con la creación del *Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos* (Decreto N°35933-S, 2010).

De la mano de esto, se promulgó normativa destinada a regular diversos aspectos relacionados con la gestión y manejo de RAEE. Entre estas pueden mencionarse las siguientes:

- El Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables (Decreto N° 35906, 2010).
- El Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Decreto N°37567, 2013).
- El Reglamento para la Declaratoria de Residuos de manejo especial (Decreto N°38272, 2014).
- La actualización del Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables (Decreto N° 41052-S, 2018) cuya primera versión había sido realizada en el 2010.

Junto con esto, se oficializaron el Plan Nacional para la Gestión Integral de Resi-

duos (Decreto N°39742-S, 2016) y la Estrategia Nacional para la Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (Decreto N°39760-S, 2016) y se crearon las Guías Técnica para la Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos (Acuerdo N° DM-CB-8016-2016, 2016).

Asimismo, durante ese período se comenzó a conceptualizar lo que más adelante vendrían a ser las *Unidades de Cumplimiento* como la Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (ASEGIRE), que fue una de las primeras en constituirse. Uno de los últimos procesos en los que se ha venido trabajado corresponde a la revisión y actualización del Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos vigente durante el 2020.

Conceptualización de los RAEE en Costa Rica

La *Ley para la Gestión Integral de Residuos* (Ley N°8839) clasifica los residuos en tres tipos distintos, los ordinarios, los peligrosos y los de manejo especial. De acuerdo con esta categorización, los RAEE pueden ser considerados como **residuos de manejo especial**, lo que determina que deben ser separados de la corriente normal de residuos para ser sujetos a una gestión diferenciada que evite daños a la salud y al ambiente.

Los residuos de manejo especial están regulados por el Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial que fue aprobado en el 2014 y

actualizado en diciembre del año 2018 e indica cuáles objetos son considerados como residuos de esta índole (ver figura 5.2).

Figura 5.2 Residuos de Manejo Especial en Costa Rica

1.Llantas usadas (reguladas por el Decreto Ejecutivo N° 33745- S del 8 de febrero del 2007 "Reglamento sobre Llantas de Desecho").

2.Baterías ácido plomo.

3.Pilas de reloj, pilas: carbón-manganeso, carbón-zinc, litio-cadmio, litio y zinc.

4.Aires acondicionados, refrigeradoras, transporte de frío y equipos de Refrigeración industrial.

5.Aceite lubricante usado.

6.Envases plásticos para contener aceites lubricantes.

7.Envases metálicos, plástico y vidrio para contener agroquímicos (después del triple lavado).

8.Artefactos eléctricos (línea blanca).

9.Artefactos electrónicos (regulados por el Decreto Ejecutivo N° 35933-S del 12 de febrero del 2010 "Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos").

10.Fluorescentes y bombillos compactos.

11.Refrigerantes.

12. Colchones.

13. Poliestireno (estereofón).

14. Vehículos automotores y equipo especial.

(Así reformado el inciso anterior por el artículo 62 del Reglamento para el Trámite digital de Registros y Autorizaciones del Ministerio de Salud en la Gestión de Residuos en la Plataforma SINIGIR, aprobado mediante Decreto Ejecutivo N° 41525 del 4° de Diciembre del 2018).

Fuente: Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial, 2018.

Cuando los RAEE son abiertos o expuestos pasan a ser catalogados como residuos peligrosos, lo que supone que su reactividad química y sus características tóxicas, explosivas, corrosivas, radiactivas, biológicas, bioinfecciosas e inflamables, o que por su tiempo de exposición pueden ocasionar daños a la salud y al ambiente.

El manejo de los residuos peligrosos está regulado por el Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos, que fue creado en el 2013 y ha sido actualizado en dos ocasiones (en el 2018 y luego en el 2019). Este además de definir lo que es un residuo peligroso, determina los procedimientos para hacer una gestión integral desde una perspectiva sanitaria y ambientalmente sostenible.

Actores e institucionalidad vinculada a la gestión de RAEE

El Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Eléctricos publicado en el 2010, es considerado como una de las normas más visionarias que se han creado en el país, ya que estableció un Sistema Nacional de Gestión Integral de Residuos Electrónicos. Este determina los sectores involucrados en la gestión de RAEE dependiendo de la etapa en el proceso de gestión (recuperación, transporte y valorización) y a partir de esto distingue a los siguientes actores: Gobierno, importadores/comercializadores, Unida-

des de Cumplimiento, los generadores/consumidores, gestores de residuos y municipalidades.

El Gobierno ejerce la rectoría en esta materia a través del Ministerio de Salud (MINSA), aunque en dicha labor es coadyuvado por el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT). En el seno de la institucionalidad gubernamental se estableció el Comité Ejecutivo para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos y Eléctricos (CEGIRE), Unidades de Cumplimiento y la lista de sujetos que serían sometidos a reglamentación.

El CEGIRE es una instancia multisectorial y articulada que busca la interrelación de las acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los RAEE desde la generación hasta su disposición final. Esta asesora al MS y tiene el deber de implementar el Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Eléctricos, así como modificarlo cada vez que sea necesario.

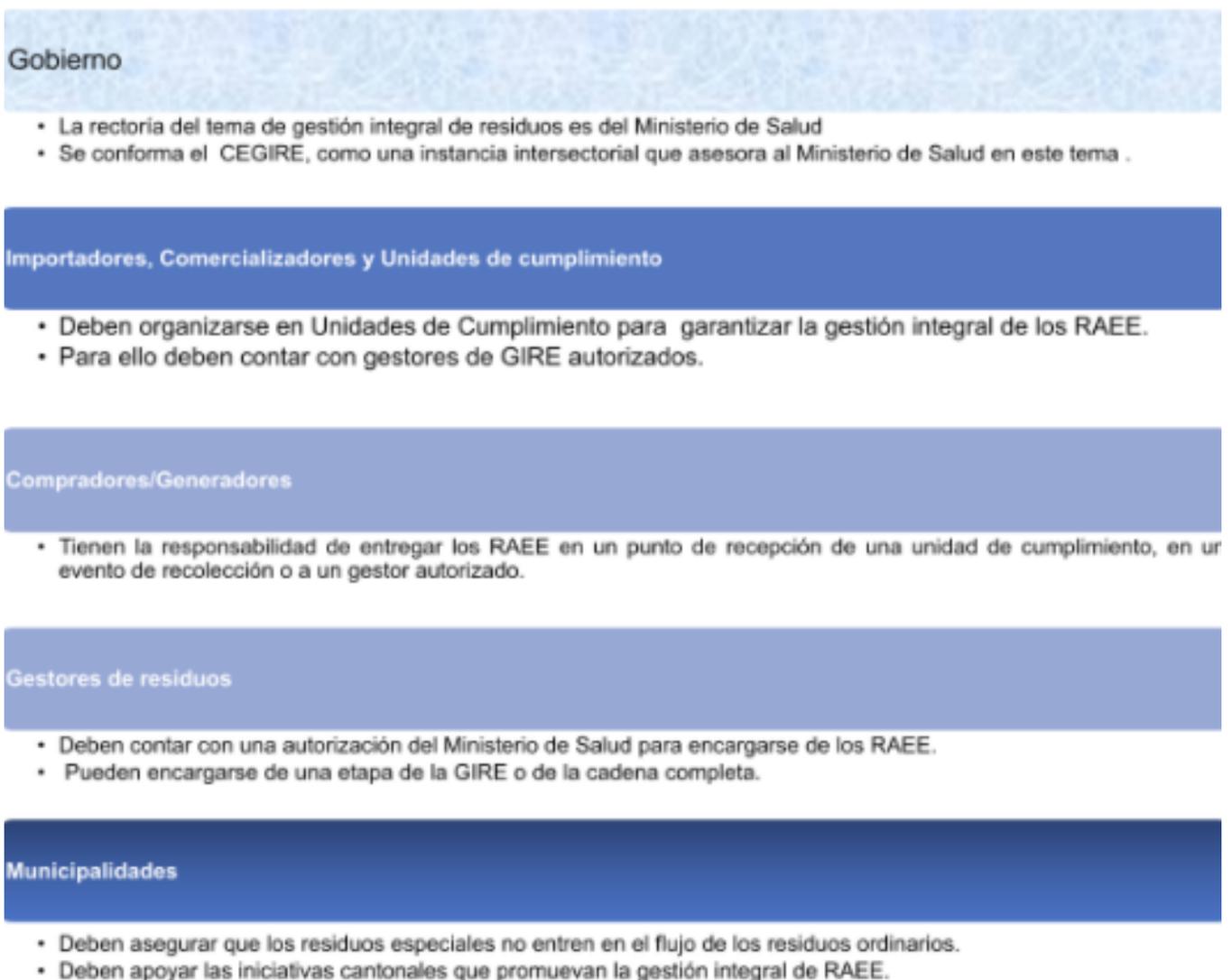
El CEGIRE opera desde el 2010 y está constituido por representantes del MINSA; el MINAE, el MICITT, el Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), la Unión Costarricense de Cámaras y Asociaciones del Sector Empresarial Pri-

vado (UCCAEP), la Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA), la Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (ASEGIRE) y el Consejo Nacional de Rectores (CONARE).

Entre sus principales funciones están el mantener un registro actualizado de las Unidades de Cumplimiento y de los gestores autorizados, elaborar metodologías y mecanismos para la defi-

nición de metas de recuperación, definir y publicar anualmente las metas de recuperación de los productores, impulsar periódicamente campañas de información y sensibilización sobre la gestión integral de RAEE y determinar un mecanismo afín para que las Municipalidades velen para que este tipo de Residuos no formen parte de la corriente de residuos ordinarios y lo coordinen con las Unidades de Cumplimiento.

Figura 5.3. Actores involucrados en la Gestión Integral de RAEE



Por su parte, las Unidades de Cumplimiento pueden ser definidas como una estructura legal conformada por uno o más productores, la cual tiene la responsabilidad de establecer los mecanismos y acciones que garanticen la

gestión integral de los respectivos residuos y su sostenibilidad. Estas pretenden cumplir con el principio de responsabilidad extendida del productor, así como con los lineamientos técnicos y ambientales nacionales.

Figura 5.4. La Responsabilidad Extendida al Productor

El principio de responsabilidad extendida al productor está contenido en la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley N°8839) y se entiende como los productores o importadores que tienen la responsabilidad del producto durante todo el ciclo de vida de este, incluyendo las fases postindustrial y postconsumo.

Debido a que Costa Rica no es un país productor de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), el principio de responsabilidad extendida del productor es aplicada a los importadores, distribuidores y comercializadores de AEE. Esto supone que los productores, importadores, distribuidores y comercializadores son responsables de financiar los costos ambientales en el precio de mercado del producto.

Además, deben recibir los residuos y manejarlos a través del reuso y el reciclaje. Dicha obligación puede ser delegada a una organización de productores (Unidades de Cumplimiento).

Fuente: Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839. Costa Rica. 2010.

El Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Eléctricos también establece obligaciones para otros actores, tales como los *consumidores finales* y los *gestores de residuos*. Con respecto a los primeros se determina que estos deben entregar los RAEE en sitios autorizados y asumir las consecuencias de no ponerlos en sitios adecuados.

Por otro lado, los *Gestores Autorizados de Residuos* deben estar registrados ante el Ministerio de Salud, cumplir con la legislación, garantizar el tratamiento

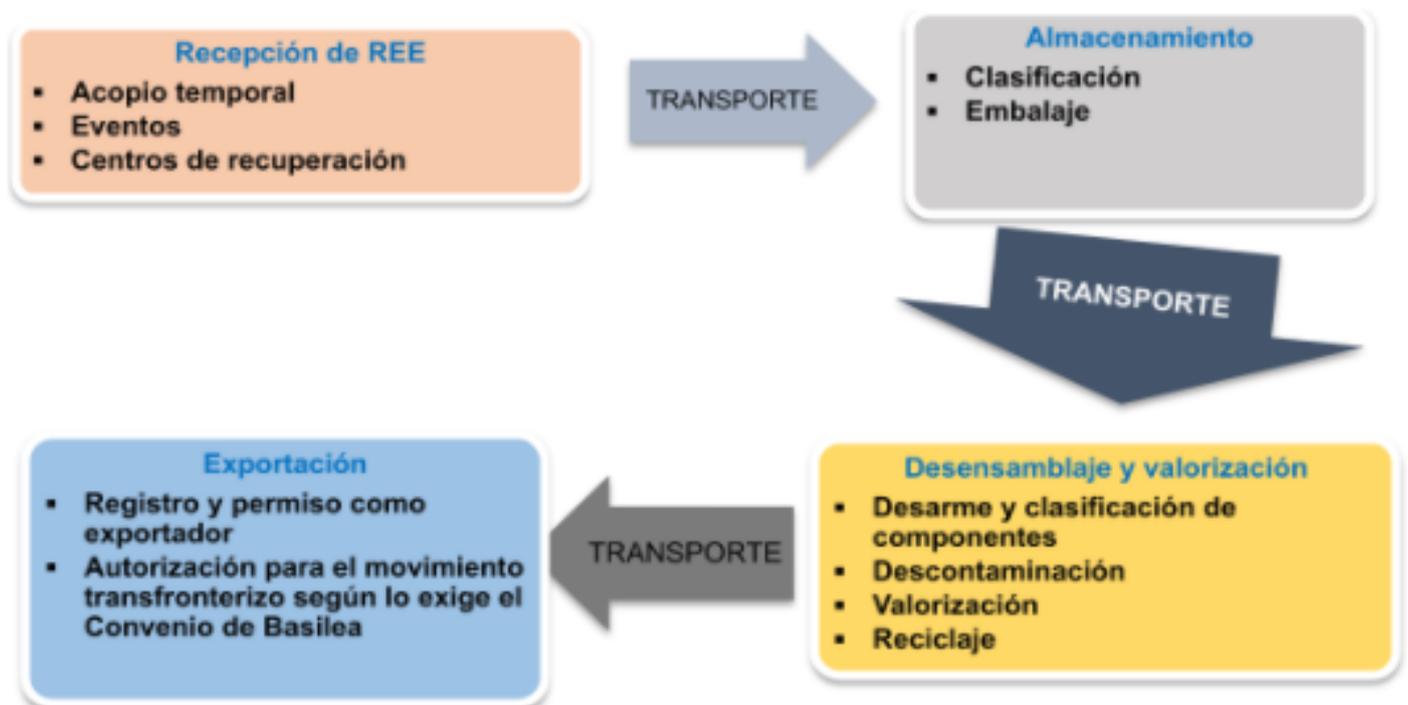
ambiental y sanitariamente seguro de los RAEE y tener un sistema de registro de movimiento de los RAEE. Aunado a esto, se les exige la preparación de un reporte anual sobre los volúmenes y tipos de RAEE que gestionan y su presentación ante el MS. Junto con estas instancias, debe hacerse mención a los centros de recuperación, las empresas recicladoras, los transportistas y los grandes y pequeños generadores como actores que también participan en la gestión de RAEE.

Otros de los aspectos regulados en el Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Eléctricos son las prohibiciones en cuanto al manejo de estos residuos. Particularmente, se penaliza la disposición en sitios no autorizados, la recepción de RAEE sin ser un gestor autorizado y la comercialización de residuos en el terri-

torio nacional si no se está incorporado a una Unidad de Cumplimiento.

De igual modo, el reglamento especifica la noción de gestión integral de los RAEE y determina cuáles son las etapas que integran este proceso (ver figura 5.5.).

Figura 5.5. Etapas de la Gestión Integral de RAEE



Fuente: Guías Técnica para la Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos . 2016

Proyecto de Residuos Electrónicos de América Latina

Otro de los frentes de trabajo en la gestión de RAEE es el Proyecto de Residuos Electrónicos de América Latina (Preal) que es una iniciativa internacional en la cual participan 13 países de la región y en Costa Rica se implementa desde el

2019. Este proyecto posee cuatro componentes distintos a través de los cuales se busca:

- El fortalecimiento de las iniciativas nacionales de gestión de RAEE.
- La cooperación regional sobre gestión de RAEE.

- El fortalecimiento de las capacidades nacionales en materia del desmantelamiento de residuos e instalaciones para reciclaje.
- El monitoreo y evaluación del proyecto.

Retos en la Gestión Integral de los RAEE

A pesar de los avances tan significativos que el país ha dado para que la gestión de RAEE sea integral aún existen múltiples retos. Desde la perspectiva gubernamental, se considera necesario que se establezcan y se cumplan las metas de recuperación que los diferentes actores se imponen. Es por ello que en el nuevo Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Eléctricos se ha incluido un apartado para regular el establecimiento de metas. Junto con lo anterior, resulta indispensable que se fortalezcan las capacidades para ejercer mayor control y seguimiento (fiscalización) a los Gestores Autorizados y a las Unidades de Cumplimiento.

De igual modo, al disponerse de una diversidad de conceptos sobre lo que constituye la gestión de RAEE e inclusive, lo que se entiende por este tipo de residuos, es necesario que se establezcan medios que garanticen el uso de definiciones que se alinean con la regulación nacional.

Por lo expuesto anteriormente, se requiere aumentar la educación y la sen-

sibilización hacia la persona consumidora de modo que con ello comprenda sus obligaciones como generadora de RAEE. Esto debe ser complementado con un incremento en los volúmenes de recuperación y recolección, procurando definir responsabilidades claras para todos los actores vinculados a la cadena de valor de la gestión integral de RAEE.

Otro de los grandes desafíos tiene que ver con la transferencia de tecnología, ello supone darles mayor valor a los residuos generados y fomentar proyectos de investigación y desarrollo que potencien la recuperación y revalorización de los RAEE. Dentro de esta línea, resulta indispensable que se involucre proactivamente a la academia como un actor central para llevar a cabo más estudios e investigaciones para la gestión integral de aparatos eléctricos y electrónicos.

Esto resulta fundamental, ya que las iniciativas en este ámbito aún son pocas e incipientes y apenas se están dando los primeros pasos para involucrar a las universidades del país en temas de investigación y extensión relacionados con los RAEE, en el marco del proyecto de Residuos Electrónicos y Eléctricos para América Latina (PREAL); el cual Costa Rica está ejecutando en este momento y hasta el año 2024.



OLGA SEGURA CÁRDENAS

Geógrafa física. Ha laborado por más de 25 años en el sector público como educadora, promotora de organizaciones comunales, promoviendo la participación ciudadana en la toma de decisiones de sus comunidades y generando políticas, planes, proyectos y estrategias en materia ambiental sobre: Residuos ordinarios, plásticos, electrónicos y eléctricos, marinos, orgánicos, entre otros y actualmente laboro en la Dirección de Protección Radiológica y Salud Ambiental del Ministerio de Salud de Costa Rica.

Se ha desempeñado como: Docente en Educación Media, Docente y Administrativa en Educación Superior Privada, epidemióloga e Investigadora en temas de Salud. Ha sido coordinadora de equipos intersectoriales para la Gestión Integral de Residuos; Plataforma Consultiva, Comité Ejecutivo Residuos Electrónicos (CEGIRE); NAMA Residuos, Alianza para el Reciclaje y ha fungido como asesora Técnica de grupos comunitarios y de micro, pequeñas y medianas empresas en materia ambiental con énfasis en gestión Integral de residuos.

PARTICIPACIÓN INTERSECTORIAL EN LA GESTIÓN INTEGRAL DE RAEE EN COSTA RICA RICA

Luis Ignacio Giraldo Álvarez

Resumen

Este artículo presenta el trabajo intersectorial como un elemento transversal que permite la participación articulada de distintos actores y la definición adecuada de sus respectivos roles y funciones en la gestión integral de los RAEE, permitiendo que esta sea más efectiva. A partir de esto, la intersectorialidad es planteada como un factor de éxito que ha contribuido a que el accionar del Comité Ejecutivo para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos y Eléctricos (CEGIRE), haya logrado el desarrollo de exitosas sinergias que han facilitado la emisión y modernización de legislación, así como la generación de normativa entre otros alcances.

A pesar de los avances para la articulación e integración multisectorial, aún persisten múltiples desafíos relacionados con el fortalecimiento y la construcción de más alianzas estratégicas que aporten en la generación de datos e información sobre el estado de situación de los RAEE en Costa Rica. El involucramiento de otros sectores clave, como el sector informal, el fortalecimiento de las acciones de concientización y sensibilización hacia todos los actores vinculados en el ecosistema de los RAEE y el desarrollo de campañas informativas masivas que eduquen sobre las responsabilidades que todos los actores poseen, deben ser prioridad hasta que se tenga dominio de la respuesta a la inquietud, ¿qué hacer con los residuos eléctricos y electrónicos?

Palabras clave: Intersectorialidad, articulación, gestión integral, responsabilidad extendida al productor, RAEE.

Introducción

El consumo de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) está en constante crecimiento a nivel mundial, un ejemplo son los dispositivos móviles que se han convertido en una necesidad y su frecuencia de cambio es cada vez mayor. Costa Rica no se escapa de este fenómeno

que impacta en forma negativa el ambiente y la salud humana.

Lo que más preocupa en el acelerado ritmo de crecimiento en la generación de RAEE es que su gestión integral no aumenta en forma proporcional, pero favorablemente son cada vez más los esfuerzos que se realizan en muchos paí-

ses, por medio de la creación de legislación que involucra a los sectores tanto público como privado, y desde los importadores hasta los gestores autorizados y la población en general.

Los avances de la legislación en materia de gestión integral de RAEE, deben ser reforzados con la sensibilización de la población, teniendo en mente la meta de alcanzar con éxito una economía circular, en la que la minería urbana sea vista como algo cotidiano.

La participación intersectorial en la gestión de RAEE

En la gestión de los RAEE intervienen distintas instituciones y organizaciones. A nivel ministerial participan distintas instituciones de las cuales una de las más visible públicamente es el Ministerio de Salud (MS) que además de ser el ente rector en la materia, está a cargo de la regulación vinculante para la gestión de los residuos especiales, los residuos peligrosos y los residuos sólidos ordinarios.

El Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) tutela la tenencia de los Planes de Gestión Ambiental Institucional (PGAI) del sector público, los cuales además de contemplar los resultados en el ahorro de recursos como, energía, agua y combustible, deben integrar los planes de gestión residuos especiales, peligrosos y

y sólidos ordinarios. Por su parte el Ministerio de Educación Pública (MEP), por medio de la Ley 8839, se le asigna una importante labor, correspondiéndole ser la instancia facilitadora que contribuye con la inclusión en el currículo educativo de la gestión ambiental y por tanto, de la gestión integral de los RAEE.

El Ministerio de Hacienda (MH) mediante la Dirección General de Aduanas, facilita información sobre la nacionalización de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) que ingresan en el país para su consumo masivo. Esta información es utilizada para el cálculo de las proyecciones de generación futura de RAEE, para lo cual también se usan los valores promedio de vida útil de los AEE determinados anteriormente por los miembros activos del CEGIRE. Es importante señalar que en la estimación de estas proyecciones también se toman en cuenta datos sobre la tenencia de AEE en los hogares, los cuales son aportados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

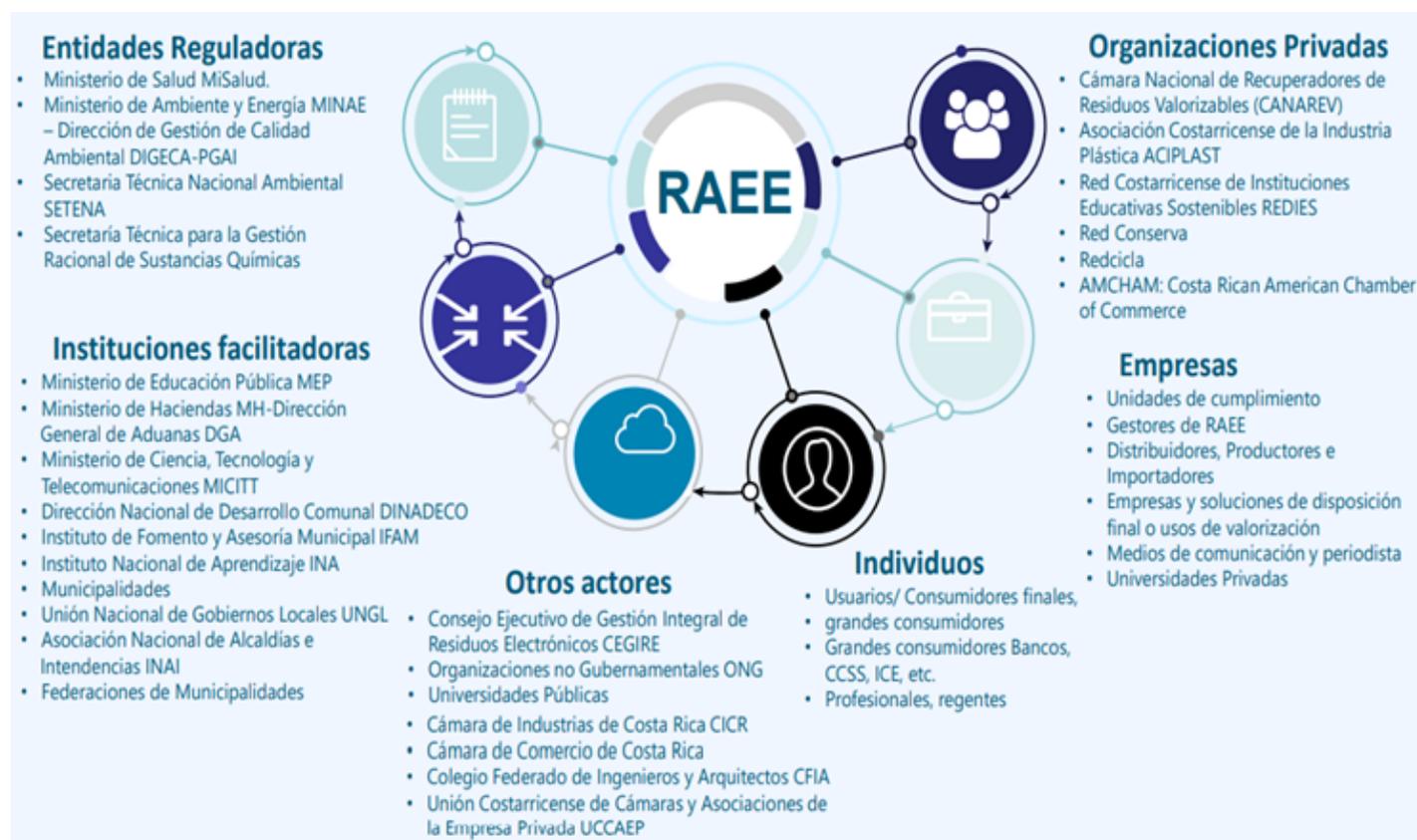
La participación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt) en la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) está establecida por la Ley de Fortalecimiento y Modernización de las Entidades Públicas del Sector de las Telecomunicaciones (Ley N°8660), vigente desde el 2008.

En el artículo 39, se establecieron dos obligaciones primordiales para el MICITT. En primer lugar, velar por el cumplimiento de la normativa ambiental nacional aplicable y el desarrollo sostenible de las telecomunicaciones. Y en segundo lugar, se determinó la necesidad de que el Ministerio impulsara la gestión integral y eficiente de los RAEE generados por las actividades vinculadas a las telecomunicaciones, para lo cual se requeriría de la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de monitoreo y evaluación, en coordinación con los demás entes compe-

tentes, según la legislación nacional de residuos” (Ley N° 8660, 2008, artículo 39).

Alcanzar lo definido en este mandato, es una tarea que requiere de la cooperación y articulación de esfuerzos de un conjunto de instituciones y organizaciones. Es así como desde la designación de estos deberes, el Micitt ha trabajado de manera conjunta con el CEGIRE. Desde este órgano se han generado un conjunto de sinergias que han permitido la emisión y modernización de legislación en la materia, así como guías técnicas para la gestión de RAEE, entre muchos otros avances.

Figura 6.1. Participación Intersectorial en la gestión integral de RAEE



Fuente: Elaboración propia.

Otros de los actores involucrados son las Organizaciones no Gubernamentales (ONG), el sector privado, las cámaras empresariales, las universidades públicas y los productores. Debe aclararse que si bien en Costa Rica no se producen AEE, bajo esta denominación, la legislación incluye a las empresas distribuidoras, comercializadoras, vendedoras e importadoras de AEE, las cuales tienen la obligación de contribuir en la educación, sensibilización y concientización de las personas consumidoras tanto al momento de adquirir los AEE, como cuando estos alcanzan el final de la vida útil, guiándoles acerca de cómo realizar una gestión integral de los RAEE.

Comisión de Investigación del CEGIRE

Aunado al carácter integral e intersectorial que también está presente en el CEGIRE, se ha creado una Comisión de Investigación la cual está conformada por el Micitt, el Ministerio de Ambiente y Energía (Minae) y la Asociación Centroamericana para la Economía, Salud y el Ambiente (ACEPESA). La comisión desarrolla acciones con el objetivo de llegar a conocer el estado de la gestión integral de RAEE en Costa Rica, información que es considerada de suma importancia ya que a partir de esto se puede llegar a establecer metas más acertadas, acorde a nuestra realidad nacional y procurando que estas realmente sean alcanzables.

Para cumplir con esa tarea, la Comisión de Investigación desempeña una gama diversa de funciones, entre las cuales cabe mencionar las siguientes:

1. Identificar la cantidad y peso de AEE importados en diferentes períodos.
2. Identificar la cantidad y peso de RAEE que reciben una gestión integral por medio de las Unidades de Cumplimiento, Gestores Autorizados u otros mecanismos que se identifiquen.
3. Determinar la cantidad y peso de RAEE que han recibido una gestión integral por parte de grandes generadores, como instituciones públicas, privadas y centros de educación.
4. Identificar las limitaciones, propuestas y desafíos que las Unidades de Cumplimiento y los Gestores Autorizados de RAEE enfrentan para la gestión integral de los RAEE.
5. Identificar las acciones, avances y limitaciones, que en gestión integral de RAEE lleva a cabo el Sector Municipal en sus instituciones y comunidad.
6. Identificar qué tipo de conocimiento e información es la que disponen los consumidores finales, sus deberes y derechos, con relación al manejo de sus RAEE.

En el ejercicio de estas funciones, la Comisión de Investigación ha llevado a cabo diversos estudios para obtener información que ha resultado determi-

nante para mejorar los procesos de gestión de las RAEE en Costa Rica. Desde este espacio se han investigado a los diferentes distribuidores de AEE en el país y se identificaron cuáles son los AEE de mayor consumo. Con base a esto se realizó una clasificación de los tipos de AEE, siguiendo las recomendaciones dadas por la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), lo cual sirvió como un insumo para ayudar a determinar la vida útil promedio de los aparatos más populares en Costa Rica .

En el 2018, se efectuó una investigación que pretendía conocer las acciones, los avances y las limitaciones en materia de gestión integral de RAEE en 46 municipalidades, cuya muestra estuvo conformada por 26 municipalidades de zona urbana y 18 de zonas rurales. A pesar de la trascendencia del estudio, se obtuvo una baja cantidad de respuestas por parte de las administraciones locales (sólo 16 participaron en el estudio).

Para el 2019, la Comisión de Investigación en coordinación con la Red Costarricense de Instituciones Educativas Sostenibles (REDIES), llevaron a cabo un estudio, cuyo objetivo fue determinar el estado de la gestión integral de RAEE en los centros de educación superior miembros de la red, así como conocer la aplicación de mejores prácticas y conocimiento en la materia. Esto además de contribuir con la generación de información sobre la ges-

ción integral de RAEE en las universidades, permitió evaluar las herramientas e instrumentos que utiliza la comisión en la recolección de datos.

Entre las debilidades detectadas por la comisión se identificaron la poca participación de la academia en la creación de datos relacionados con la gestión integral de residuos, razón por la cual es necesario instar a las áreas dedicadas a la investigación de estos centros de educación superior, a involucrarse en estos temas, con el objetivo de llegar a obtener un sistema de información nacional que permita obtener la trazabilidad e indicadores que colaboraren con el establecimiento de metas de recuperación.

Fortalezas, debilidades y retos de la gestión de RAEE en Costa Rica

Las principales fortalezas de la gestión integral de RAEE de Costa Rica, se manifiestan en la intersectorialidad alcanzada, principalmente entre el sector público y privado, así como la existencia de un marco legal que desde hace más de diez años ha establecido el principio de Responsabilidad Extendida del Productor y determinado la creación de las Unidades de Cumplimiento y de los Gestores Autorizados.

Por otro lado, en las debilidades aún existentes se puede mencionar que los

miembros activos del CEGIRE que se dedican a la generación, seguimiento, la identificación de información y la actualización de la legislación, no se dedican únicamente a realizar dichas funciones, lo que dificulta que se pueda avanzar más rápidamente en algunos temas específicos. Aunado a esto, se cuenta con pocos aliados que contribuyan con la creación y obtención de datos específicos y herramientas que permitan conocer el estado actual de la gestión integral de los RAEE, así como la tenencia y frecuencia de cambio de los AEE.

Asimismo, los dos retos más importantes que se tiene son la generación de datos e información (sobre todo con respecto al sector informal) y la sensibilización de sectores como el empresarial, estudiantil y la población en general. En ese sentido, resulta indispensable que se fortalezca la enseñanza, facilitando el conocimiento necesario para la realización de compras responsables, de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, de manejo especial y de los que se consideran residuos peligrosos.

De igual modo, se requiere ir avanzado en la generación de cambios para que la gestión integral de los RAEE no se vea como una obligación que sólo debe ser asumida por los encargados de las áreas de Tecnologías de la Información (TI); sino que por las características de la ges-

ción requiere ser abordado por diferentes actores presentes en el ecosistema de los RAEE. Es por ello, que desde el momento en que cualquier persona, institución u organización adquiere algún tipo de aparatos eléctricos o electrónicos, los encargados de realizar esa compra deben verificar con los proveedores si estos son unidades de cumplimiento, y además si cumplen con lo estipulado por la legislación nacional, así como identificar el manejo integral que el importador, distribuidor y/o comercializador hará una vez que el AEE alcance el final de su vida útil.

Para alcanzar estos objetivos puede ser de gran utilidad el desarrollo de campañas masivas de información que ayuden en la concientización de la población. Si bien previamente, no se han realizado este tipo de iniciativas por falta de recursos económicos, se considera que estas podrían desarrollarse mediante la concreción de alianzas estratégicas con actores como la academia y medios de comunicación masivos que cuentan con cobertura a nivel nacional. Esto es importante porque la ciudadanía debe conocer cómo y qué debe hacerse con un AEE una vez que ha alcanzado el final de su vida útil.



LUIS IGNACIO GIRALDO ÁLVAREZ.

Ingeniero Eléctrico y Máster en Ingeniería Industrial. Con 27 años de experiencia en el área de telecomunicaciones. Labora en la Gerencia de Redes de Telecomunicaciones del Viceministerio de Telecomunicaciones

del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. Miembro activo del Comité Ejecutivo para la Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos (CEGIRE).

DATOS Y ESTADÍSTICAS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RAEE EN COSTA RICA

Luis Roberto Chacón

Resumen

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) son una parte esencial de la vida cotidiana. La forma en que se producen, consumen y gestionan los residuos de estos aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) es aún insostenible y su rápido crecimiento y riesgo de impacto a la salud y al ambiente ha hecho que la gestión ambientalmente adecuada de RAEE se encuentre dentro de una de las prioridades del mundo y el país. Contar con datos y estadísticas confiables y monitorear las cantidades y los flujos de AEE y RAEE es importante como base para alertar a los gobiernos, para la toma de decisiones políticas, el establecimiento de objetivos y futuras acciones, crear conciencia a todo nivel y evaluar los desarrollos a lo largo del tiempo hacia una economía circular.

Los estudios realizados señalan que, en el año 2019, el país importó 71,678 toneladas de AEE y generó un total de 51,000 toneladas de RAEE, de las cuales 5,100 toneladas fueron recuperadas por los canales autorizados en Costa Rica (10 % de lo generado) y de ello, 1,100 toneladas, aproximadamente 2% de lo generado fue recuperado por Unidades de Cumplimiento bajo el principio de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP). También se estima que aproximadamente el 20% del RAEE generado es mezclado con los residuos ordinarios.

La información sobre el sistema RAEE es imperativa, y se debe asegurar que sea oportuna y sostenible. La estadística y datos logrados evidencian varias necesidades de estimulación para el sistema RAEE de Costa Rica, como es mejorar la misma gestión de datos, enfocar en el consumo sostenible, apoyar la REP, atacar la inadecuada gestión y sumar a más actores al proceso formal. Por ello, es fundamental el apoyo académico para investigaciones y complementar la información y el conocimiento para apoyar la mejora en estos y otros temas.

Palabras clave: estadística, datos, residuos, RAEE, gestión integral.

Introducción

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) son una parte esencial de la vida cotidiana. Su disponibilidad, mayor acceso y uso generalizado aumenta los niveles de vida de cada vez más personas a nivel mundial. Sin embargo, la forma en que se producen, consumen y gestionan los residuos de estos aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) es aún insostenible (Forti, Baldé, Kuehr, Bel, 2020).

Según el *Monitor Global de los RAEE 2020* en 2019, el mundo generó 53,6 millones de toneladas (Mt) de RAEE, y solo el 17,4% de esto se documentó oficialmente como recolectado y reciclado correctamente. La generación total aumentó en 9.2 Mt desde el 2014, un crecimiento anual de casi 2 Mt, mientras que el crecimiento total de lo reciclado fue 1.8 Mt en el mismo periodo de 5 años. Esto indica que las actividades de reciclaje no van a la par con el crecimiento global de los RAEE. El destino y el impacto ambiental del 82,6% (44,3 Mt) de los RAEE generados en 2019 es incierto (Forti, Baldé, Kuehr, Bel, 2020).

Dado el rápido crecimiento y riesgo de impacto a la salud y al ambiente de los RAEE, la gestión ambientalmente adecuada se encuentre dentro de una de las prioridades del mundo y el país. Los RAEE crecen a un ritmo tres veces más rápido que el resto de residuos sólidos

urbanos, por el vertiginoso y permanente recambio tecnológico de los AEE, entre otras causas. Se prevé que en 2030 la cantidad de RAEE alcanzará los 74 millones de toneladas, con una tasa de crecimiento anual de entre el 3 y el 4 por ciento (Forti, Baldé, Kuehr, Bel, 2020).

Contar con datos y estadísticas confiables y monitorear las cantidades y los flujos de AEE y RAEE es importante como base para alertar a los gobiernos sobre la toma de decisiones políticas, el establecimiento de objetivos y futuras acciones, crear conciencia a todo nivel y evaluar los desarrollos a lo largo del tiempo en la gestión ambientalmente racional de RAEE y como ruta hacia una economía circular. El desarrollo de una infraestructura de reciclaje y políticas e instrumentos legales ocurre de manera más eficiente sobre la base de datos sólidos. Sin una imagen de los RAEE, que incluya tanto lo que se genera, lo que se recupera y el detalle de lo que no es registrado y que podría estar siendo tratado de forma subóptima, podría hacer que las propuestas sean incomprensibles.

El Proyecto de Residuos Electrónicos de América Latina, PREAL, financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM) e implementado regionalmente desde hace un año por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), asiste en el tema a 13 países latinoamericanos tanto técnica co-

mo financieramente. En Costa Rica, PREAL es ejecutado por el Ministerio de Salud, ente rector de la gestión de residuos, con la participación del Comité Ejecutivo para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (CEGIRE), todos apoyando acciones que aseguren la adecuada gestión integral de los RAEE, con especial atención a la reducción de los compuestos orgánicos persistentes (COP).

PREAL asesora a los sistemas RAEE en políticas y regulaciones de RAEE, tecnologías de gestión integral y adecuadas, modelos de negocios, creación de capacidad y sensibilización. Uno de los resultados esperados de PREAL es el establecimiento de sistemas de gestión de la información y el conocimiento y ha estado progresando en el último año sobre informaciones relevantes sobre el sistema RAEE de Costa Rica y en la creación de una capacidad para generar, sostener y comunicar esta data. Los avances en el tema muestran los primeros retos para construir esta capacidad y presentan indicios donde hay que enfocar y donde los actores pueden contribuir, en especial la academia.

Métodos: Referencias y conceptos

El mundo ha venido desarrollando un marco referencial y metodológico para generar estadística sobre los RAEE. Este marco se ha desarrollado en lo posible, bajo clasificaciones, estadísticas y marcos

existentes, buscando armonizar definiciones y clasificaciones para facilitar la interpretación, apoyando la compilación de datos confiables y comparables, buscando capturar las características más esenciales y facilitando comprender la dinámica de esta compleja corriente de residuos. Dicho marco también ha establecido indicadores verificados y definidos internacionalmente y ha abordado desafíos prácticos que ocurren inevitablemente durante la medición o generación de datos.

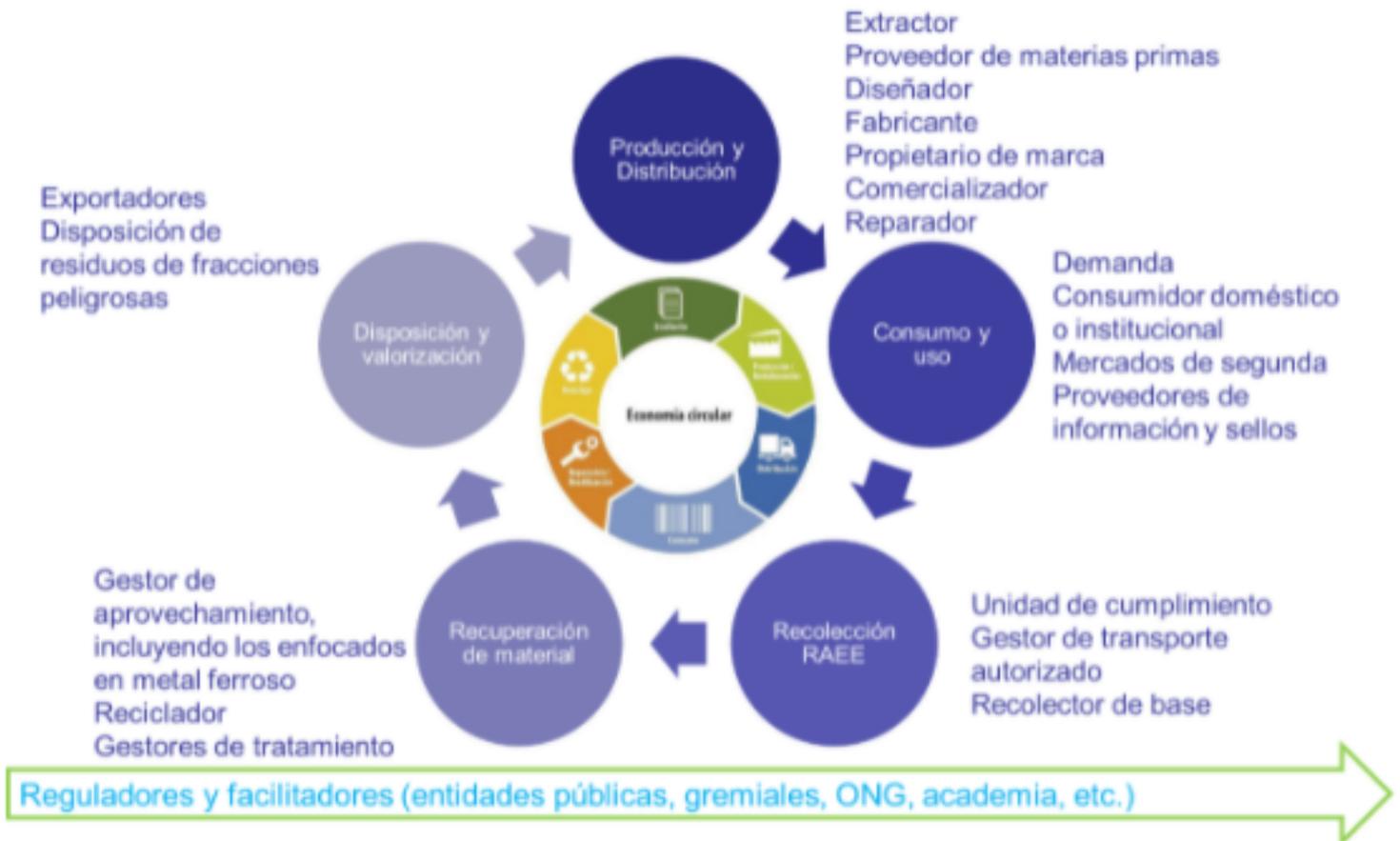
El *Manual de referencia y entrenamiento para valorar la situación de un país en el tema RAEE* (EMPA Müller, Rochat, & Schlupe, 2012) y el documento *Estadísticas sobre RAEE: Guía en clasificación, reporte e indicadores* (Forti, 2018) resumen el marco metodológico establecido a nivel internacional. Por su parte, el marco de medición se basa en flujos y existencias de AEE y RAEE.

El modelo se construye de tal manera que las poblaciones, los actores y los flujos de mercancías, materiales, recursos financieros, conocimiento, concienciación, alianzas, cooperaciones, experiencias e intenciones se relacionan entre sí en la cadena de valor, el ciclo de vida virtuoso de los AEE y RAEE y el concepto de la economía circular que ejemplifica la Figura 7.1. Tal conjunto articulado e interrelacionado de actores

de la cadena de responsabilidad y procesos asociados para la gestión inte-

gral de AEE y RAEE se denomina en este artículo como Sistema RAEE.

Figura 7.1. Cadena de valor y ciclo de vida virtuoso de los AEE y RAEE y los actores participantes



Fuente: Chacón, 2020.

En 2018, la Comisión de Investigación del Comité Ejecutivo de Gestión Integral de Residuos Electrónicos (CEGIRE) inició el trabajo más reciente para generar estadística sobre RAEE en Costa Rica, lo cual permitió varias acciones, entre ellas, la preparación de la *Guía técnica para la recuperación de datos de residuos electrónicos en Costa Rica* (CEGIRE, 2019). Este documento propone el esquema de adaptación y apropiación del marco internacional a nuestro medio y es una

referencia para facilitar lo que ha realizado PREAL durante 2020, en la búsqueda de generación de los datos estadísticos sobre RAEE.

En métrica de RAEE, varias definiciones y conceptos deben conocerse, para aplicar el modelo propuesto por el marco de referencia de generación de estadísticas y datos sobre RAEE. A continuación, se presentan los conceptos más importantes:

1-Aparato eléctrico o electrónico (AEE): aparatos, artefactos, equipos, dispositivos o mercancías de uso doméstico o de negocios que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, y los aparatos necesarios para generar, almacenar, transmitir y medir tales corrientes y campos, y que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1 000 voltios en corriente alterna y 1 500 voltios en corriente continua (Directiva del Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2012).

2-AEE puesto en el mercado (POM, Put on Market según sus siglas en inglés): es la cantidad de cualquier venta y/o suministro de AEE para su distribución, consumo o uso en el mercado como parte de una actividad comercial, ya sea a cambio de pago o de forma gratuita, dentro del territorio nacional en un año determinado. (Forti, 2018).

Cuando el AEE POM no se conoce, como es el caso de Costa Rica, se puede estimar por el “método de consumo aparente” para un año específico, que se representa por la siguiente ecuación matemática:

$$\text{AEE POM} = \text{Producción nacional de AEE} + \text{Importación de AEE} - \text{Exportación de AEE (t)}.$$

Cuando la producción nacional no se co-

noce es insipiente o toda se exporta, el AEE POM se aproxima a la importación de AEE.

3-Inventario de AEE: El AEE en los hogares, las empresas y el sector público, se conoce como el "stock". Este está destinado a convertirse en RAEE en el futuro y también se llama "mina urbana". (Forti, 2018).

4-AEE en hibernación: AEE sin uso por su propietario o inactivo, almacenado en bodegas y cobertizos e intercambio de AEE de segunda mano entre hogares y empresas dentro del país. (Forti, 2018).

5-Vida útil: tiempo después de que un AEE ha sido vendido, permanece en uso en los hogares o negocios durante algún tiempo hasta que se descarta. Incluye el tiempo inactivo, almacenado y el intercambio de AEE de segunda mano entre hogares y empresas dentro del país.

6-Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE): se refieren a todos los AEE y sus piezas que han sido descartadas por su propietario como residuos, sin la intención de reutilizarlos (Step Initiative, Solving the E-waste Problem, 2014). En el caso del marco legal de Costa Rica, estos residuos son categorizados y declarados como residuos de manejo especial, que incluye lámparas, equipo de refrigeración, electrodomésticos y aparatos electróni-

cos, así como algunas fracciones cuando estas están dentro del aparato, como son las baterías.

7-RAEE generado (WG, Waste Generated, según sus siglas en inglés): es la cantidad de AEE descartado, que ha cumplido su vida útil para su propietario o usuario, antes de cualquier recolección, reutilización, tratamiento o exportación. (Forti, 2018).

Hay varias formas para estimar los RAEE generados para un año dado en un país. Una de las formas es por medio de encuestas dirigidas a nivel nacional, donde sea posible saber el año de compra y cada cuánto es reemplazado por uno nuevo. Actualmente se carece de estos datos, y tampoco es posible obtenerlos en forma oportuna por medio de encuestas.

Otra forma es a partir de la tenencia de AEE en el tiempo. El Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) dispone de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG), el Anuario Estadístico de Viviendas y el Censo Nacional del 2010, así como el estudio sobre el Total de viviendas ocupadas por tenencia de artefactos de tecnologías de información y comunicación según año y ubicación para un periodo, la cual proporciona la cantidad de AEE (unidades) por vivienda en Costa Rica. Desafortunadamente, no todos los AEE de uso doméstico han sido valorados y esta información no cubre al

AEE del sector comercial, institucional y productivo.

Bajo el contexto, el país ha decidido utilizar la metodología de la Guía de Estadísticas de RAEE (Forti, 2018), que usa de forma generalizada la mayoría de los países, donde se utiliza el uso del consumo aparente (POM) y el perfil de la vida útil y tiempo de descarte L de cada uno de los lotes y tipos de AEE puestos en el mercado en cualquiera de los años anteriores según la siguiente ecuación, se ha establecido de forma operativa en herramientas en excel disponibles en la caja que ha preparado la Universidad de Naciones Unidas (UNU) para las estadísticas de RAEE global.

$$RAEE \text{ generado } (n) = \sum_{t=0}^n AEE \text{ POM } (t) \times L^p(t, n)$$

Donde RAEE generado (n) es la cantidad de los RAEE generados en el año de evolución (n), POM (t) son las ventas de productos (puesta en el mercado) en cualquier año histórico t anterior al año n ; t_0 es el año inicial en que se vendió un producto; $L(p)(t, n)$ es el perfil de tiempo de vida basado en descartes para el lote de productos vendidos en el año histórico t y que es representado por Funciones de Weibul características para cada tipo de AEE.

8-Categorización de los AEE y RAEE: para efectos de estadísticas de RAEE a nivel

mundial, los AEE y RAEE se categorizan igual y hay varias formas de categorización correlacionadas entre sí. Las más importantes son 1) los códigos de cada producto o mercancía para estadísticas de comercio exterior (importación y exportación) registradas en el marco del Sistema Armonizado de Descripción y Codificación de Productos Básicos (códigos del SA o HS por sus siglas en inglés) y elaborado por la Organización Mundial de Aduanas, 2) los UNU-KEYS propuestos por la Universidad de Naciones Unidas, que se construyeron

de manera que los grupos de productos compartan pesos medios comparables, composiciones de materiales, características al final de la vida útil y distribuciones de vida similares, y 3) la propuesta actualmente vigente por la Directiva Europea RAEE, que es representativa de los flujos de recolección de RAEE en la práctica, que se presenta en la Figura 7.2 y que para efectos de presentación de los datos de Costa Rica, es la que se utiliza en esta referencia (Forti, 2018).

Figura 7.2. Categorización de AEE y RAEE utilizada en las estadísticas sobre RAEE de Costa Rica



Fuente: Elaboración propia con base a Forti, 2018.

Resultados

Luego de investigar cual información existe y/o está disponible, se ha realizado una valoración general del estado de la información relacionada con la caracterización del sistema RAEE de Costa Rica, siguiendo la metodología de valoración del estado de situación del tema RAEE como indica (EMPA Müller, Rochat, & Schluep, 2012) y tratando de realizar, hasta donde es posible, un análisis de flujos de masa en la cadena de valor del AEE y RAEE. El resultado se presenta en la Figura 7.3.

En general, se ha identificado que está disponible la información sobre la cantidad de las importaciones de AEE

(tanto nuevo como usado), así como la cantidad de recolección, reciclaje, disposición y exportación formal y regulada. La información que esta posiblemente disponible es la información sobre producción local de AEE y la cantidad de esta que se pone en el mercado local (que no se registra explícitamente en el país) y la cantidad de RAEE generado, puesto que proviene de una modelación que genera un pronóstico a cada año. Fundamentalmente se desconoce los mercados primarios y secundarios de AEE y su distribución entre mercado doméstico e institucional, los actores y flujos de AEE que se reparan y/o actualizan, y en general la recuperación, reciclaje y manejo del sector informal.

Figura 7.3. Estado general de la información sobre el sistema RAEE de Costa Rica

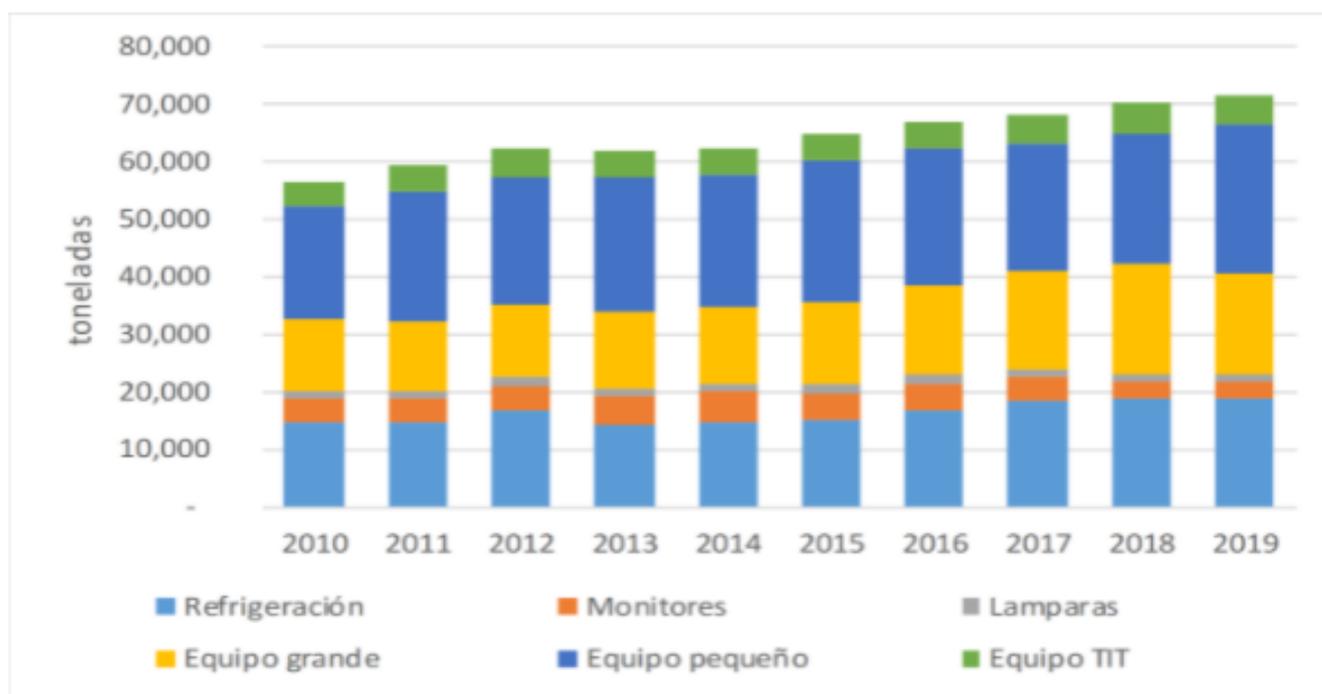


Fuente: Elaboración propia con base a EMPA Müller, Rochat, & Schluep, 2012.

La cantidad anual estimada de AEE POM nuevo y usado por categoría de RAEE para el periodo 2010-2019 en Costa Rica se

muestra en la Figura 7.4. Se observa un crecimiento promedio anual aproximado del 3% en los últimos 9 años.

Figura 7.4. Cantidad anual de AEE nuevo y usado importado en Costa Rica por categoría de RAEE para el periodo 2010-2019.



Fuente: Elaboración propia con base a Fort, Baldé, Kuehr & Bel, 2020.

En peso, la cantidad de equipo pequeño fue la más significativa con un 36% del total, seguida por las cantidades de equipo de refrigeración y equipos AEE grandes con alrededor del 25% cada uno, como ejemplifica la Figura 7.5. Los grupos de lámparas y monitores, más complejos y costosos de gestionar, representan cantidades relativamente menos significativas.

Esta estimación de AEE POM se ha realizado utilizando la información registrada por el proyecto Scycle de la

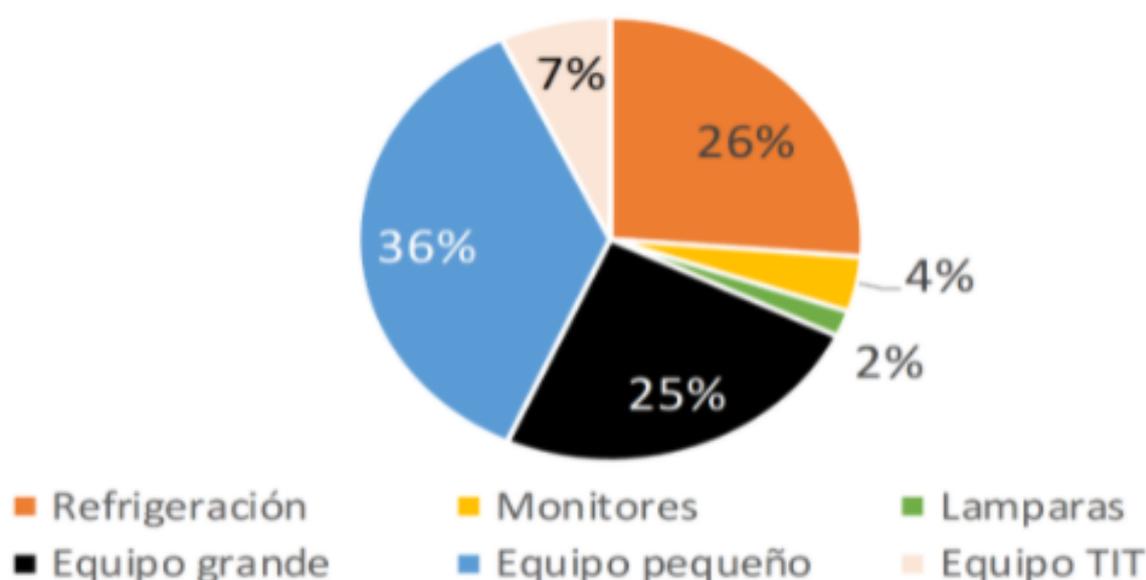
Universidad de Naciones Unidas y otros, y que fue utilizada para construir el documento de Monitoreo Global del RAEE 2020 (Forti, Baldé, Kuehr, Bel, 2020). La fuente primaria de información que ellos han utilizado han sido los datos de importación de la base de datos de UN COM TRADE (United Nations Comtrade, 2021).

El país, por medio del Ministerio de Salud ha solicitado los datos de importaciones de AEE a la Dirección General de Aduanas del Ministerio de Hacienda de Costa Rica

(DGA). Para inicios del 2021, se contará con estadísticas desde 2005 de la cantidad importada de aproximadamente 300 códigos arancelarios del sistema armonizado que han sido establecidos como AEE en la Guía de Estadísticas de RAEE (Forti, 2018). Se han establecido los mecanismos con DGA para contar oportunamente con la información de importación y exportación de AEE, actualizada para cada año concluido y

otros datos valiosos para la función de fiscalización y vigilancia para el cumplimiento de la ley que debe realizar el Ministerio de Salud. Con esta información y las herramientas de la caja que ha preparado UNU, el país podrá, con el apoyo de UNU y el proyecto PREAL, crear la capacidad y estimar su base de AEE puesto en el mercado, y dejar de depender de bases de datos globales.

Figura 7.5. Proporción de AEE POM (importado) en 2019 en Costa Rica para las 6 categorías de RAEE

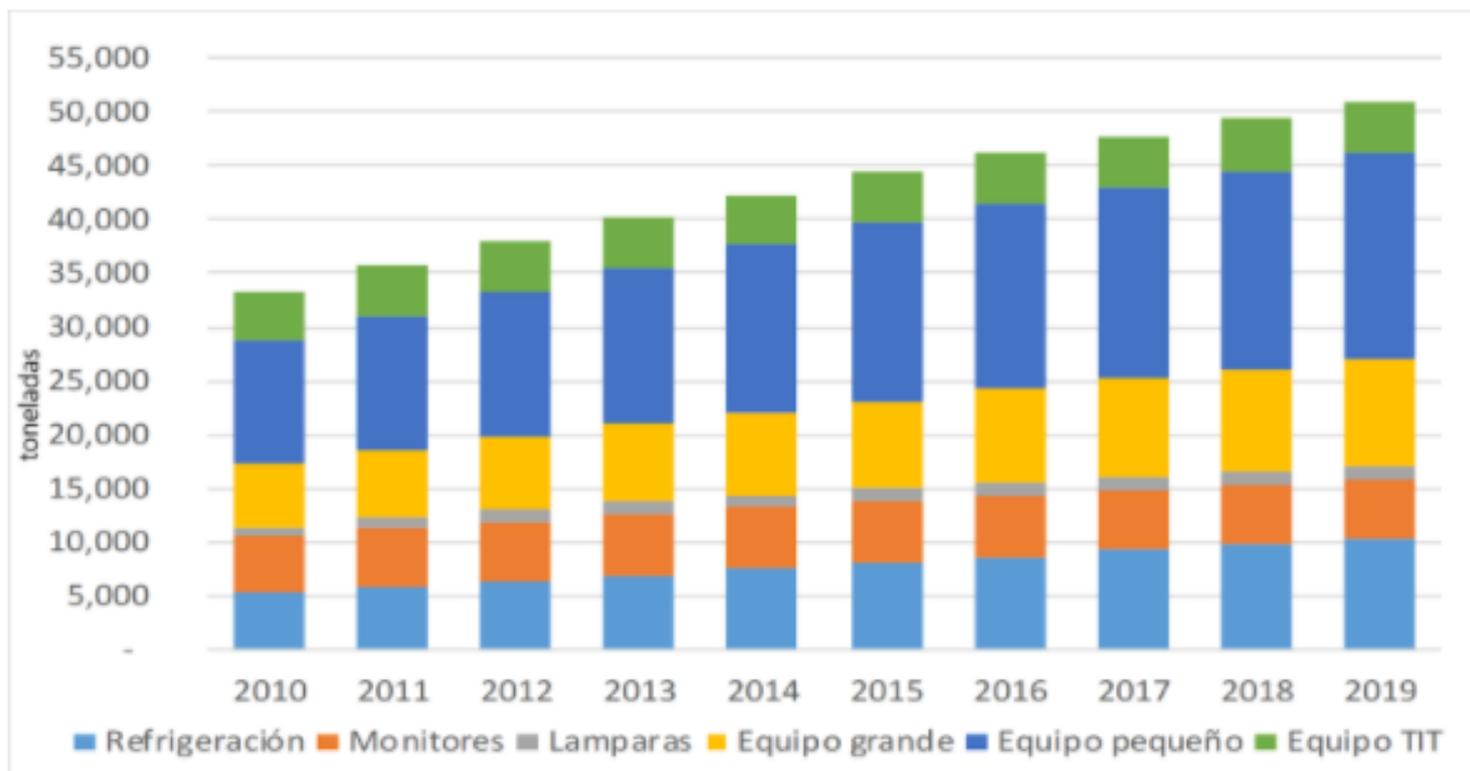


Fuente: Elaboración propia con base a Fort, Baldé, Kuehr & Bel, 2020.

La cantidad anual estimada de RAEE generado por categoría de RAEE para el periodo 2010-2019 en Costa Rica se muestra en la Figura 7.6. se observa un

crecimiento promedio anual aproximado del 5% en los últimos 9 años, mayor que el crecimiento del AEE importado.

Figura 7.6. Estimación de la cantidad anual de RAEE generado en Costa Rica por categoría de RAEE para el periodo 2010-2019

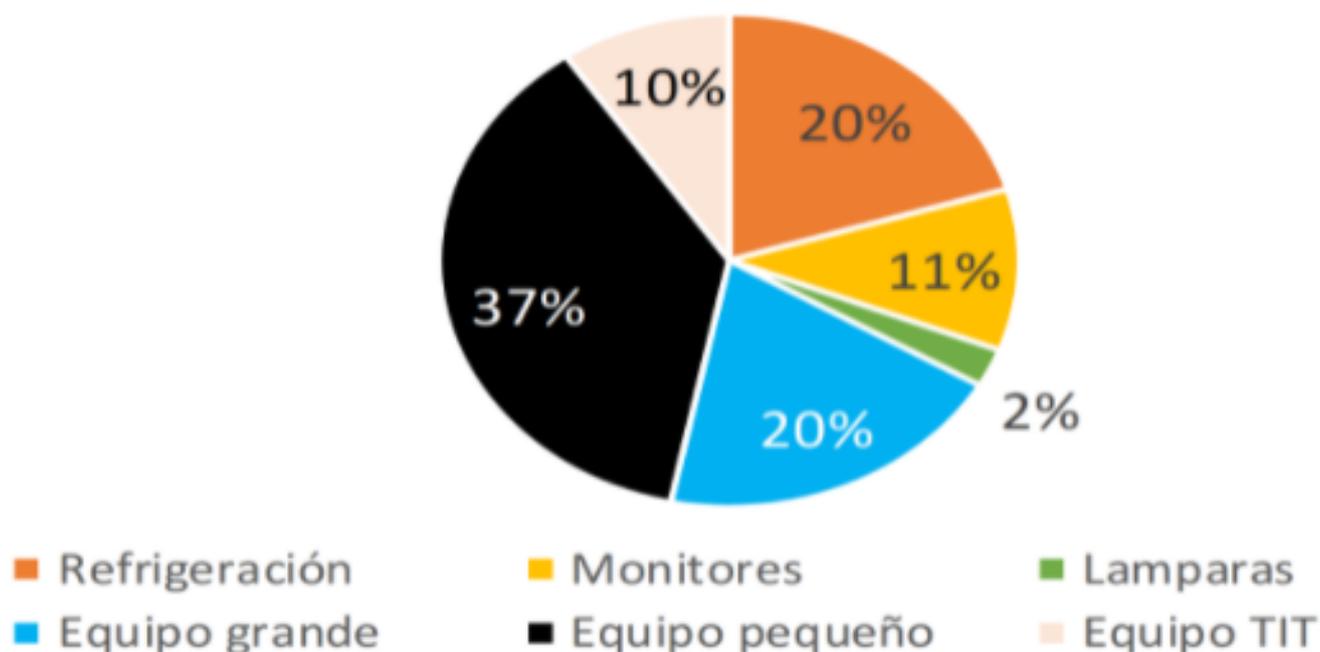


Fuente: Elaboración propia con base a Fort, Baldé, Kuehr & Bel, 2020.

En peso, la cantidad de RAEE de equipo pequeño fue la más significativa con un 37%, seguida por las cantidades de RAEE de equipo de refrigeración y equipos AEE grandes con alrededor del 20% ambos, según muestra la Figura 7.7.

Esta estimación de RAEE generado se ha realizado utilizando la información registrada por el proyecto Scycle de la Universidad de Naciones Unidas y otros,

y coincide con los datos del Monitoreo Global del RAEE 2020 (Forti, Baldé, Kuehr, Bel, 2020) reportados para Costa Rica.

Figura 7.7. Proporción de RAEE generado en 2019 en Costa Rica para las 6 categorías de RAEE

Fuente: Elaboración propia con base a Fort, Baldé, Kuehr & Bel, 2020.

Para definir acciones de mejora, es fundamental conocer los destinos de los RAEE generados, en especial aquellos recogidos fuera de los sistemas oficiales y la estimación del RAEE en el flujo de residuos ordinarios por medio del basurero doméstico y de allí al relleno sanitario o vertedero. Se ha estimado que 9,500 ton de RAEE fueron dispuestos en los residuos ordinarios, para 2017, cerca del 20% del RAEE generado (GFA Consulting Group, 2019). Hay al menos un par de investigaciones que aumentan la información que aumentan la información y conocimiento sobre los destinos de los RAEE en Costa Rica, y confirman tendencialmente como son los flujos de

disposiciones inadecuadas en los residuos ordinarios y la significancia de los canales informales (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, [Micitt], 2018) y (Alvarado, 2017) <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/memorias/article/view/4516>. Por ejemplo, la investigación del Micitt presenta que de los entrevistados que indicaron que al menos dispusieron de un RAEE en 2016, 42,8% entregó estos a los vehículos con altavoces que visitan los barrios recolectando RAEE y chatarra (perifoneo), mientras que para 2017, aumentó al 45,7% los entrevistados indicando que entregaron un RAEE a estos recolectores.

Discusión: Datos y estadísticas sobre el sistema RAEE en Costa Rica

Los actores más serios y comprometidos del sistema RAEE han indicado reiteradamente la necesidad de tener información oportuna, confiable y oficial. Ante las oportunidades de mejora del sistema RAEE, el Ministerio de Salud y CEGIRE con el apoyo de PREAL, han enfocado un trabajo para recolectar, analizar y sistematizar la mejor información disponible sobre el sistema RAEE y su desempeño, la cual es un apoyo importante para la definición de políticas y estrategias, como son la definición y establecimiento de las metas de recuperación obligatorias. El resultado se presenta en esta sección como datos y estadísticas oficiales sobre el sistema RAEE en Costa Rica al momento.

Costa Rica cuenta con grandes ventajas y fortalezas en su sistema RAEE. Estos se han venido estableciendo desde hace más de 10 años por los pioneros en la gestión integral de RAEE, por medio de un marco normativo facilitador, el compromiso y alianzas de actores y estrategias implementadas.

Una fortaleza y pilar para un nuevo desempeño del sistema RAEE de Costa Rica es la importante infraestructura y actores en el mercado de la gestión integral de RAEE. Se analizó a abril de

2020, las bases de datos de entidades autorizadas por el Ministerio de Salud para cumplir la responsabilidad extendida del productor y gestionar los RAEE, obteniendo que 222 importadores de AEE están registrados en 107 unidades de cumplimiento para gestionar RAEE, que reciben el apoyo de 61 gestores de RAEE, 27 que están autorizados para la recolección y 34 que están autorizadas para la recolección, transporte y aprovechamiento, como muestra la Figura 7.8.

Figura 7.8. Datos y estadísticas sobre la infraestructura RAEE existente en Costa Rica

Fuente: Bases de datos de Unidades de Cumplimiento y Gestores Registrados a abril 2020, disponibles en el sitio Web del Ministerio de Salud.

Respecto a cantidades y flujos, los estudios realizados señalan que, para el año 2019, el país importó 71,678 toneladas de AEE (Forti, Baldé, Kuehr & Bel, 2020), se estima que se generó un total de 51,000 toneladas de RAEE como resultado de los ingresos de AEE en los últimos 20 años. La relación en peso del AEE importado cada año a lo que es generado como RAEE es de 70%. Esta información se presenta de forma comparativa en la Figura 7.9 siguiente.

En la Figura 7.9 se presenta el valor de 9,500 ton de RAEE que están siendo derivadas por los usuarios y se mezcla con los residuos ordinarios (GFA Consulting Group, 2019), lo que representa 20% de los generados, muy relevante sobre todo por el impacto ambiental pero también por el efecto a la

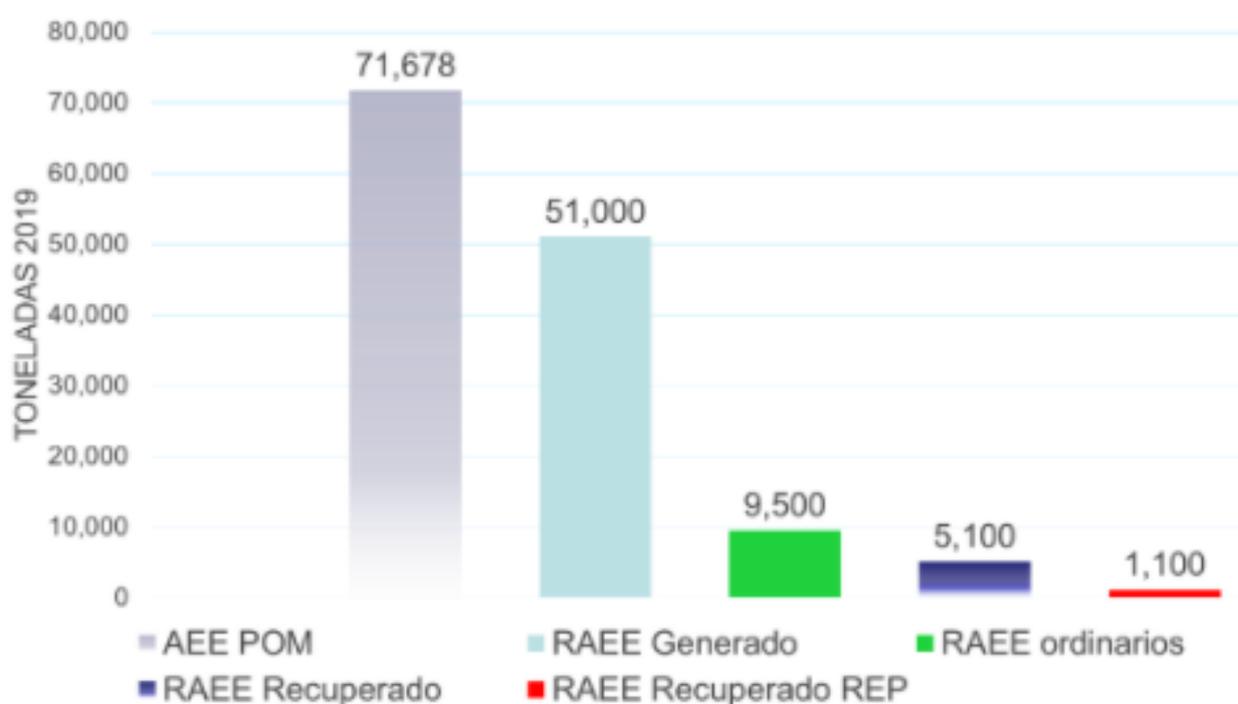
disponibilidad de RAEE para ser recuperado por los canales autorizados, como lo es la responsabilidad extendida del productor que ha puesto en el mercado AEE durante años.

Se ha registrado y analizado la información de Planes y Reportes de cumplimiento presentada por las Unidades de Cumplimiento autorizadas y las bases de datos de registro y autorización, así como los reportes de gestión y trazabilidad de gestores de aprovechamiento de RAEE (Ministerio de Salud, 2020), lo que ha sido la fuente de datos y estadística para conocer que se recupera, inclusive por tipo de RAEE. Según esta información, cerca de 5,100 toneladas de RAEE fue recuperado en 2019 por los canales autorizados en Costa Rica, que representa 10 % de lo generado.

Este es uno de los indicadores más importantes a nivel internacional. De lo recuperado, en 2019, 1,100 toneladas, aproximadamente 2% de lo generado fue recuperado por Unidades de Cumplimien-

to bajo el principio de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP). Esta información se muestra referencialmente en la Figura 7.9.

Figura 7.9. Datos y estadísticas sobre AEE puesto en el mercado, RAEE generado y RAEE recuperado en total y por la REP, así como la cantidad estimada de RAEE en los residuos ordinarios, para el año 2019.



Fuente: Forti et. al, 2020; GFA Consulting Group, 2019; Ministerio de Salud, 2020.

Se calcula, con las 51,000 ton de RAEE generados en el 2019 y la población de Costa Rica estimada por INEC para el mismo año, 5,058,007 habitantes (INEC, 2018), que el país genera niveles relativamente altos de RAEE por habitante y por año, con 10,1 kilogramos per cápita para el 2019. Eso contrasta con los 13,1 kg de RAEE por habitante por año para el continente americano y los 7,3 kg de RAEE para el mundo para el mismo período.

Figura 7.10. Generación específica de RAEE por habitante por año para Costa Rica, América y el Mundo



Fuente: Forti et. al, 2020; GFA Consulting Group, 2019; Ministerio de Salud, 2020.

Conclusiones: reflexiones y desafíos

La información sobre el sistema RAEE es imperativa, y se debe asegurar que sea oportuna y sostenible. La estadística y datos logrados ya evidencian varias necesidades de estimulación para el sistema RAEE de Costa Rica, como es mejorar la misma gestión de datos, enfocar en el consumo sostenible y apoyar la REP, atacar la inadecuada gestión y sumar a más actores al proceso formal. Se convierte en fundamental el apoyo académico para investigaciones y complementar la información y el conocimiento para apoyar la mejora en estos y otros temas.

La información sobre el sistema RAEE es imperativa, y debe asegurarse que sea oportuna y sostenible. La estadística y datos logrados producto de los esfuerzos de CEGIRE, el Ministerio de Salud y de PREAL, ya evidencian varias necesidades

de estimulación para el sistema RAEE de Costa Rica a saber:

- La continua necesidad de mejora de los datos y su robustez en relación de soportar el establecimiento de nuevas políticas y la función de vigilancia del Ministerio de Salud. Hay nuevas dinámicas, y es absolutamente necesaria la tecnología de información y telecomunicaciones (TIT) apoyando la gestión de los aparatos TIT. Es necesario seguir robusteciendo las estimaciones de generación de RAEE en Costa Rica para referenciar el desempeño del sistema.
- Es fundamental la promoción del consumo sostenible y fortalecer la REP con la cooperación y construcción con los productores/ importadores: promover la eficiencia y confiabilidad de los AEE y RAEE y sus sistemas.

- Atacar de frente la inadecuada disposición de los RAEE en los flujos de residuos ordinarios, donde la participación Municipal y la sensibilización y educación a los usuarios son relevantes.
- El peso de la recolección y tratamiento informal en el mercado es importante. Incorporar al proceso regulado al sector de recolectores de base para generar empleo y eficiencia parece impostergable: visibilizándolo, conociendo su situación socio económica, organizativa y de salud, buscando enfocar posibilidades de su contribución y alianzas.

Se ha sistematizado también lo que se desconoce, como información más amplia sobre la actividad de AEE, de reparación y el sector informal. Además, se hace relevante conocer tendencias nacionales futuras en el tema de AEE y RAEE para el establecimiento de políticas: modelaciones que debe realizarse junto con UNU.

El tema sobre RAEE es complejo y amplio: requiere participación multidisciplinaria como ha sido la experiencia demostrada y la fortaleza en el sistema RAEE de Costa Rica. Ha hecho falta incorporar mucho más al sector académico para así atender las necesidades de investigación e información necesaria, en los temas co-

mo los hábitos de consumo y mecanismos de sensibilización entre otros.

Referencias

Alvarado, C. (2017). Gestión de residuos electrónicos y cultura digital. 2017: III Jornadas Costarricenses de Investigación en Computación e Informática .

CEGIRE. (2019). Guía Técnica para la recuperación de datos de RAEE en Costa Rica. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, Viceministerio de Telecomunicaciones.

Directiva del Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (04 de Julio de 2012). Directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) 2012/19/UE. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:en:PDF>

EMPA Müller, E., Rochat, D., & Schluep, M. (2012). e-Waste Assessment Methodology: Training & Reference Manual. Zurich, Suiza: Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (Empa), Secretariat of the Basel Convention and United Nations Environmental P.

Forti V., B. C. (2018). (201E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators. Bonn, Germany.: United Nations University, ViE - SCYCLE. 2nd edition.

Forti, V.; Baldé, C.P.; Kuehr, R.; Bel, G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities*. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) - co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA)., Bonn/Geneva/Rotterdam.

Forti, V.; Baldé, C.P.; Kuehr, R.; Bel, G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. Bonn/Geneva/Rotterdam: United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) - co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA).

GFA Consulting Group. (2019). *Primer informe Situación de la Gestión de los Residuos Sólidos para la determinación de la NAMA Residuos Costa Rica*. San José, Costa Rica: GIZ.

INEC. (2018). *Estadísticas demográficas. 2011 - 2025. Proyecciones nacionales. Población total proyectada al 30 de junio por grupos de edades, según región de planificación y sexo*. San José, Costa Rica: Cuadro 5. Costa Rica: Población por años calendario, según sexo y grupos especiales de edades 2011-2050.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, MICITT. (2018). *Encuesta de Acceso y Uso de los Servicios de Telecomunicaciones 2016 y 2017. Manejo de residuos electrónicos en Costa Rica*.

Ministerio de Salud. (2020). *Planes y Reportes de cumplimiento presentada por las Unidades de Cumplimiento autorizadas y las bases de datos de registro y autorización, así como y reportes de gestión y trazabilidad de gestores de aprovechamiento de RAEE*.

Step Initiative, Solving the E-waste Problem. (2014). *White Paper, One Global Definition of E-waste*. Bonn, Germany.

United Nations Comtrade. (09 de 03 de 2021). *UN Comtrade database*. Obtenido de <https://comtrade.un.org/>



LUIS ROBERTO CHACÓN

Ingeniero químico de la Universidad de Costa Rica con una Maestría en Administración de Negocios del TEC, es fundamentalmente un Gerente de Proyectos y Líder de Equipos de Ingeniería en tecnología, financiamiento, marketing & ventas, comercio y medio ambiente, compartiendo objetivos con diferentes grupos de interés (públicos y privados), técnicos y profesionales o entidades nacionales y multinacionales. Ha trabajado durante 30 años apoyando sectores productivos y entidades facilitadoras en los campos de la energía, agro-negocios, desarrollo urbano, gestión de residuos, cambio climático y desarrollo sostenible, coordinando el desarrollo de más de 90 proyectos, políticas y mecanismos de financiamiento.

Cuenta con más de 17 años de experiencia internacional y 24 años de experiencia profesional en consultoría. Ha facilitado y coordinado proyectos y entrenamientos para gobiernos, empresas y asociaciones

en más de 10 países de la región latinoamericana, a partir de iniciativas soportadas por entidades internacionales como UNEP, UNIDO, OLADE, BID, GIZ e Hivos, entre las más destacables.

Fue Gerente Comercial de Geocycle del Grupo Holcim por cinco años y actualmente es el Coordinador Nacional del Proyecto Residuos Electrónicos de América Latina, conocido como PREAL, que ejecuta el Ministerio de Salud y UNIDO con el financiamiento GEF, para el fortalecimiento del manejo adecuado de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), principal razón por la que nos acompaña en estas jornadas.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL SOSTENIBLE RETOS DEL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD

María José Cortés Ureña

Resumen

En el año 2019, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) plantea su Estrategia Empresarial, en la que se definen los objetivos estratégicos en los que se centrará la institución. Está claro que actualmente se plantean muchos desafíos para la sociedad costarricense, entre estos, el crecimiento económico, la transformación digital y la descarbonización de la economía y en este contexto, el ICE y sus empresas están llamadas a seguir cumpliendo su mandato, aprovechando las oportunidades que presenta la disrupción tecnológica y la transformación digital y por ello se nos plantean grandes retos, que debemos ir trabajando para alcanzar un país cada vez más sostenible.

Palabras Clave: ICE, transformación digital, sostenibilidad, estrategia empresarial.

¿Cómo entender la transformación digital?

La Transformación Digital, se define según la Estrategia 4.0 Grupo ICE (2019-2023) como un proceso de reinención de los modelos de negocio, aprovechando las tecnologías digitales, para alcanzar la excelencia operativa, la generación de valor y garantizar una experiencia memorable para el cliente.

Es decir, la transformación digital es la integración de las nuevas tecnologías en todas las áreas empresariales con el fin de cambiar los modelos operacionales de las organizaciones, optimizar los procesos, aumentar la competitividad empresarial y

aumentar la competitividad empresarial y brindar valor añadido a los clientes y personas usuarias.

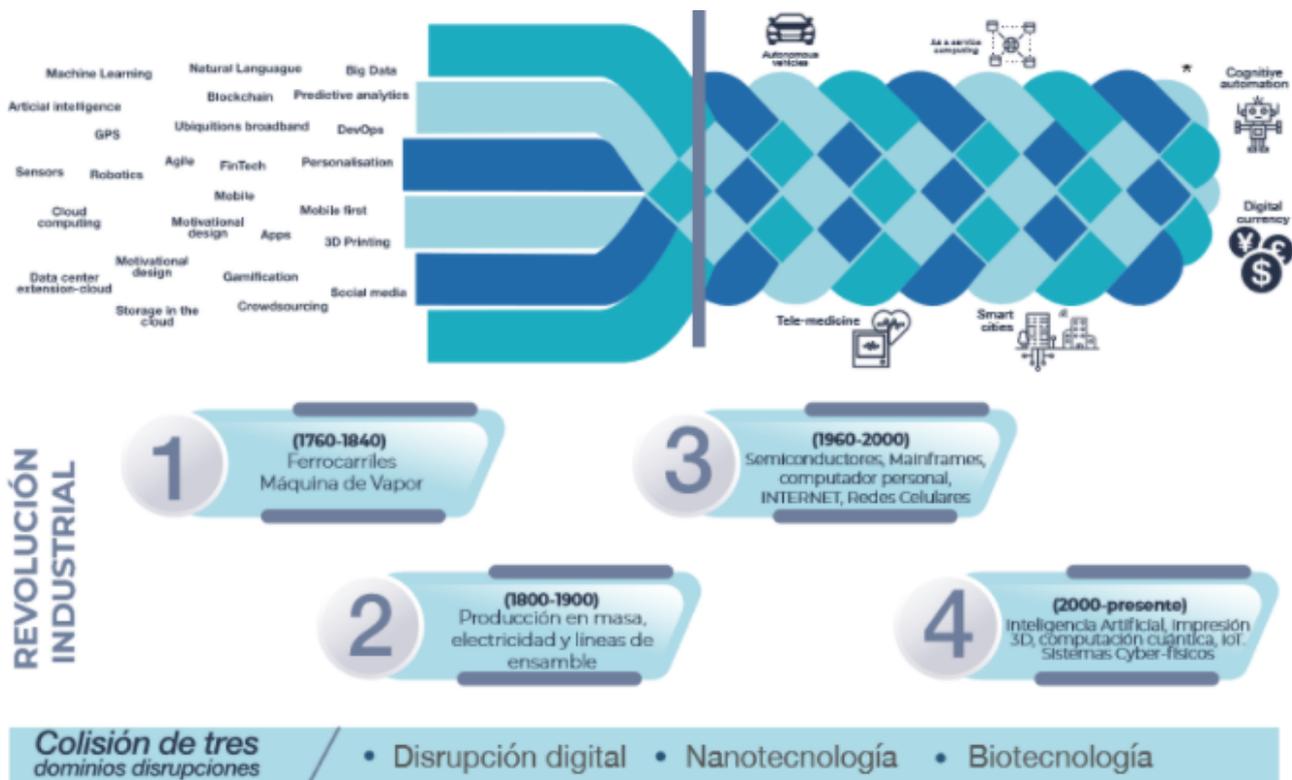
La transformación digital no es sinónimo de comprar nuevos equipos informáticos o almacenar datos en la nube, la digitalización requiere un cambio en el pensamiento de directivos y empleados. Es más, se podría decir que se trata de una inversión de futuro para optimizar los métodos de trabajo de forma tal que con ello se aproveche todo el potencial de la digitalización.

En los últimos cuatro siglos las sociedades han experimentado cuatro

revoluciones industriales. La primera asociada con la invención de la máquina de vapor, la segunda derivada de la producción en masa y la línea de ensamblaje, la tercera con la creación de los semiconductores, el computador personal, el internet y las redes celulares,

mientras que la cuarta revolución (actualmente en marcha), está marcada por la convergencia de tres dominios disruptivos: tecnologías digitales, nanotecnología y la biotecnología. Para el caso del Grupo ICE, los negocios de Electricidad y Telecomunicaciones son

Figura 8.1. Las cuatro revoluciones industriales



Fuente: Tomado de ICE, 2019

y seguirán siendo la base sobre la cual se aborden los retos futuros de orden mundial para llevar a cabo una transición adecuada hacia la Globalización 4.0, formando una arquitectura global en la era de la cuarta revolución industrial. Es decir, en el ICE se pretende brindar soluciones integrales y holísticas a nuestros clientes y para ello se están dando cambios importantes basados en la

Estrategia Empresarial. Uno de los ejemplos de estos cambios que hemos vivido es el caso de las centrales telefónicas. Pensemos en el inicio de la construcción de la primera central telefónica en el año 1966, que fue un avance que le proporcionó a Costa Rica el primer lugar en densidad telefónica de Latinoamérica. A pesar de este avance, ya para el año 2004, las centrales telefónicas

habían sido digitalizadas por completo y por ende, los equipos y dispositivos empezaron a ser más compactos y se optimizaron los espacios que antes ocupaban las grandes centrales analógicas.

Y es que apostar por la digitalización en todos y cada uno de los procesos de la organización conlleva ventajas a corto y largo plazo. Dentro de las cuales pueden mencionarse las siguientes:

- Se favorece la cultura de innovación dentro de la organización.
- Se aplican procesos mucho más eficientes.
- Se facilita la rapidez de respuesta ante un entorno cambiante.

Además, el análisis de grandes cantidades de datos ofrece la posibilidad de estable-

cer nuevas líneas de negocio.

- Se mejora la experiencia del cliente y se favorece su fidelización, haciendo más íntima la relación con la marca.

Por todo esto, la transformación digital no es una opción, sino una necesidad. Las organizaciones que no se digitalicen dejarán de ser competitivas en el mercado empresarial.

Sin embargo, dicha transformación digital debe ir siempre de la mano de la sostenibilidad, por tal razón dentro de los objetivos estratégicos del grupo ICE, se incluyó uno referente a la *sostenibilidad y equidad*, lo que implica que los procesos deben desarrollarse en el marco de la sostenibilidad y del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Figura 8.2. **Estrategia 4.0 Grupo ICE 2019-2023**



Fuente: Tomado de ICE, 2019.

Como país tenemos grandes desafíos como lo son: el cumplimiento de los ODS, la transformación digital, los compromisos con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la competitividad del país y la descarbonización de la economía y en este marco el ICE debe contribuir en brindar soluciones integrales, innovadoras y oportunas, debido a que su razón de ser es mejorar la calidad de vida y contribuir con el desarrollo sostenible del país.

Estrategia Ambiental del sector de Telecomunicaciones

En el marco de la estrategia empresarial, el ICE, está en un proceso de replanteamiento de metas y objetivos encaminados a la sostenibilidad de las actividades que ejecutamos y bajo esta dirección en el sector de telecomunicaciones, de igual forma se han definido objetivos, metas e indicadores, tomando como base el análisis de ciclo de vida de nuestros servicios.

Con esto se pretende determinar todos los aspectos e impactos ambientales significativos a lo largo del ciclo de vida, involucrando a proveedores y contratistas y de esta forma definir acciones para evitar, reducir o mitigar los mismos por medio de la ejecución de:

1. *Planes de gestión ambiental* para el uso óptimo de los recursos que utilizamos. Dentro de esto se incluye el Plan de Gestión Ambiental Institucional (PGAI).
2. *Planes de gestión integral de residuos*, donde se incluye la jerarquía de valorización, evitar, reducir, reutilizar y valorizar.
3. *Un inventario y reducción de emisiones de carbono.*

A nivel externo, se está trabajando en una campaña para concientizar a nuestros clientes en la adecuada disposición que debe darse a los teléfonos celulares, tabletas y componentes. Esta campaña se informó a través de redes sociales y la página de Kölbi, y lleva como nombre “*dando y dando el planeta sale ganando*”. A través de esta se informó y concientizó a los clientes de la gran cantidad de materiales que componen los dispositivos electrónicos y de su impacto en el ambiente si no se hace un adecuado tratamiento. Asimismo, a través de un convenio la institución se involucró en el proyecto de “Ecoins” con el fin de brindar un incentivo adicional a la hora de llevar el celular o tableta en mal estado a nuestras tiendas.

Retos de la sostenibilidad en el contexto de la transformación digital

Como institución de telecomunicaciones, sabemos que la transformación digital

viene a cambiar el mundo y es por ello que debemos aprovechar sus beneficios para potenciar su sostenibilidad. En este caso, la transformación digital podrá ayudarnos en la:

- Detección de fugas (agua, emisiones)
- Monitoreo y seguimiento de la gestión de los residuos
- Reducción de emisiones por optimización de procesos
- Eficiencia energética
- Optimización de espacios
- Uso de materias primas alternativas
- Almacenamiento energético.

En ese sentido debe mencionarse que el Grupo ICE se alió con el Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (Ifam) para convertir a los cantones del país en espacios inteligentes, tecnológicos y conectados. En el marco de este proyecto se pretende crear cantones inteligentes y algunas de las áreas que interesa desarrollar tienen que ver el establecimiento de mediciones inteligentes de la energía y el agua, la disposición de puntos de recarga en espacios estratégicos y el impulso de la eficiencia energética.

Sin embargo, potenciar la sostenibilidad no es un cambio que esté exento de retos. Uno de los principales es la necesidad de basar nuestros procesos en economía circular, fomentar el diseño modular y

aprovechar todos los materiales que tenemos. En línea con esto, el ICE ya cuenta con una lista de todos los materiales que pueden ser reutilizados, ensamblados de alguna forma, reparados, modificados y/o ser sometidos a pruebas de calidad para volver a reinsertarlo dentro de nuestros servicios. Otros de los desafíos que enfrentamos son la reducción de las emisiones y la creación de competencias para el aprovechamiento de los materiales que tienen valor y pueden ser exportados.



MARÍA JOSÉ CORTÉS UREÑA

Ingeniera en Gestión Ambiental, Máster en Liderazgo y Gerencia Ambiental. Coordinadora del área de Gestión Ambiental, de la Gerencia de Telecomunicaciones, del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), con 13 años de experiencia en el desarrollo de diversos proyectos y programas ambientales dirigidos a la disminución de los impactos generados por los proce-

sos del sector de telecomunicaciones, tales como planes de gestión integral de residuos, planes de reducción de emisiones de carbono, planes de ahorro de recursos, eficiencia energética, entre otros; así como también en la ejecución de evaluaciones de impacto ambiental, previo a la construcción de infraestructura del sector.

RICOH: COMPROMETIDOS CON EL FUTURO

Adrián Rodríguez Gutiérrez

Resumen

El artículo presenta la experiencia de la compañía multinacional japonesa Ricoh y puntualiza el desarrollo de procesos productivos que desde un principio han pretendido potenciar la sostenibilidad ambiental de la empresa. A partir de esto, se ofrece una descripción de la visión estratégica que tiene la empresa en este ámbito y se exponen algunas de las principales iniciativas que Ricoh ha puesto en práctica en Costa Rica con el propósito de fortalecer la conservación ambiental y crear una puesta de valor diferenciadora.

Palabras clave: Sostenibilidad, conservación, valor ambiental, responsabilidad medioambiental, programa.

Introducción

Ricoh es una empresa global líder en el desarrollo de tecnologías para la administración y el manejo de la información para la cambiante fuerza laboral actual. Con un sólido legado de introducción de nuevas tecnologías en el lugar de trabajo y una gran experiencia en la gestión y el acceso a la información, Ricoh está cambiando la forma en que las personas trabajan hoy con productos innovadores y soluciones dinámicas que aprovechan el poder del trabajador actual en un nuevo mundo laboral. Establecida en Tokio en 1936, Ricoh Group opera hoy en más de 200 países y regiones.

En la actualidad, nos encontramos en el entorno laboral más complejo de la historia y, para tener éxito, siempre debe tener acceso a su información crítica, sin importar dónde se encuentre. En Ricoh lo llamamos el nuevo mundo del trabajo, un lugar donde la única constante es el cambio. Y en Ricoh, siempre hemos imaginado el cambio.

Con nuestro legado de tecnología innovadora que ha cambiado la forma en que trabajamos y nuestra amplia experiencia en el acceso, la captura y la gestión de la información, ofrecemos soluciones que aprovechan el poder de la cambiante fuerza laboral actual. Somos lí-

deres en movilidad de la información porque entendemos que no se trata solo de acceso a la información, sino también de encontrar la información que es importante y utilizarla de forma eficiente para generar los resultados que desea.

Nuestros principios fundamentales, se basan en el “Espíritu de los tres amores”, creados por Kyoshi Ichimura, el Fundador y CEO de Ricoh, quien planteó que es necesario amar a tu prójimo, a tu trabajo y a tu país. Estos principios no solo han guiado a la creación de tecnologías a lo interno de la empresa, sino que también se han basado en la visión vanguardista de su fundador, quien desde el principio reconoció la importancia del tema ambiental para la compañía y su futuro.

Es por ello que siempre hemos pensado en nuestro impacto a gran escala y en la sostenibilidad de la empresa. Esta forma de mirar los procesos productivos, es lo que ha permitido desarrollar servicios y productos que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas y de la población en general. En Costa Rica, Ricoh desarrolla sus operaciones con un enfoque de procesos, para el cual ha establecido un Sistema Integrado de Gestión (SIG). El SIG incluye los requisitos internacionales de las Normas ISO 9001:2015, referente a la Calidad, ISO 14001:2015, referente al Medio Ambiente y la norma ISO 27001:2013, sobre Seguridad de la Información.

La visión estratégica de Ricoh es que todas sus actividades se realicen bajo estos parámetros y para ello ha creado una cultura organizacional sustentada en políticas y compromisos a nivel directivo y operativo. A través de nuestro SIG, hemos asumido un compromiso con nuestros accionistas, colaboradores, proveedores y con nuestros clientes. A continuación, se detallan algunos de los programas que Ricoh Costa Rica desarrolla.

Responsabilidad medioambiental de RICOH

Como fabricante, Ricoh Family Group, tiene años aplicando y promoviendo su visión con un profundo sentido de conservación hacia el medio ambiente. Por tal razón es una de las empresas firmantes del Pacto Mundial de las Naciones Unidas, que protege y respalda temas de derechos humanos, prácticas anticorrupción, trabajo y medio ambiente; y hoy trabaja por alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y cumplir con la agenda 2030 establecida por las Naciones Unidas.

Figura 9.1. ODS en RICOH



Fuente: Ricoh, 2020.

Para ello, hemos identificado tres problemas de prioridad global que están alineados con 8 ODS específicos. Al abordar estos problemas a través de los negocios, podemos contribuir activamen-

te a su logro. Podemos ilustrar el cumplimiento de estos objetivos a través de una propuesta de valor llamada: “Oficina totalmente verde”.

Figura 9.2. Propuesta de valor de la Oficina totalmente verde



Fuente: Ricoh, 2020.

El concepto de Oficina Totalmente Verde busca transformar una oficina y convertirla en un espacio completamente verde. Para alcanzarlo, es necesario poner en práctica una cadena de valor ambiental en la que se establecen actividades distintas. Algunas de las actividades desarrolladas a lo largo de esta propuesta de valor son: investigación y desarrollo (I+D), el diseño de producto, la fabricación, la comercialización, la operación, la gestión de residuos y los procesos de responsabilidad social corporativa (RSC).

Investigación y desarrollo

La empresa destina el 5% de sus ingresos totales a la investigación y desarrollo en tecnologías verdes, amigables con el medio ambiente, y desde 1976 cuenta con un Departamento de Investigación y Desarrollo Ambiental, cuando la conservación de los recursos era un tema desconocido para muchas empresas. Estas decisiones le han permitido a la empresa múltiples reconocimientos a nivel internacional. No sólo ha sido reconocida por ser una de las corporaciones más éticas y sostenibles del mundo, sino también por haber obtenido la certificación Energy Star (certificación que declara que los productos son energéticamente eficientes) en los Estados Unidos por más de 9 años seguidos. Además, en el 2018, fue nombrada por tercer año consecutivo "Partner of the year" por Energy Star, ga-

lardón que reconoce una contribución sobresaliente en la reducción de las emisiones de gas, entre otros aspectos. Ricoh también ha estado por 5 años consecutivos en el Índice de Sostenibilidad de Dow Jones, que observa criterios como la gestión de la innovación, la protección de la privacidad, la gestión medioambiental y la estrategia climática. Todo esto nos compromete a seguir trabajando sobre la ruta establecida y reafirma el compromiso de la empresa con la conservación medioambiental.

Diseño de producto

Ricoh realiza investigaciones constantes con el fin de identificar composiciones químicas de diferentes productos que resulten más amigables con el ambiente. Es así como desde el 2009 se lanzó al mercado el primer tóner a base de Biomasa, el cual reduce las emisiones de CO₂ hasta en un 25% respecto a los actuales. Este producto fue diseñado para las copadoras multifuncionales que son sistemas todo en uno que funcionan con un tóner que no es una tinta, sino un polvo especial cuya inadecuada disposición puede impactar negativamente al ambiente.

De igual forma, se han hecho avances en el desarrollo de materiales sustitutos para algunos componentes de los equipos multifuncionales. Por ejemplo actualmen-

te se está trabajando con un tipo de plástico elaborado a partir de fibra vegetal (maíz) el cual tiene un impacto medioambiental muchísimo menor que el plástico ABS, que es utilizado normalmente en los equipos y que además, complica la gestión responsable de este residuo al final de su vida útil.

Igualmente, se ha estado experimentando con algunos tipos de tinta con un alto contenido de agua para reducir su impacto ambiental y evitar el problema químico que esto implica. Asimismo, cada día los equipos están siendo producidos con la intención de que sean más pequeños, eficientes y con tecnologías que generen menores afectaciones al ambiente. Por ello se ha decidido que todos los sistemas multifuncionales de Ricoh deben operar con Tecnología Quick Start-Up (que permite “despertar” el equipo en menos de 10 segundos luego de haber caído en hibernación para ahorrar energía) y Gestión de tóner PxP, (es un proceso por medio del que el equipo reutiliza al máximo las capacidades del tóner, logrando reducir hasta un 30% energía).

Fabricación

Durante 1980, Ricoh fue el primer fabricante del mundo, en introducir los sistemas multifuncionales que unieron las funciones de las copadoras, los faxes y los escaners en un solo aparato. Esto re-

dujo la cantidad de residuos generados al final de la vida útil de los equipos y sirvió para hacer más eficiente su uso. Desde 2003, las fábricas de Ricoh están certificadas en la norma ISO 14001 y a partir de 2020, Ricoh Latinoamérica es la única compañía de esta industria que utiliza energía 100% renovable, por lo cual recibió en Japón el reconocimiento ambiental RE-100.

Comercialización, operación y gestión de residuos

En Costa Rica, Ricoh es socia fundadora de ASEGIRE (Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos), donde comparte experiencias a través de buenas prácticas, la gestión de los residuos electrónicos en Costa Rica. Desde su llegada al país, la empresa quiso extender y aplicar activamente su responsabilidad social y medio ambiental y desde el año 2007 es la única empresa en el país que cuenta con un Sistema Integrado de Gestión que involucra las normas ISO 9001:2015 (Calidad), ISO 14001:2015 (Medio Ambiente) e ISO 27001:2013 (Seguridad de la Información). Es por ello, que los programas que se desarrollan en Costa Rica están enfocados en la sensibilización de los clientes, socios y proveedores. A partir de esa visión medio la compañía desarrolla iniciativas muy diversas entre las cuales deben mencionarse:

- La disposición responsable de todos sus residuos de operación desde el 2007, incluyendo los materiales de embalaje de los equipos que comercializa la empresa, como el estereofón, los esquineros y otros elementos del empaque. De ese modo, todos los equipos que son entregados en Costa Rica, vienen sin este tipo de materiales y con ello no se transfiere al cliente el problema de la disposición de residuos.
- Desarrollar un programa de recolección y disposición de sus botes vacíos de tóner, colocando recipientes de recolección en sus clientes más importantes. En esta misma línea se ha creado un programa para recolectar y darle tratamiento responsable a todos los botes vacíos de tóner devueltos por los clientes. De esta forma, se recolectan los botes vacíos de tóner directamente de las oficinas del cliente y los convierte en energía para la industria. Desde el año 2007 a la fecha, Ricoh ha recolectado y gestionado responsablemente más de 84.000 botes vacíos de tóner, lo que equivale a más de 83 toneladas.
- Desarrollo de campañas internas para el ahorro de recursos (como el agua, la electricidad) con el fin de inculcar en el personal, el valor de la conservación de los recursos naturales.
- Recolectar, clasificar y disponer de forma responsable más de 1103 toneladas de residuos desde el 2007, incluyendo más de 750 toneladas de equipo electrónico.
- Ejecutar un programa de recolección y disposición responsable de sus equipos electrónicos en desuso, así como los repuestos en mal estado o de recambio, con lo cual ya cumple con lo estipulado en la nueva ley 35933-S para la gestión integral de residuos electrónicos.
- Desde el 2007, desarrolla programas de responsabilidad social, dentro de los que se destaca su programa de reforestación “Pulmoncitos de Esperanza”, en el que lleva la conciencia de conservación a los niños de escuelas y colegios de las zonas marginadas del país. A la fecha se han sembrado más de 3000 árboles en diferentes zonas rurales del país.

Figura 9.3. Programa de Reforestación Pulmoncitos de Esperanza



Fuente: Ricoh, 2020.

- Ricoh incentiva en el personal el aporte social de alto impacto en la comunidad y por ello se ha adherido al programa “Libros para todos” del Grupo Nación, con el cual dotó de todos los libros de texto de las escuelas de Ajuntaderas de Palmar Sur y de La Peregrina en La Uruca, fomentando así el desarrollo integral de los niños en las comunidades más vulnerables del país.
- Dentro del marco de su responsabilidad ambiental, Ricoh ha establecido alianzas con diversas organizaciones para generar impactos positivos en el medio ambiente, la salud y la educación del país; por ejemplo, ha trabajado con la Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA); específicamente con el área de Saneamiento Sostenible. La idea de esta alianza es apoyar de forma activa con recursos económicos y mano de obra la realización de proyectos de saneamiento de aguas en comunidades rurales marginales con proyectos como construcción de bio-jardineras, colocación de tanques de compostera, colocación de inodoros, construcción de baterías sanitarias.

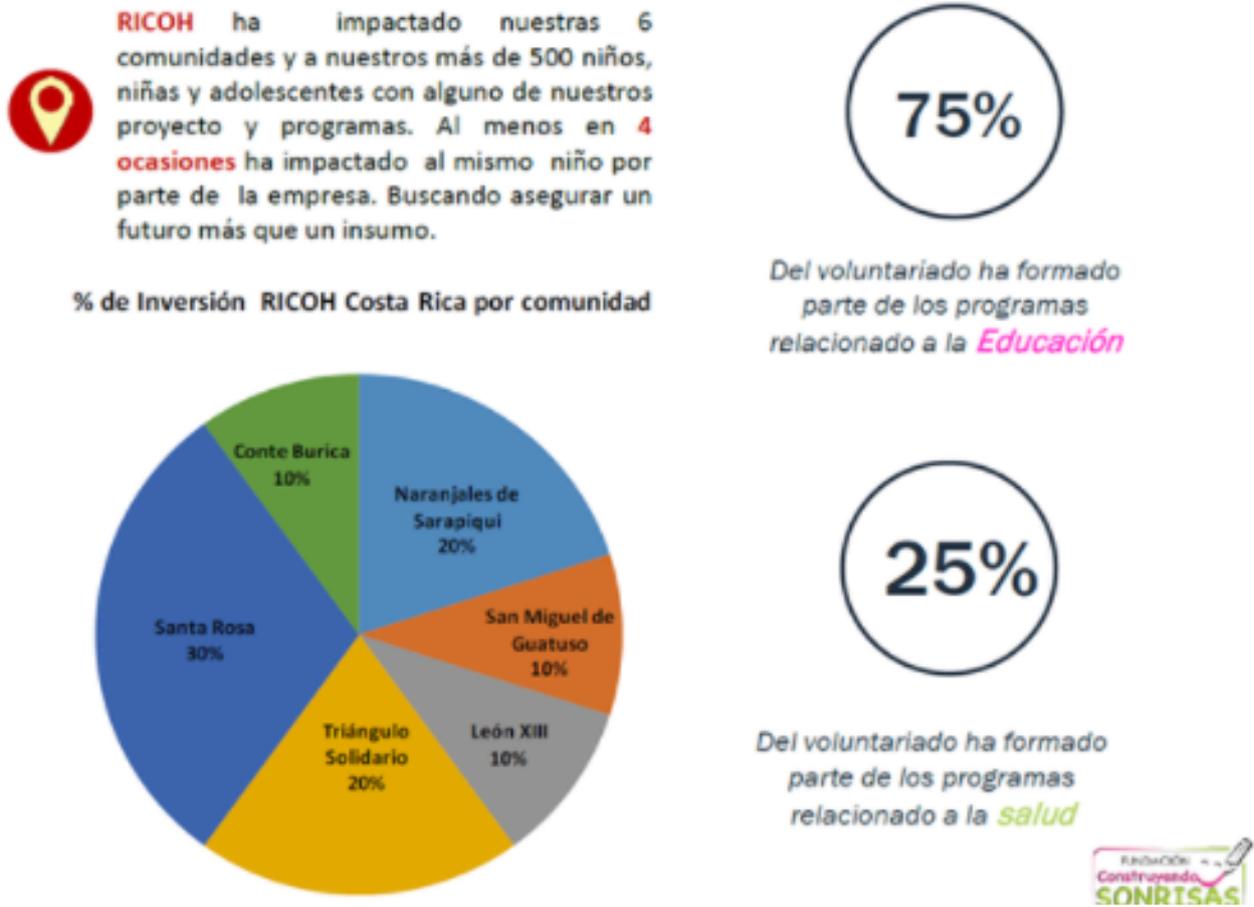
Figura 9.4. Proyecto de responsabilidad social en alianza con ACEPESA



Fuente: Ricoh, 2020.

- En el año 2016, lanzó formalmente su programa de Responsabilidad Social llamado ComprometeRSE, que tiene tres ejes fundamentales: Ambiente, Comunidad y Ética y Desarrollo profesional. Bajo estos tres ejes, Ricoh ahora desarrolla sus actividades de Responsabilidad Social por medio de equipos de voluntariados y alianzas estratégicas con organizaciones como Costas Verdes, Asociación Roblealto y Fundación Construyendo Sonrisas. A través de Compromete RSE, Ricoh ha logrado mejorar las condiciones de acceso a la educación y la salud y también ha contribuido a la reforestación de zonas costeras.

Figura 9.5. Programa de Responsabilidad Social de Ricoh ComprometeRSE



Fuente: Ricoh, 2020.

- Desarrollo de un programa de servicios ambientales por medio del cual facilita a sus clientes la identificación de sus impactos ambientales y se generan soluciones para mitigar sus impactos desarrollando incluso talleres de sensibilización medioambiental, realizando charlas de concientización a los usuarios y entregando materiales de soporte como afiches y recipientes de reciclaje.

tes y comercializadores más grande del mundo, pero también una de las empresas más responsables en cuanto al medio ambiente se refiere. Como compañía entiende que la responsabilidad en sostenibilidad implica no solo controlar y mitigar sus impactos ambientales, sino también los de otras partes interesadas tales como sus clientes y es a partir de dicha visión que propone soluciones efectivas para reducirlos.

Conclusión

Ricoh es, en resumen, uno de los fabrican



ADRIÁN RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ

Máster en Mercadeo y Alta Gerencia. Auditor certificado en las normas ISO 9001, ISO 14001, ISO 27001. Presidente de la Junta Directiva de ASEGIRE 2014-2020. Tiene más de 25 años de experiencia en posiciones de liderazgo compañías transnacionales. Ha formado parte de los equipos de liderazgo en procesos de transformación digital a través de diversas metodologías. Lideró por más de 10 años

los procesos de gestión de calidad, medioambiental y Seguridad de la Información de Ricoh Costa Rica. Actualmente se desempeña como especialista de Comunicaciones Visuales para Ricoh Costa Rica, posición desde la que brinda soporte y asesoría técnica a clientes en diferentes verticales como salud, educación y comercial.

MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRÓNICOS Y ELÉCTRICOS (RAEE): LA EXPERIENCIA DE INTEL

Ana Yensi Murillo

Resumen

Componentes INTEL de Costa Rica, es una compañía multinacional que ensambla y prueba de procesadores y se rige bajo estándares internacionales. La experiencia de INTEL implementando un programa corporativo para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) muestra que la aplicación de este tipo de programas en el sector empresarial es un proceso que tiene requerimientos especiales y supone retos para su correcta ejecución. A este efecto, el artículo presenta los elementos que deben tomar en cuenta las compañías internacionales a la hora de poner en práctica este tipo de programas.

Conocer el marco regulatorio nacional, generar herramientas prácticas que faciliten la aplicación de dicha normativa y establecer un sistema de seguimiento de la regulación, son aspectos esenciales para determinar plazos y requerimientos establecidos en la legislación. Igual de importante resulta la definición de procedimientos clave que especifiquen los roles y las responsabilidades vinculadas a la gestión de los RAEE, así como la identificación de los procesos productivos que en una empresa generan este tipo de residuos. Complementariamente, se destaca el rol que juega la comunicación interna del programa y el modo como esto mejora la aplicación efectiva del mismo al recibir retroalimentación continua de quienes participan en el proceso.

Palabras clave: Programa corporativo, RAEE, zona franca, marco regulatorio, comunicación.

Consideraciones iniciales para implementar un Programa Corporativo de Gestión de RAEE

Al ser INTEL una compañía internacional cuya operación y procesos productivos generan RAEE, el desarrollo de un programa de gestión de este tipo debe ajustarse a requerimientos específicos. Lo primero que debe considerarse es el mar-

co regulatorio nacional vigente lo que implica entender la realidad nacional y comprender las normas del país de forma integral. Además, es necesario que se generen herramientas que faciliten la aplicación de la normativa y que esta sea comprensible para todo el personal de la empresa.

Aunque INTEL opere con Programas Cor-

porativos Estandarizados que definen de antemano ciertos aspectos sobre los actores y funciones que estos desempeñan en la gestión de RAEE, estos deben ser adaptados a lo establecido en la legislación del país. En ese sentido, conocer el marco regulatorio existente permite que los programas de la empresa se alineen con las regulaciones locales y cumplan con las exigencias impuestas, lo que para el caso específico de Intel, incluye el régimen de Zona Franca en Costa Rica.

Las regulaciones locales también tienen una afectación especial en lo que respecta a los *movimientos transfronterizos de equipo electrónico usado*, que es una de las actividades usuales que lleva a cabo INTEL. Este tipo de movimientos deben basarse en los requisitos que establece la nota técnica NT269. Asimismo, se debe demostrar que los aparatos exportados no son residuos electrónicos y que los mismos están siendo movilizados para aplicarles algún tipo de mantenimiento y después ser devueltos a su lugar de origen.

Otro de los aspectos en los que incide la legislación local tiene que ver con las condiciones especiales bajo las cuales operan las empresas ubicadas en las Zonas Francas. Al formar parte de estas compañías, INTEL está sujeto a un control estricto en cuanto a sus activos, los cua-

les son objeto de auditorías. Esto implica que cada vez que se retiran residuos de la empresa, se debe cumplir con un procedimiento especial para registrarlo en las actas de inscripción y sacarlo del libro de activos.

Considerar los tiempos que dichos procesos demandan supone una buena práctica a la hora de establecer un programa corporativo para la gestión de RAEE pues con ello se previene que en su implementación sucedan situaciones (como el tráfico no adecuado de RAEE o la sobreacumulación por mala planificación o desconocimiento de los procesos establecidos por la ley) que impidan el cumplimiento efectivo del programa.

Aunque conocer la legislación existente es el punto de partida, este ejercicio no debe acabar ahí. Por ello, se requiere *establecer un sistema de seguimiento de la regulación* que se genera, ya que cuando se implementan los programas corporativos estos deben ser lo suficientemente flexibles como para que puedan ajustarse a los cambios que ocurren en la legislación. Por ello, dicha evolución debe ser reflejada en los programas de modo que con ello no se interrumpan los procesos productivos normales de la empresa, pero a su vez, se garantice el cumplimiento de la normativa nacional.

Junto con esto, es recomendable *definir*

un procedimiento claro que determine los roles y responsabilidades de cada uno de los actores participantes según la legislación (empleados, recolectores de los residuos, dueños de programa en la empresa, encargados de procesos y entidades gubernamentales), lo cual es fundamental para que el programa se desarrolle de forma adecuada y sea exitoso.

Identificación de los procesos que generan RAEE

Una vez que se conoce el marco legal y las condiciones empresariales en las cuales se desarrollará el programa se pueden identificar los procesos internos que generan RAEE. A partir de esto, se valora la manera correcta en que los residuos podrán ser dispuestos y se decide cómo se realizará dicho proceso, lo que incluye comunicar el procedimiento dentro de la empresa.

INTEL al ser una empresa electrónica, una gran parte de sus procesos productivos (por ejemplo, la producción de microprocesadores) generan RAEE. Sin embargo, a la hora de disponer de estos residuos se debe tener cuidado de no afectar los derechos de propiedad intelectual de los productos, por lo que el procedimiento de disposición debe ser debidamente controlado y generalmente, implica un pretratamiento para evitar la fuga de información. Otros de los procesos productivos que generan RAEE son

los Data Center, el equipo de oficina que utiliza el personal y los equipos de monitoreo para el control de la temperatura, el aire y el ambiente/condiciones en que se produce. Estos últimos dejan una corriente de residuos importante pues demandan mantenimiento constante y repuestos. Adicionalmente, se considera el equipo eléctrico y electrónico que se utiliza en la cafetería de la empresa (como las refrigeradoras o microondas). Debido a que dicho servicio suele ser brindado por terceros, implica otro nivel de alineamiento, coordinación y comunicación con los suplidores del servicio, para determinar si poseen un programa que se encargue de darle el manejo correcto a los RAEE.

Si el suplidor no tiene implementado un programa de esta índole, se puede establecer en el contrato una cláusula para que la empresa se haga cargo de la disposición final de los residuos o se acuerda un monto adicional para que el suplidor lo haga. Esto quiere decir que la compañía no solo se hace responsable de los RAEE que genera internamente, sino también de los producidos por los suplidores de los servicios que contrata.

Debido a que cada empresa tiene su propia realidad y retos, así como una cantidad de residuos distintos que genera, se deben analizar los costos relacionados a todo el proceso.

Clasificación de los RAEE

Después de identificar los diferentes residuos que generan los procesos productivos de la empresa, se determina cuáles pueden ser considerados como RAEE. Con base a esto: 1) se decide qué deben hacer los diferentes generadores dentro de la empresa, 2) se identifica el método de disposición final, 3) se verifican las estaciones de acopio y 4) se ponen a disposición herramientas en línea para la recolección.

Decidir qué hacen los diferentes generadores dentro de la empresa, supone definir los roles y responsabilidades de cada uno, así como establecer quiénes son los dueños de cada proceso y residuo que se genera. También implica determinar cuáles son los retos que se enfrenta a nivel de gestión y las oportunidades de mejora.

Por su parte, a la hora de establecer el método de disposición final se deben considerar aspectos como la necesidad de brindarle al residuo algún tipo de pretratamiento o no, y si este es permitido o requiere algún trámite o permiso adicional. Una vez que esto es realizado, hay que definir cuáles serán las estaciones de acopio y tomar en cuenta, el tipo de residuo que se recolectará en ellas. Por ejemplo, en el caso de baterías, estas deben ser separadas dado el alto riesgo de reacción que tienen, mientras

que en el caso de equipo electrónico de oficina (como mouse o teclado), no se requiere de un tratamiento tan especial como el que debe dársele al disco duro de una computadora.

Para poner a disposición una *herramienta en línea que facilite la recolección de los RAEE*, INTEL dispone de un Centro de Asistencia al que cada empleado puede acudir y abrir un tiquete electrónico en el que informa sobre cualquier fallo y/o problema que enfrente ante a la hora de gestionar sus RAEE. Una vez que la consulta es recibida, a esta se le da seguimiento interno para que se le brinde una solución pronta a la persona usuaria. Asimismo, el centro de asistencia está abierto a sugerencias del personal y ante dicha instancia se puede reportar cualquier incidente que se presente.

Comunicación, consulta y participación del Programa

Al establecer las condiciones anteriores, la atención debe concentrarse en la forma como el programa será dado a conocer dentro de la empresa. Esto supone poner herramientas al servicio del personal, los dueños de equipo y de procesos y establecer canales de comunicación que faciliten la consulta y comunicar cualquier cambio que se presente. A su vez, el programa debe ser alimentado continuamente por quienes participan en

el mismo por lo que el proceso debe ser documentado y acordado por todas las partes.

Una buena práctica que contribuye a comunicar el programa a nivel interno es la inclusión del mismo como parte de la inducción que se da a las personas que se incorporan a la empresa. A este efecto, INTEL cuenta con una página web interna en la que las y los empleados pueden consultar todos los procedimientos relacionados con la gestión y manejo de los RAEE.

Asimismo, aunque el éxito de un programa está determinado en gran medida por la planificación del mismo, este siempre debe estar abierto a la consulta y participación de quienes coadyuvan en su ejecución ya que ello contribuye a su mejora continua.

Por tanto, el programa debe procurar ser accesible a todas las personas, estar abierto a sugerencias y posibilitar el reporte de incidentes o incumplimientos.

De igual modo, es necesario que el programa esté alineado a la realidad nacional de modo tal que con ello se pueda apoyar otras iniciativas de manera correcta y en concordancia con la dirección que asume el país en esta materia.

Para ello, se recomienda mantener una coordinación con los esfuerzos que desarrollan a nivel local las municipalidades, los suplidores de servicios y ministerios, entre otros actores.



ANAYENSY MURILLO

Ingeniera Corporativa en Componentes Intel de Costa Rica, con una formación profesional de laboratorista química, Auditor Integral de sistemas de ISO 9001/14001/45001/50001 y certificada en programas de manejo de energía. Labora para esta empresa hace 15 años, actualmente responsable del programa Corporativo de Manejo de Refrigerantes, Certificación Corporativa en ISO 14001 y

diferentes análisis de riesgo. Es representante por parte de UCAEPP en el CEGIRE, con vasta experiencia en diferentes programas ambientales como plantas de tratamiento de aguas residuales, prevención de contaminación de aguas pluviales y subterráneas, así como manejo integral de residuos: peligros, ordinarios y RAEE.

RAEE Y EMPLEO EN ARGENTINA: UNA FUENTE DE TRABAJO DECENTE PARA AVANZAR HACIA LA ECONOMÍA CIRCULAR Y LA TRANSICIÓN JUSTA

Christoph Ernst

Resumen

El análisis de la cadena de valor, del empleo y las condiciones de trabajo en la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Buenos Aires, Santa Fe y Tierra del Fuego permite concluir que, en Argentina, solo se recupera entre el 3% y el 4% de los RAEE que se generan anualmente. Este trabajo es realizado por un grupo limitado de empresas privadas e iniciativas de Economía Social y Solidaria (ESS) que, en conjunto, generan algo más de 200 puestos de trabajo registrados. A esto se agregan los trabajadores de cooperativas de recicladores que recuperan ocasionalmente RAEE y, al menos, 2000 trabajadores informales que realizan tareas de recolección, clasificación, desensamblado y recuperación de materiales en condiciones de gran precariedad. En el sector privado y formal, las condiciones laborales suelen cumplir con las exigencias impuestas por la ley: contratos laborales, estabilidad, salarios en torno de la media nacional, cobertura de salud laboral, protección social, sindicalización y negociación colectiva, entre otros. Por su parte, los trabajadores de la ESS suelen contar con la protección social que les ofrece el régimen del monotributo, aunque aun así necesitan mejorar sus condiciones laborales y de ingresos; mientras que los trabajadores informales, se encuentran en condición de extrema vulnerabilidad.

Debe garantizarse el pleno acceso a derechos laborales de los trabajadores de la ESS y, en particular, de los informales. Es crucial profundizar en aspectos relacionados con la salud y seguridad en el trabajo, en especial en relación con la exposición a sustancias peligrosas. Además, hay que identificar las brechas de competencias y ofrecer propuestas de formación profesional y capacitación que atiendan las necesidades emergentes, incentivando una mejor inclusión de las mujeres, casi ausentes en el sector. A pesar de ser muy incipiente, se puede observar que el sector tiene un gran potencial. Tanto las iniciativas empresariales como de la ESS muestran capacidad instalada, posibilidades de crecimiento y de crear puestos de trabajo decente. Políticas públicas coherentes e integradas, diálogo social, y el fortalecimiento de las iniciativas de la ESS son claves para avanzar en dicha dirección.

Palabras clave: RAEE, trabajo decente, informalidad, condiciones de trabajo, cadena de valor.

Introducción

Un RAEE puede ser definido como un aparato eléctrico y electrónico (AEE) que su propietario descarta. Este contiene sustancias peligrosas, como mercurio, plomo, gases refrigerantes y retardantes de llama. Pero también posee elementos valiosos como oro, plata, cobre, estaño, tierras raras; además de plástico, metales ferrosos y no ferrosos y vidrio, entre otros.

En un contexto de crecimiento sostenido de la producción de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) es fundamental poder avanzar hacia modos de producción y consumo responsable, tal como se establece en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 12), así como promover la valorización de los RAEE. Una adecuada gestión de los RAEE podrá reducir las cargas ambientales y los riesgos para la salud asociados a estos residuos. Además, posibilita la recuperación de materiales valiosos que podrán reinsertarse en la industria, lo que contribuirá a mitigar la presión sobre los recursos no renovables y los ecosistemas que cada vez más, están siendo afectados por los cambios ambientales globales.

Esto permite avanzar hacia una economía más verde y propiciar el desarrollo de un sector de reparación, reutilización y valorización de RAEE, al generar una importante cantidad de puestos de traba-

jo decente, contribuyendo al logro del ODS8 y a propiciar la formalización y mejores condiciones para el sector informal.

Los RAEE son la fracción de residuos que más crece a nivel mundial, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo. Este crecimiento está directamente relacionado con el mayor consumo y la velocidad de recambio de los AEE por parte empresas, comercios, instituciones públicas, gobiernos y personas. Probablemente, el consumo de AEE se incrementará en lo inmediato con el aumento del teletrabajo y las soluciones digitales como respuesta al Covid-19.

En una transición hacia sociedades más sustentables, el sector de la reutilización y del reciclaje de RAEE solo puede estar destinado a crecer. Al tratarse de un sector que requiere gran cantidad de mano de obra, es de esperarse que ese crecimiento se traduzca en la creación de numerosos puestos de trabajo. Por tanto, las actividades de gestión de los RAEE constituyen una oportunidad para el desarrollo sostenible e inclusivo del país, pero también representan un reto. Uno de los desafíos será lograr que esos nuevos puestos de trabajo sean efectivamente “empleos verdes”, es decir, decentes desde el punto de vista laboral y sustentables desde el punto de vista ecológico.

Las problemáticas socioambientales tienen relación con la vida útil de rellenos sanitarios, la existencia de vertederos o tiraderos a cielo abierto, la contaminación por sustancias tóxicas a la exposición de personas trabajadoras y comunidades y riesgos a la salud. Sin embargo, desde otro punto de vista las actividades de gestión de los RAEE permiten la recuperación de materiales y minerales costosos o escasos.

A partir de lo anterior se puede afirmar que la gestión de los RAEE guarda relación con la economía circular y la bioeconomía ya que los productos no se ven como objetos de un uso único, sino que se pretende estimular su circularidad en la economía, así como insumos que pueden ser utilizados en otras actividades productivas. De igual modo, los RAEE también poseen un matiz que está vinculado con temas más sociales como la transición justa hacia una nueva economía verde, la inclusión, la producción y consumo sustentable de todos y la responsabilidad extendida del productor (REP).

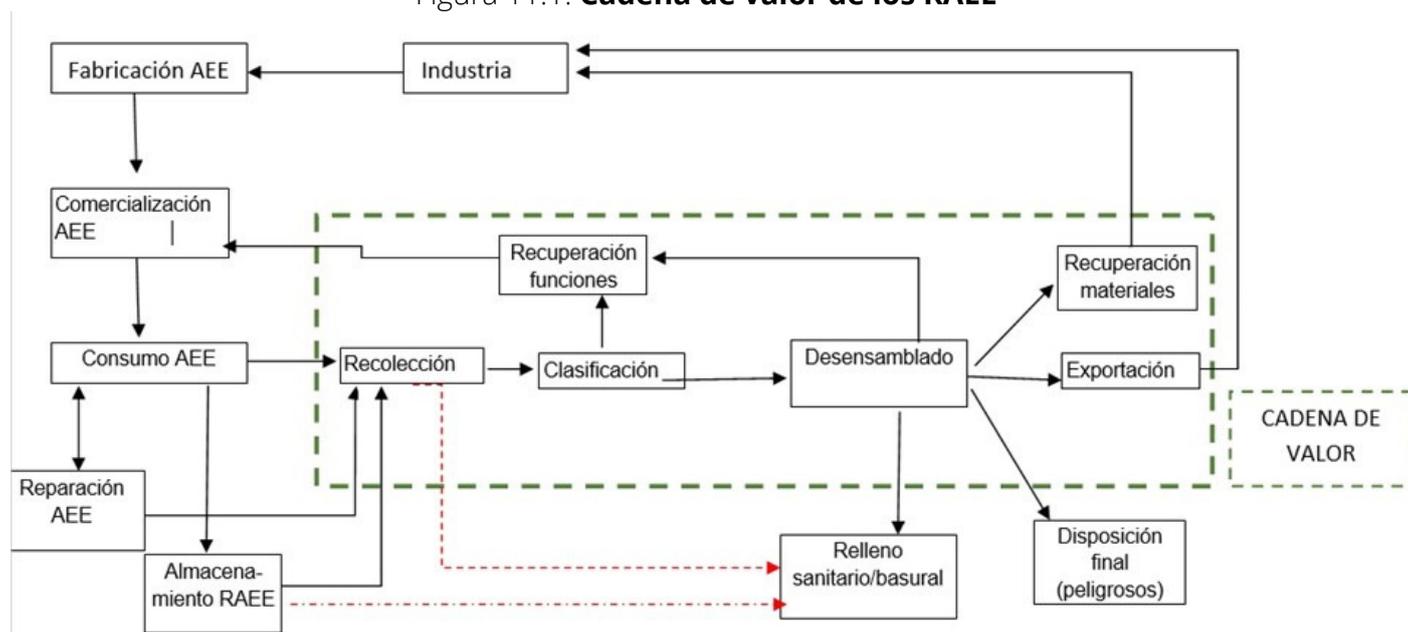
La cadena de valor vinculada a la gestión de los RAEE

La cadena de valor de los RAEE refiere a la circularidad del proceso de gestión a través del cual se busca su valorización, en aras de recuperar o refuncionalizar materiales con el fin de que estos vuelvan

a ser puestos en circulación. En dicho proceso se pueden distinguir 4 fases distintas:

1. Generación del aparato: alude a la generación de los residuos especiales de generación universal (REGU) que son producidos por particulares, grandes generadores e instituciones.
2. Recolección: ocurre una vez que se desechan los RAEE e implica la recogida de los residuos. Suelen haber sistemas especiales de recolección, sistemas municipales de recolección diferenciada y transportes especializados.
3. Recuperación de funciones: después que los RAEE son recolectados, se analiza si es posible extender la vida útil de los aparatos, re-manufacturarlos o armar un nuevo equipo a partir de componentes obtenidos de otros equipos descartados. En algunas ocasiones puede contemplar acciones como la reparación.
4. Recuperación de materiales: esta fase del proceso implica recuperar los materiales, minerales, chatarra ferrosa y no ferrosa y plástico, entre otros, para reinsertarlos como materia prima en otros procesos productivos dentro del país o en el exterior vía exportaciones.

Figura 11.1. Cadena de valor de los RAEE



Fuente: OIT, 2020.

Contexto de los RAEE, el empleo y la regulación en Argentina

En Argentina se aumentó la generación de RAEE de 8,4 kg (Baldé, Forti, Gray, Kuehr & Stegmann 2020, 2018) a 10,3 kg/pers/año y en total 360 a 465 mil tn/año (según datos del Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos, 2017). De este valor, 50%-60% se almacena en hogares e instituciones, 10%-15% en servicios técnicos de reparación y el 5%-10% en la recuperación de materiales/reciclaje (Fernandez Potromastro, 2013). Además, se estima que el 60% acaba en basurales o rellenos sanitarios (Instituto Nacional de Tecnología Industrial, [INTI], 2018). En cuanto al mercado de trabajo debe mencionarse que 36 mil trabajadores (33.000 en reparación) se encuentran activos en actividades relacionadas a RAEE. La informalidad en el sector es alta

(84%) y la participación de las mujeres y de los jóvenes de menos de 25 años es baja (Organización Internacional del Trabajo, [OIT], 2019).

Por otro lado, el marco regulatorio argentino relacionado a los RAEE es aún bastante limitado ya que no existe una ley nacional de presupuestos mínimos que regule su gestión. A pesar de esto, algunas normas se aplican de manera supletoria. Por ejemplo, la Constitución Nacional en su artículo 41 reconoce y garantiza el derecho de todos los habitantes a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras. De igual modo, las constituciones provinciales cuentan con artículos similares.

Otras de las normas aplicadas y que regulan el funcionamiento del proceso de gestión de las RAEE en el país son:

- La Constitución Nacional y la Ley General del Ambiente.
- Ley PM Residuos domiciliarios (diferenciarlos de la cadena de Residuos Sólidos Urbanos o RSU).
- Ley de Residuos Peligrosos 24.051 (costos, procesos administrativos, Convenio de Basilea).
- Actividad legislativa (2009-2012). El proyecto de una Ley RAEE propuesto, no se impuso hasta ahora.
- Proyectos de Ley en tratamiento (3 de RAEE y 1 de Residuos especiales de generación universal o REGU). Todos estos han incluido la Responsabilidad extendida del producto (REP), lo que se ha convertido en una de las principales dificultades para aprobar el proyecto en el 2012.
- Leyes/normas provinciales: la provincia de Buenos Aires (Chaco, Chubut, La Rioja, San Juan), la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y la provincia de Santa Fe que adoptó una Ley RAEE durante el 2020.

La cooperación y asistencia técnica de la OIT en materia de RAEE

En Argentina, la cooperación y asistencia técnica de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en RAEE se desarrollan de manera conjunta con el Ministerio de

Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) en el marco del proyecto “De los residuos electrónicos a la creación de empleo: Movilización del mundo del trabajo para manejar mejor los desechos eléctricos y electrónicos en América Latina”, el cual es implementado por la Oficina de la OIT en Argentina y Perú.

Esta iniciativa a su vez, forma parte del proyecto “Fortalecimiento de las iniciativas nacionales y mejora de la cooperación regional para la gestión ambientalmente racional de los contaminantes orgánicos persistentes en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de países latinoamericanos” (PREAL), que es ejecutado a nivel regional por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y el MAyDS a nivel nacional, con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). Dicho proyecto tiene la ambición de contribuir a la implementación de la Agenda 2030 en el país, apoyando especialmente la consecución de los ODS 8 y 12. En línea con estos antecedentes, la OIT a pedido del MDayS, realizó en el 2019 un primer Informe nacional sobre RAEE y empleo (Maffei & Burucua, 2020), cuyo objetivo fue mejorar la comprensión sobre la cadena de valor de RAEE, las condiciones laborales, el marco regulatorio y de políticas públicas para la gestión de estos residuos. Su alcance incluyó las Provin-

cias de Buenos Aires, Santa Fe, Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, así como municipios seleccionados en las Provincias de Chubut, Córdoba, Mendoza y Misiones.

En la elaboración de dicho informe se realizaron un conjunto de talleres de validación y discusión regionales, así como un taller nacional. En el proceso participaron diversos ministerios, empleadores, sindicatos, empresarios, el sector privado, la academia, iniciativas de ESS y organizaciones populares. Los resultados de dicho estudio serán descritos en el siguiente acápite.

Además, basado en este informe, se preparó un manual para capacitar actores en RAEE sobre el tema de RAEE y Empleo (Di Santo et. al, 2020). Este manual comprende tres módulos distintos: 1. La problemática de los RAEE, 2. La gestión integral de los RAEE y 3. Trabajo en la Gestión de RAEE. El primero de estos presentan los conceptos y datos clave para entender los desafíos vinculados a la gestión de RAEE y a partir de ello identifica las estrategias para identificar esta problemática.

Por su parte, el segundo módulo se centra en explicar como funciona la cadena de valor de los RAEE con el fin de entender cómo funcionan las experiencias de RAEE y los roles que asumen los distintos acto-

res que participan en su gestión. Por último, el tercer módulo ofrece un acercamiento a las cuestiones laborales relacionadas con la gestión de RAEE, lo que supone analizar las competencias profesionales que requieren las personas trabajadoras del sector, la formalidad e informalidad de sus labores, la calidad del trabajo que realizan, las condiciones en que lo llevan a cabo y la gestión de sus competencias laborales.

Es importante señalar que la OIT tiene previsto el desarrollo de una segunda fase de este proyecto la cual se centrará en la capacitación de funcionarios y funcionarias de gobierno, staff técnico, sindicatos, personas trabajadoras y empresas, entre otros. Junto con esto se pretende potenciar el debate político sobre la situación de los RAEE con el objetivo de que el tema adquiriera mayor relevancia a nivel nacional y se discuta sobre las políticas públicas que podrán impulsarse en dicho proceso. De manera complementaria se trabajará en la concientización y el desarrollo de campañas de sensibilización sobre los RAEE a partir de una visión basada en la economía circular.

Informe Nacional RAEE y empleo en la Argentina

En este informe nacional se ilustran los casos de Buenos Aires y la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA),

Santa Fe y Tierra del Fuego. En el marco del informe, se realizaron un total 72 entrevistas: 17 con representantes del sector gubernamental –nacional, provincial y municipal–; 25 con representantes del sector empleador –que incluyó a cámaras y empresas–; 10 a organizaciones de trabajadores; siete a actores de la ESS; seis del sector académico; y siete con OSC e instituciones educativas.

En Buenos Aires, se genera por año en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) 126.000 tn. y en el resto de la provincia 31.000 tn. Los RAEE están regulados en la Ley 14.321, Registro “Gestores de RAEE” donde 6 empresas están registradas. Existe la Disposición OPDS 2019 para “Gestores Refuncionalizadores” y varias iniciativas promueven la colecta y el procesamiento de RAEE.

Vale la pena destacar las campañas del Estado sobre los Puntos Verdes, el Programa DRTD (Certificación de Gestores refuncionalizadores), así como las iniciativas privadas por parte de empresas, sociedad civil, la ESS, o los programas universitarios presentes en toda la cadena de valor. De estas, se estima que las entidades más grandes procesan unas 1000 tn./año (4-5% aproximadamente), por ejemplo el Cinturón Ecológico Área Metropolitana (CEAMSE) entierra alrededor de 6 tonela-

das diarias de RAEE. En cuanto al mercado de trabajo, (y en particular al trabajo registrado, el sector privado y la ESS), el sector está organizado por convenios colectivos. El salario medio corresponde a 3 veces el Salario Mínimo Vital y Móvil (SMVM). Trabajan en promedio 8 a 9 horas por día y predominan casi exclusivamente los trabajadores masculinos y 50% de estos son jóvenes.

Hay una baja frecuencia de accidentes graves y hay capacitación en temas de salud, seguridad y el uso de herramientas. En cuanto al trabajo informal, se observaron 2.800 recuperadores urbanos en 14 municipios RMBA + CABA – ACUMAR y 1.400 y 220 recuperadores urbanos en la Provincia y CABA, así como varias unidades informales de “chatarreros”.

En Santa Fe, se generaron 26.880 tn./año. La gestión de RAEE corresponde a 2% aproximadamente, del cual el 50% es procesado por chatarreros informales. Por varios años no se contaba con una ley específica, pero en el 2019 se emitió una Ley RAEE que incluyó aspectos claves para el sector. El Estado apoya el sector con su “Circuito de disposición de bienes informáticos” y el programa “Ilumina tu provincia” promoviendo el recambio de luminarias. Hay puntos fijos y móviles en algunos municipios colectando RAEE. En Rosario, existe una planta de desensam-

blado con una cooperativa, en Rafaela el RAEE se desensambla en una planta de clasificación municipio. Además, se cuenta con empresas e iniciativas de ESS presentes en toda la cadena de valor de RAEE. Sin embargo, existen varios basurales a cielo abierto con presencia de RAEE

En cuanto al mercado de trabajo santefesino, se observa poco trabajo registrado en RAEE con dedicación exclusiva. La mayoría de los trabajadores registrados se encuentran en otras categorías, solo parte de sus tareas están vinculadas a RAEE. Existen diversas representaciones gremiales. Trabajan en promedio 8 horas por día y ganan cerca de tres salarios mínimos. La fuerza laboral es mayoritariamente masculina. Hay pocos jóvenes en empresas y suelen estar más presentes en las iniciativas de ESS. El trabajo informal es importante en este sector, en particular en el procesamiento de chatarra (50% de la generada en gestión de RAEE). Y hay poca participación de recuperadores urbanos en la Provincia de Santa Fe.

En Tierra del Fuego, una región con fuerte industria de AEE, se genera 14.200 tn/año, del cual 2% es scrap (desechos derivados del proceso industrial). La Provincia tiene una ley 19.640, el régimen de promoción industrial la cual declara que los AEE o componentes que se dese-

chan deben transformarse sustancialmente para poder ser vendidos al continente bajo ese régimen. En Tierra del Fuego, la Industria AEE desensambla equipos desafectados, envía a recicladoras o disposición final, es decir, incineración o encapsulado. No reinserta los componentes en la cadena de producción. No existe una ley específica, pero hay ordenanzas RAEE y una obligación reciclar en la ciudad de Ushuaia.

El Estado no tiene aún iniciativas específicas de gestión de RAEE. La industria AEE, que es importante en la región, experimentó una caída del 50%, con cierre de líneas de producción hasta empresas (del 30%). Las recicladoras tienen fuerte dependencia de la industria AEE, en particular en cuanto al embalaje.

En cuanto al mercado de mercado de trabajo, se registra que muchos trabajadores formales se encuentran dentro de la industria de AEE y solo parte de sus tareas están vinculadas a RAEE, en días específicos. Existen diversas representaciones gremiales, la jornada es de 8 horas, con excepciones, y se observa el fenómeno de las personas trabajadoras tipo “golondrina” y empleos temporarios en el sector. Los salarios están a 70% arriba de la media nacional. La fuerza laboral es mayoritariamente masculina y se observó una caída del empleo en reci-

cladoras del 50% antes de la crisis de la pandemia, la cual acentuó este fenómeno.

El estudio de las tres provincias fue complementado con un análisis de los municipios más poblados de las tres provincias que se analizaron en profundidad, y en cuatro provincias adicionales: Córdoba, Chubut, Mendoza y Misiones. Los resultados principales, que se extrajeron del análisis de los municipios demuestran que:

- Falta de información: en general, en todos los municipios había vacíos de información, desconocimiento e invisibilización de las áreas responsables (luminarias, equipos propios).
- Municipios con recolección diferenciada de RSU: hay muchas diferencias en los municipios con respecto a cómo llevan a cabo la recolección de los RSU, por ejemplo, hay puntos verdes fijos o móviles.
- Campañas de recolección: a pesar de que hay campañas de recolección y de que estas tienen buena aceptación, estas tienen una frecuencia variable por lo que no siempre hay continuidad en este tipo de iniciativas.
- Ordenanzas: aunque estas existen, su implementación es parcial o es deficiente por falta de recursos, espacio de acopio y los costos de transporte.

- Donde existen empresas que hacen gestión de RAEE es más probable que la gestión funcione mejor ya que se resuelve el tema del acopio y el transporte.

Conclusión y recomendaciones

Se puede concluir que la gestión de los RAEE es una problemática creciente en un sector incipiente con un alto nivel de complejidad. Aún falta un marco regulatorio adecuado. Es importante producir, registrar y sistematizar información confiable y accesible sobre el tema, lo que falta aún para entender mejor las necesidades del sector. Se necesitan políticas activas que fomenten e incentiven la recuperación de materiales y que permitan el desarrollo de una industria con capacidad de incorporar material. En este contexto, es crucial el fortalecimiento de la capacidad científica - conocimiento volcado a la innovación productiva y la disponibilidad de financiamiento adecuado. Es en las responsabilidades de todos los actores de incorporar tecnologías, procesos y prácticas más limpias.

En cuanto al mercado de trabajo, el mayor desafío representa la inclusión de personas trabajadoras informales sobre todo en cuanto a la necesidad de visibilizar su realidad, garantizar sus derechos laborales fundamentales y generar mecanismos de compensación de

ingresos, entre otros aspectos. De igual modo, resulta indispensable que se reconozca el apoyo a las organizaciones de la economía social y solidaria, y se promueva su capacidad y legitimidad para protagonizar procesos de este tipo.

Con base al informe nacional de la OIT/MDAyS de 2020, se puede recomendar los siguientes pasos para desarrollar el sector y sus habilidades de manejar los RAEE, aumentando su productividad, así como mejorando la calidad de trabajo de las personas trabajadoras del sector:

- Establecer un marco regulatorio adecuado para la gestión integral (REGU o específica) – conceptos, definiciones, peligrosidad.
- Construir información y datos primarios y desarrollar programas de investigación destinados a la gestión integral de RAEE.
- Promover la producción y el consumo responsable de los AEE a través de campañas de educación ambiental (también hacia dentro del estado), procurando una comunicación continua, simple y masiva.
- Incentivar la articulación de los actores del sector (públicos – privados- ESS) para fortalecer y optimizar las capacidades existentes.
- Promover la capacitación de los trabajadores en la adecuada gestión de RAEE (trabajadores vinculados a AEE, RAEE y RSU), así como valorizar las capacidades de sindicatos, organizaciones de empleadores y cámaras empresariales relacionadas.
- Avanzar en la certificación y definición de competencias de puestos relacionados con el tratamiento de RAEE, como el DRTD - Certificación de “Gestor Refuncionalizador”.
- Impulsar la creación de orientaciones y programas de tecnicaturas.
- Generar esquemas que promuevan una mayor participación de mujeres en el sector.
- Generar una adecuada caracterización y categorización de los trabajadores del sector (identificando perfiles, necesidades, brechas de trabajo decente, requerimiento en seguridad y la salud en el trabajo).
- Potenciar el desarrollo de la ESS y favorecer la organización en cooperativas e incorporarlas a los sistemas de gestión institucional (procurando la inclusión de las mujeres).
- Adoptar el principio de REP e incorporar la REP como una condición en las distintas modalidades de contratación pública.
- Promover la innovación y la transfe-

- rencia tecnológica con el fin de cubrir todos los aspectos del ciclo de los residuos.
- Impulsar las sinergias regionales, tanto nacionales como internacionales, desarrollando estándares comunes que impulsen la integración en un marco de sustentabilidad. Los RAEE se inscriben en el contexto de la economía circular, que rompe con la linealidad del uso de los productos. Significa un cambio de paradigma en la producción, pero también en el consumo de los productos exigiendo una participación de toda la sociedad, de las empresas y de los consumidores. Solamente si se considera la dimensión económica, ambiental y sociolaboral de manera integrada lograremos cambiar nuestro proceso de desarrollo hacia uno más productivo, ambientalmente sostenible y socialmente inclusivo.

Asimismo, forman parte del proceso de transición justa hacia una economía verde que debe ser acompañado por políticas multidisciplinares integradas, iniciativas del sector privado y un gran compromiso de los consumidores y de la población en general y un dialogo social eficaz entre los distintos grupos de la sociedad y los actores sociales.

Referencias

Baldé, C., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2020). Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos 2020 Cantidades, Flujos, y Recursos. Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA).

Baldé, C., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2017). Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos 2020 Cantidades, Flujos, y Recursos. Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA).

Di Santo, C., Martinez, L., Rodriguez, E., Burucua, A., Irirbane, R., Maffei, L., Malalán, T. (2020). Gestión integral de RAEE. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, una fuente de trabajo decente para avanzar hacia la economía circular. Buenos Aires, Argentina: OIT & MDAYs.

Fernández Potomastro, G. (2013). Minería urbana y la gestión de los residuos electrónicos. Buenos Aires: Grupo Uno.

INTI. (2018). Actualización del Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes COPS en la República Argentina. Buenos Aires, Argentina: INTI.

Maffei, L. y Burucua, A. (2020). Residuos de Aparatos eléctricos y Electrónicos (RAEE) y Empleo en la Argentina. Buenos Aires, Argentina: OIT & MDAYs.

Organización Internacional del Trabajo. (2019). Estimación del empleo verde en Argentina. Buenos Aires, Argentina: OIT.



CHRISTOPH ERNST

Especialista en Empleo y Desarrollo Productivo y Director ad ínterin (a partir del 15 de agosto de 2020) de la Oficina de Argentina de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

El Sr. Christoph Ernst actualmente se desempeña como Director ad ínterin y Especialista Senior en empleo y desarrollo productivo en la Oficina de la OIT en Buenos Aires, Argentina y asumirá el cargo de Director interino de la OIT Argentina a partir del 15 de agosto de 2020. Previamente ha trabajado en OIT como Economista en finanzas públicas, en el Departamento de Protección Social y como Economista Senior, en el Servicio de Inversiones Intensivas en Empleo del Departamento de Empleo. Comenzó su carrera en la OIT en el área de Condiciones de Trabajo en Ginebra en 2001, trasladándose a la Oficina de la OIT en Chile como Especialista en empleo durante 2002-2003, antes de regresar a Ginebra como Oficial de investigación en la Unidad de Análisis del Empleo.

Sus principales áreas de trabajo durante sus primeros 7 años en la OIT fueron trabajo y familia, empleo y políticas activas de mercado de trabajo y análisis del mercado laboral; pero también comenzó a trabajar el tema de empleos verdes. Desde 2008, fue asignado al Servicio de Inversiones Intensivas en Empleo del Departamento de Empleo. Su función principal es el desarrollo, pero también la aplicación de métodos y herramientas de medición del impacto de las políticas públicas en los aspectos cuantitativos y cualitativos del empleo. Dentro de esta función, ha estado muy involucrado en la medición y análisis de los empleos verdes, en particular en Asia y África, aunque también en América Latina. En materia de empleos verdes coordina el área de herramientas de análisis y análisis empírico relacionado con los empleos verdes donde tiene como objetivo la búsqueda de coherencia en la investigación empírica que la OIT realiza.

LA EXPERIENCIA DEL CENTRO DE TRANSFERENCIA Y TRANSFORMACIÓN DE MATERIALES (CTTM-TEC) EN LA GESTIÓN DE RAEE

Juan Carlos Salas Jiménez

Resumen

El Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM-TEC), posee una amplia trayectoria en el tratamiento, manejo y reciclaje de diversos residuos en el país desde el año 2001. Desde su establecimiento ha funcionado como un aula demostrativa de vinculación e investigación sobre el manejo de los residuos. Sin embargo, es hasta el 2007 que el centro comenzó a trabajar en la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), producto de una iniciativa piloto y del crecimiento en la demanda para tratar este tipo de residuos.

A partir de esto, el artículo describe el proceso del CTTM-TEC para convertirse en un gestor autorizado por el Ministerio de Salud (MS), se especifican los retos que dicho cambio generó y se recogen algunos de los principales beneficios que la gestión de RAEE ha traído consigo. Adicionalmente, se comparten ejemplos de algunos de los equipos electrónicos que suelen ser tratados en el centro y con base a esta experiencia, se brindan recomendaciones y consideraciones para las instancias interesadas en iniciar un proceso de gestión de RAEE.

Palabras clave: Desensamblaje, reciclaje, equipo electrónico, gestión de RAEE, tratamiento.

Historia y quehacer del Centro de Transferencia y Transformación de Materiales

El Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM-TEC) está adscrito al Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA) de la Escuela de Química que es el ente técnico para llevar a cabo todos los procesos de esta actividad y la Fundación tecnológica de Costa Rica (Fundatec) es la que se encarga de las gestiones administrativas.

El CTTM-TEC tiene más de 20 años de haber iniciado sus actividades y está localizada dentro del parque industrial de Cartago, donde están concentradas varias industrias manufactureras, se presenta como una opción para gestionar los residuos generados en los distintos procesos productivos de las empresas.

El centro tiene la particularidad de que no solo maneja equipos electrónicos, sino también papel, plástico, tarimas y solventes. Además, brinda tratamiento de iluminarias, maquinarias y realiza investigaciones de residuos nuevos que necesitan valorizarse. El Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM-TEC) cuenta con tres ejes de acción. El primero de estos tiene que ver con la vinculación con los sectores institucionales y productivos del país para el manejo de los residuos de una

forma técnica, administrativa y ambientalmente adecuada, mientras que la segunda corresponde a la parte docente en la que el centro funge como un aula demostrativa que recibe estudiantes o grupos organizados de comunidades, con el propósito de que estos conozcan temas relacionados con el manejo de residuos sólidos. Finalmente, el tercer eje de acción constituye la investigación para la valorización de nuevos residuos, actividad en la cual participa el personal y estudiantes. El CTTM-TEC también cuenta con un aula (figura 12.1) en la que se imparten clases a estudiantes del TEC y de otras instituciones, así como grupos organizados de comunidades que quieren conocer sobre el manejo de residuos. Esto convierte al CTTM-TEC en un espacio de aprendizaje que funciona como aula demostrativa, de vinculación y de investigación (especialmente en el manejo de ciertos residuos nuevos).

El CTTM-TEC como un aula demostrativa ha permitido que estudiantes de distintas carreras del TEC, puedan utilizar el espacio para desarrollar sus proyectos de curso, así como la investigación en el manejo de residuos nuevos. Por ejemplo, un estudio de los paneles solares, donde se analizó su desensamblaje y el potencial de reciclaje de los materiales y otro en determinar posibilidades de gestión de los residuos de fibra óptica.

Figura 12.1. Aula ubicada en el CTTM-TEC, para impartir charlas y clases en gestión de residuos



Fuente: Centro de Transformación y Transferencia de Materiales.

La gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) empezó como una experiencia piloto desarrollada entre el TEC, Fundecooperación y la Asociación Centroamericana para la Economía, Salud y el Ambiente (Acepesa). En el 2007 se realizó un ensayo preliminar de desensamblaje con un lote de 1000 equipos de computación, el cual se de-

sensambló con el fin de determinar los tiempos de duración, los tipos de materiales y los movimientos a lo largo del proceso. A partir de esto, se identificaron los costes de gestión y se definió un cobro de \$0.5 dólares estadounidenses por kilo para manejar los residuos electrónicos en ese momento.

Figura 12.2 Personal del CTTM-TEC gestionando RAEE



Fuente: Centro de Transformación y Transferencia de Materiales, 2020.

Después del plan piloto y debido a que el CTTM-TEC maneja diversos tipos de materiales, los propios clientes (empresas) comenzaron a solicitarle al centro el manejo de sus RAEE, lo que hizo que se incluyera una línea de desensamblaje de residuos electrónicos en el CTTM-TEC.

Asimismo, luego de la promulgación de Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos (Decreto Ejecutivo N° 35933-S), muchas Instituciones Públicas y empresas privadas se vieron en la necesidad de buscar soluciones que les permitieran gestionar los RAEE y evitaran que estos residuos formaran parte de la corriente de residuos ordinarios y se enviaran a los rellenos sanitarios.

A pesar de esto, para que el CTTM-TEC llegase a ser un gestor autorizado de RAEE se debió seguir un proceso que conllevó la solicitud de los permisos correspondientes por parte del Ministerio de Salud (MS) y la posterior búsqueda de empresas en el exterior, para procesar los materiales y/o equipos que localmente no podían ser gestionados. Junto con esto fue necesario inscribir a Fundatec como exportador ante Procomer y desarrollar la logística para realizar la exportación.

Gestión de los RAEE en el CTTM-TEC

El desensamblaje del equipo electrónico es un proceso productivo como cualquier otro y este requiere de una línea de desensamblaje de equipos y materiales, así como del análisis de cada tipo de residuos, tiempos y movimientos, su valor y las posibilidades de ser reciclados o no

Esto requiere hacer un estudio de cada uno de los equipos, tiempo de mano de obra en el desensamblaje, materiales obtenidos y su valoración. Un ejemplo de la distribución de materiales por tipo de aparato puede ser apreciada en la tabla 12.1.

Tabla 12.1. Distribución de materiales por tipo de aparato

CELULAR Peso: 112.6 gramos						
		Baterías	Tarjeta	Colector	Metal	Plástico y otros
Masa	en	26.2	13.9	5.9	10.5	55.6
gramos						
Porcentaje (%)		23.3	12.3	5.2	9.3	49.4
IMPRESORA Peso: 7.5 KG						
		Tarjeta		Metal y Cable		Plástico y otros.
Masa	en	0.403		3.40		3.70
gramos						
Porcentaje (%)		5.37		45.33		49.33
COMPUTADORA PORTÁTIL Peso: 3.30 Kg						
		Baterías	Tarjeta	Vidrio	Metal	Plástico y otros.
Masa	en	0.458	0.517	0.325	0.993	1.0
gramos						
Porcentaje (%)		13.9	15.7	9.85	30.1	30.3
CPU Peso: 9.6 KG						
		Tarjeta		Metal y Cable		Plástico y otros.
Masa	en	1.11		5.80		2.67
gramos						
Porcentaje (%)		11.56		60.4		27.81

Fuente: Elaboración propia.

La tecnología cambia constantemente, la cantidad de materiales que tienen los circuitos electrónicos van disminuyendo, lo que obliga a ajustar el tratamiento de los RAEE e investigar continuamente, como gestionar dichos residuos. En la figura 12.3. Se muestra unos ejemplos de tarjetas de circuitos electrónicos de los equipos desensamblados en el CTTM-TEC.

Figura 12.3. Tipos de tarjetas que gestiona el CTTM-TEC al 2020.



Fuente: Elaboración propia.

Algunos de los equipos electrónicos con los cuales se ha trabajado en el centro son computadoras con tubos de rayos catódicos, tarjetas, las carcasas de plástico de equipos electrónicos, las baterías de litio y los cartuchos de tinta de impresora y/o tóner, entre muchos otros.

Aunque ya casi no se tratan monitores con tubos de rayos catódicos en el CTTM-TEC, es importante hacer mención a estas porque ejemplifican un tipo de residuo que ha demandado un tratamiento complejo por el tamaño y la gran cantidad de plomo que poseían. Esto además de dificultar la gestión, obligaba a pagar un monto adicional para exportar el equipo al exterior para su tratamiento. En la actualidad los monitores son planos lo que a facilitado su manejo y gestión. Los plásticos de los equipos electrónicos, han venido cambiando su manejo:

- Inicialmente se envía a China para reciclarlos.
- Posteriormente se utilizaba en co-proceso térmico, como combustible alternativo, pero por su alta concentración de cloro ya no es utilizado.
- Actualmente se envía al relleno sanitario.

En el caso de las baterías de litio, estas se exportaban, aunque recientemente la exportación se ha suspendido, se están almacenando en espera de reanudar el envío al exterior para su reciclaje. Se espera que en el futuro se incremente la recuperación de baterías ya que, al tener un alto contenido de litio, la actividad resulta atractiva para extraer material requerido en la fabricación de baterías para los vehículos eléctricos.

¿Qué beneficios ha traído la gestión de RAEE del CTTM-TEC?

En primera instancia, se debe mencionar el impacto que esta actividad tiene en el medioambiente, al reducir la contaminación y los riesgos a la salud pública por el manejo inadecuado de estos residuos. De igual modo, uno de los beneficios más tangibles que se han observado desde el CTTM-TEC ha sido la posibilidad de generar nuevas fuentes de empleo que se encargan de manejar y tratar los RAEE. Es así como desde la creación del centro se cuenta con una planilla aproximada de 20 personas jefes y jefas de hogar, quienes son contratadas con todas las condiciones laborales exigidas por la legislación nacional.

Recomendaciones para otras instancias interesadas en gestionar RAEE

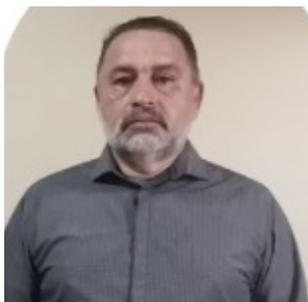
Previo a implementar cualquier proyecto que pretenda gestionar residuos de esta índole es importante tomar en cuenta que debido a que el país es pequeño, existe el riesgo inminente de que en algún momento el mercado se sature ante el incremento en la oferta de gestores autorizados y/o unidades de cumplimiento acreditadas para manejar los RAEE.

Además, se debe considerar que este tipo de residuos suele tener una vida útil que no se ajustan al ciclo de vida de la mayoría de los procesos productivos, que

al fabricar un producto generan un residuo, provocando un flujo constante de residuos. Esto no sucede con los RAEE porque estos son residuos estacionarios, que en algunos momentos están y en otros no. Por ello, no hay un flujo constante de los mismos ya que las fuentes de generación son limitadas. Por tal razón, en el CTTM-TEC se manejan otros residuos que no son RAEE ya que ello permite solventar los costes de operación cuando no hay suficientes RAEE.

Se considera oportuno modificar la prohibición que establece el Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos (Decreto Ejecutivo N° 35933-S) para importar RAEE al país y realizar el tratamiento respectivo a nivel local, ya que ello supone una oportunidad para que los gestores autorizados u otras instancias similares puedan adquirir un ingreso adicional para continuar con su operación.

A este efecto, se recomienda que la legislación establezca parámetros específicos que permitan verificar la seriedad de las empresas solicitantes y avalar su importación y tratamiento en Costa Rica, siempre y cuando los RAEE sean devueltos a su país de origen.



JUAN CARLOS SALAS

Profesor - Investigador de la Escuela de Química del Tecnológico de Costa Rica. Con 25 años de Experiencia en manejo de residuos químico, Industriales y domicilia-

rios. Coordinador de Centro de transferencia y transformación de Materiales del TEC

GESTIÓN ÓPTIMA DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Luis Marín Roldán

Resumen

A partir de la experiencia de la empresa Global Electric Electronic Processing (GEEP) en la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), el artículo precisa el surgimiento de la compañía, el ciclo de gestión que lleva a cabo en el país, el tipo de servicios que ofrece y la cantidad de residuos que gestiona anualmente en Costa Rica.

Aunado a esto, se ofrece una caracterización de los RAEE con base a las particularidades que hacen que estos residuos sean considerados como de manejo especial dentro de la legislación nacional, así como las consecuencias negativas de la gestión inadecuada de los RAEE. En línea con esto, se puntualizan las condiciones necesarias para que el manejo de estos residuos sea adecuado desde el punto de vista ambiental y financiero, y se finaliza con una reflexión sobre las oportunidades de mejora que posee el país en la gestión de RAEE.

Palabras clave: Gestión, valorización, reutilización, reciclaje, RAEE.

Introducción

La elevada generación de residuos y desechos sólidos junto con el manejo inadecuado de los mismos constituye un gran problema ambiental y de salud pública en la actualidad. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) no escapan a esta realidad y desde 1960 registran una tendencia hacia el crecimiento. Primeramente, con los televisores de rayos catódicos y en años

más recientes, se ha agravado con la producción cada vez más constante de celulares, tabletas, lámparas LED y todo tipo de dispositivos inteligentes. Por ello, es de esperar que conforme se avance en la creación de nuevas tecnologías aumente el número de RAEE generados.

Asimismo, otros aspectos como el crecimiento demográfico y los patrones de producción de consumo también han

contribuido al incremento en la generación de RAEE. Por ello es necesario que se realice un adecuado manejo de los residuos en el cual además de buscarse la valorización, se debe promover una conciencia de reducción y el consumo responsable de AEE.

Esto demanda la puesta en marcha de una estrategia para un adecuado manejo de los RAEE que por un lado permita el aprovechamiento de los residuos a través de su valorización y la generación de ingresos sostenibles, fuentes de empleo y materias primas recicladas que pueden ser reutilizadas; y por otro lado, conlleva el desarrollo de acciones que fomenten la preservación del planeta y eviten su contaminación. Para alcanzar esto, la gestión de los RAEE debe ser vista como una responsabilidad conjunta que debe ser asumida por las autoridades de gobierno, los productores y fabricantes, los comercializadores, las personas consumidoras y las municipalidades. De ese modo, la gestión de los RAEE recae sobre quien los utiliza, tanto financiera como logísticamente, e implica la responsabilidad de disponer estos residuos por los canales adecuados y el deber de salvaguardar el medio ambiente y los recursos naturales.

Costa Rica, dispone de un marco normativo para la gestión de residuos, a diferencia de otros países en América Latina, donde carecen de regulación al

respecto. Desde el 2010 cuenta con su legislación y poco a poco han salido reglamentaciones, y esta se ha ido renovando paulatinamente.

En este sentido, existen reglamentos para todo tipo de residuos y desde el 2014 se establecen los reglamentos para declarar los equipos electrónicos dentro de una categoría intermedia como lo es la de manejo especial y se establece el principio de responsabilidad extendida del productor (REP) que recae sobre el fabricante o importador en el caso de nuestro país. Esto hace que sea responsable de buscar soluciones para gestionar adecuadamente los AEE.

La labor de la empresa GEEP y su experiencia en la gestión de RAEE

La empresa Global Electric Electronic Processing (GEEP) es una compañía canadiense que nació en 1980 en una ciudad de Ontario (Canadá). A inicios de la década de 1990 dicha empresa se expandió por todo el país y en el 2000 en los Estados Unidos. Desde 2008, GEEP abrió una división en Costa Rica con alcance en Centroamérica y Sudamérica.

La empresa está certificada bajo normas internacionales de calidad, ambiente, salud y seguridad ocupacional, así como con la R2 que es un estándar de Reciclado Responsable. A nivel local, la empresa cumple con lo establecido en la Ley para

la Gestión Integral de Residuos (Ley N°8839) y a partir de la misma, se encuentra registrada como un gestor autorizado de RAEE. Asimismo, con algunos de sus clientes conforma una Unidad de cumplimiento, contribuyendo de ese modo a la aplicación del principio de extendida del productor (REP) y siendo una de las unidades de cumplimiento más grandes del país.

La misión de la empresa consiste en eliminar el impacto ambiental de la tecnología electrónica a través de procesos innovadores de mejora continua con soluciones respetuosas con el ambiente, que eviten los envíos al relleno sanitario, a través de la gestión, reutilización y recuperación de forma segura de los equipos electrónicos.

No solo trabajamos con equipos electrónicos, sino también con aparatos eléctricos como los electrodomésticos y otro tipo de objetos como las lámparas fluorescentes y LED y los tres tipos de baterías (alcalinas, recargables y de ácido y plomo).

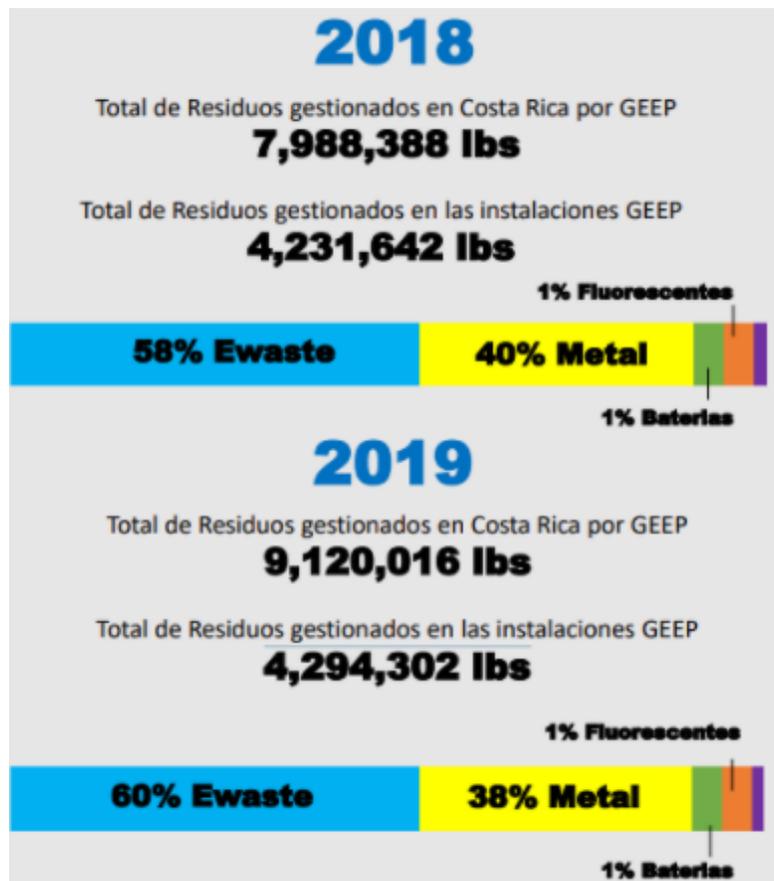
Las instalaciones físicas de la empresa están ubicadas en Cartago y disponen de un total de 3,200 m² de bodega y una capacidad máxima de almacenaje de 2,029,094 lbs, la cual a diciembre del 2020 estaba operando a un 30% de la capacidad de almacenaje.

La capacidad máxima de procesamiento de residuos es de 22,633,776 lbs, considerando el tamaño de las instalaciones físicas en el país.

En GEEP nos enfocamos en la prestación de dos tipos de servicios, que son: la gestión de residuos (que consiste en un desarme y clasificación de los materiales para proceder a convertirlos nuevamente en materias primas reutilizables) y el *servicio de gestión de activos* (que consiste en diagnosticar si el equipo tiene funcionalidad, reacondicionarlo y luego reinsertarlo).

El ciclo de gestión de RAEE en GEEP inicia con la recolección del equipo electrónico, para su posterior traslado y clasificación en las instalaciones de la empresa. Luego se exporta a la casa matriz de GEEP o a un destino específico y los materiales pasan por diferentes procesos (por ejemplo, la molienda, proceso de agua, refinación en el caso de las tarjetas de circuitos integrados).

Se estima que para el 2018 se gestionaron 4,231,642 lbs de residuos en las instalaciones de GEEP, del cual el 58% fueron RAEE. Para el 2019, se aumentó la cifra de residuos gestionados por la empresa a 4,294,302 lbs de residuos, de los que el 60% correspondió a RAEE.

Figura 13.1. Total y distribución de residuos gestionados por GEEP Costa Rica (2018-2019)

Fuente: Elaboración propia.

¿Qué son los RAEE?

Previo a entrar a hablar sobre los RAEE es necesario que primero se establezca la diferencia entre los desechos y los residuos. Ambas cuestiones conforman la basura, sin embargo, los desechos corresponden a los materiales que no pueden ser reciclados y que carecen de alguna utilidad o valor; mientras que los residuos se caracterizan por tener materiales que pueden ser valorizados, recuperados y volver a convertirse en materias primas.

A partir de esta distinción, en Costa Rica se ha determinado que por ley existen tres tipos de residuos: los ordinarios, que suelen ser generados en los hogares (como papel, plástico, aluminio), los peligrosos (explosivo, inflamable o corrosivo) y los residuos de manejo especial (como los equipos eléctricos y electrónicos). Estos últimos, por su composición, necesidades de transporte, almacenaje, volumen de generación, formas de uso o valor de recuperación, o por una combinación de esos, implican riesgos significativos a la salud y degra-

dación sistemática de la calidad del ecosistema.

Los RAEE tienen particularidades que los hacen residuos de manejo especial, porque poseen componentes ordinarios (que pueden ser recuperados y revalorizados), pero también cuenta con materiales tóxicos o peligrosos que requieren de un tratamiento especial. Su peligrosidad surge principalmente con la disposición, al final de la vida útil de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE).

Cuando no hay una gestión adecuada de estos residuos es muy probable que lleguen al relleno sanitario. En nuestro país esto significa que los residuos son enterrados y se espera a que con el tiempo estos se degraden. El problema de este procedimiento radica en el hecho de que el proceso de degradación suele durar mucho tiempo y en que si un residuo contiene sustancias tóxicas representa un alto riesgo de contaminación para el medio ambiente.

En ese sentido, los peligros asociados con los RAEE se encuentran en el tipo de componentes electrónicos que los integran. Al ser productos creados en procesos de manufactura que utilizan materiales como plomo y fósforo, estos poseen elementos tóxicos que si llegan a estar a un residuo sanitario, pueden llegar a contaminar el agua y la tierra.

Los peligros asociados a los RAEE, hay bastantes los componentes electrónicos es un proceso de manufactura en el que se utilizan ciertos materiales como en la soldadura que contiene plomo y fósforo. Hay elementos tóxicos presentes en los materiales y por ello es muy importante que no termine en un relleno sanitario ninguno de estos.

¿Cómo hacer una gestión óptima de los RAEE?

Entre los componentes necesarios para una gestión óptima de los RAEE se identifica el establecer centros de acopio, realizar labores de recolección y transporte/recepción, llevar a cabo un almacenamiento central o temporal, ejecutar la valorización (separar y clasificar), aplicar los procesos de recuperación y reciclaje, responsabilizarse por una disposición final segura (identificando los canales adecuados) y tener en cuenta la trazabilidad de los procesos.

La trazabilidad de los procesos es importante porque permite que las y los consumidores conozcan y tengan certeza sobre las acciones que realiza la empresa contratada cuando recupera los materiales revalorizables y como dispone de los que no son recuperables.

De la mano de estas acciones una gestión óptima también debe incluir esfuerzos para fomentar la efectiva concientización y sensibilización de la población. En ello

resulta indispensable que las personas interioricen el principio de jerarquización como un aspecto que debe ser aplicado en su vida cotidiana.

Figura 13.2. Principio de jerarquización de residuos



Fuente: Elaboración propia.

Incorporar este principio supone evitar el uso de equipos o materiales, a menos que sea indispensable (rechazar). En caso de que así sea, se debe procurar consumir dicho producto lo menos posible (reducir) y si esta condición no puede ser alcanzada, se debe tratar de reutilizarlo en la mayor medida posible durante su vida útil (reutilizar). Una vez que un aparato cualquier ha sido reutilizado al

máximo, se debe disponer de este y buscar su valorización a través de un ente autorizado que vele por su adecuado tratamiento y disposición.

El costo de gestionar los RAEE

Con respecto a los residuos siempre ha existido la pregunta de si se debe pagar o no por la gestión de los RAEE. A este res-

pecto debe señalarse que dicho manejo dependerá en gran medida de los elementos valorizables que estos residuos contengan. Una vez que finaliza la vida útil de estos aparatos, se realiza un balance. Si este resulta positivo se le reconoce al generador un costo por la gestión; mientras que si este es negativo se le debe cobrar.

El costo de gestionar adecuadamente un RAEE no sólo comprende el desarme del mismo, sino también asegurarse de que la entidad encargada de su disposición final cuente con los permisos y certificaciones asociadas y demás requisitos necesarios para llevar a cabo procesos internacionales de exportación cuando es requeridos. En consecuencia, el coste de gestionar depende de la cadena productiva que sea utilizada para recuperar o disponer los materiales de una forma segura.

Es importante señalar que existe una notable diferencia entre el reciclaje y la gestión de los RAEE. Por un lado, el reciclaje sólo comprende las acciones de valorización y tratamiento; mientras que la gestión incluye además de estas, la reutilización y disposición final de los residuos. Esto evidencia que en la gestión de los RAEE se busca asumir el costo de procesamiento de los residuos para su correcta disposición en el medio ambiente.

Oportunidades para la gestión de RAEE en Costa Rica

A nivel regional, Costa Rica es considerado como un ejemplo en cuanto a la legislación de RAEE que ha generado. Si bien es cierto dicho aspecto puede ser mejorado, esto le brinda al país la posibilidad de proyectarse como un país verde en el ámbito internacional. Esto puede ser utilizado como un atractivo para generar inversiones destinadas a la creación de tecnologías de reciclaje, que a la fecha es un nicho de negocio poco explorado en el país.

Junto con esto, se debe procurar promover una cultura de consumo responsable y buscar una mayor concientización, ya que, aún hay personas que desconocen la legislación sobre el tema, y se desconocen los peligros asociados al manejo inadecuado de los RAEE.

En lo anterior, pueden ser de gran utilidad el establecimiento de encadenamientos entre instituciones, asociaciones, municipalidades y empresas para el adecuado manejo de residuos y la conservación de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Este objetivo debe ser planteado a nivel societal y por ende, debe ser asumido como una responsabilidad que va más allá de las acciones que realicen las autoridades gu-

bernamentales o las empresas gestoras. Esto demanda visibilizar aún más la responsabilidad que poseen las personas consumidoras y comercializadoras, impulsando cambios en sus conductas y concientizándoles sobre la importancia de gestionar adecuadamente los RAEE.

También es necesario asegurar que por medio de la valorización se puedan generar ingresos sostenibles, como una forma de contrarrestar el alto índice de desempleo que tiene Costa Rica actualmente, y procurando establecer una economía acorde a nuestra imagen internacional.



LUIS MARÍN ROLDÁN

Licenciado en Finanzas y Candidato al Máster en Administración de Empresas del ITCR. Auditor certificado para las Normas ISO 9001, 14001 y 45001 por parte de la IQNeT. 17 años de experiencia profesional en el sector empresarial. 12 años de experiencia en el sector de gestión de residuos. 7 años de experiencia en mante-

nimiento y mejoramiento de sistemas internacionales de gestión. Actualmente gerente de cumplimiento y administrativo de la empresa internacional Global Electric Electronic Processing División Costa Rica, una empresa con operaciones en Canadá y Estados Unidos.

EL CUMPLIMIENTO DE LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR EN COSTA RICA

Pablo Hernández Casanova

Resumen

El artículo presenta la experiencia de la Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (ASEGIRE) en la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Para esto, se refiere a la historia y contexto en que la asociación fue creada, así como al desarrollo de ASEGIRE, diferenciando las distintas etapas a través de las cuales la asociación se consolidó como la primera Unidad de Cumplimiento de Costa Rica. Complementariamente, se describe el modelo de gestión de RAEE implementado por la asociación, junto con las ventajas ofrecidas por el mismo. El texto finaliza con una breve reflexión en torno a los retos y puntos de mejora que el país debe adoptar para fortalecer la gestión de RAEE dentro del sector productivo.

Palabras clave: RAEE, Gestión Integral, Responsabilidad Extendida del Productor, Unidad de Cumplimiento, asociación.

Introducción

Desde hace más de una década, Costa Rica ha dado importantes pasos para establecer un sistema de gestión de RAEE que permita el manejo responsable y adecuado de este tipo de residuos. Las primeras gestiones en este ámbito comenzaron en el 2003 con la ejecución del Proyecto Bilateral Costa Rica-Holanda, que permitió la construcción de alianzas estratégicas entre diferentes sectores y el desarrollo de un diagnóstico para identificar a los actores clave que

posteriormente integrarían el sistema de gestión integral de RAEE en el país.

Un año después, se creó un Comité Técnico Nacional y se inició con un trabajo intersectorial e interdisciplinario para la formulación de una Estrategia Nacional en RAEE. Las alianzas creadas durante dicho período contribuyeron a consolidar un consenso sobre la visión país que se desea generar para la gestión de los RAEE. De la mano de esto, del 2004 al 2008 se dio un proceso de adaptación

del concepto de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) a la realidad nacional y se decidió que la figura de las Unidades de Cumplimiento sería uno de los mecanismos para lograr el manejo adecuado de los RAEE por parte de las empresas importadoras, comercializadores y distribuidoras de AEE. En este contexto, las empresas COCOCO, Electrónica Daytron, Epson, GBM, Grupo CESA, Grupo Monge, INTCOMEX, Panasonic, Ricoh y Grupo Sasso, con el apoyo de la Cámara de Industrias de Costa Rica (CICR), la cooperación holandesa y alemana, fundaron la Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (ASEGIRE) en el 2009. La asociación fue realizada con el fin de establecer una Unidad de Cumplimiento, cuya responsabilidad principal sería la de velar que los generadores de RAEE, aplicaran y cumplieran con la regulación

nacional en materia de gestión de RAEE. Es así como ASEGIRE se convirtió en la primera Unidad de Cumplimiento del país, siendo la más grande de estas a la fecha. Actualmente, aglutina a 87 empresas y no sólo se limita a trabajar con el sector importador y/o productor de AEE, sino que se cuenta con empresas de otras ramas productivas que se ven atraídas por el modelo de gestión de la asociación.

Etapas y desarrollo de ASEGIRE

Después de la constitución de ASEGIRE se debió trabajar en la sostenibilidad del modelo de la asociación de modo tal que esta funcionara como una instancia autosostenible en el tiempo. Bajo este principio y a partir de las experiencias que se tienen de ASEGIRE hasta la fecha, se considera que la asociación se ha desarrollado a través de etapas distintas: aprendizaje (2010-2013), crecimiento (2014-2016) y consolidación (2017-2020).

Figura 14.1. Desarrollo de ASEGIRE 2010-2020

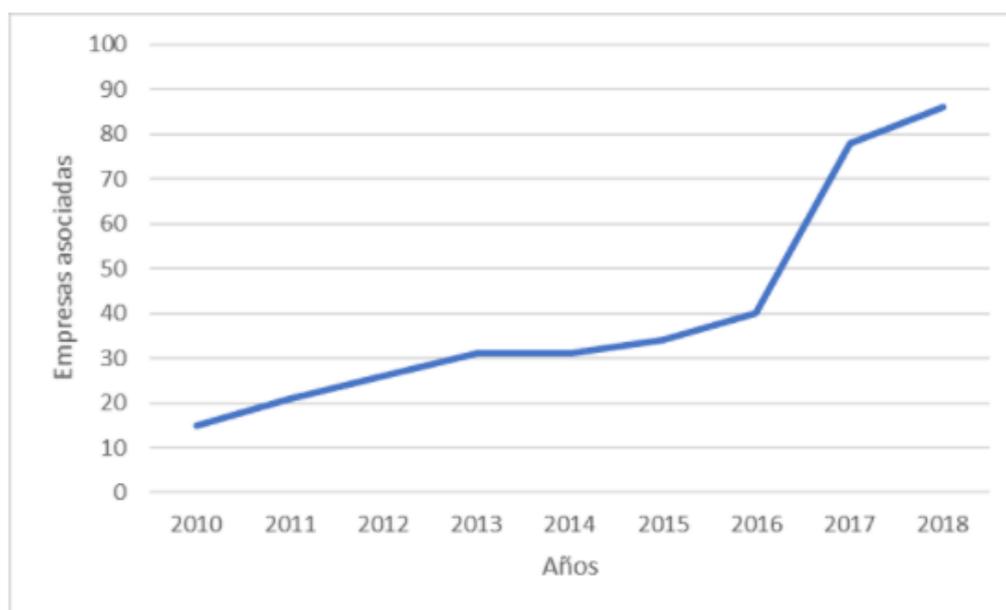


Fuente: Elaboración propia.

En la fase de aprendizaje, el liderazgo y apoyo financiero (principalmente mediante donaciones) de las empresas fundadoras permitió la operación de la asociación y sirvió para establecer los cimientos de la misma. Durante este período la asociación debió enfrentarse a un contexto en el que la industria del reciclaje y de la gestión de RAEE eran actividades incipientes en el país, y esto le llevó a definir la imagen de ASEGIRE, los servicios que prestaría y a trabajar en su sostenibilidad. En la fase de crecimiento, la asociación continuó realizando esfuerzos muy significativos

para asegurar su sostenibilidad. Para ello, la Junta Directiva en conjunto con el equipo de trabajo operacional de ASEGIRE, decidieron volver más accesible el costo de membresía de la asociación. Con ello, no sólo se buscaba hacer a la asociación más inclusiva, sino también bajar los costes para las empresas que ya estaban integradas en ASEGIRE. Esto facilitó la incorporación de más empresas e ir reduciendo el costo de la membresía paulatina y a la fecha, ha servido para atraer a empresas medianas y pymes a la asociación.

Figura 14.2. Crecimiento de empresas asociadas de ASEGIRE 2010-2018



Fuente: Elaboración propia.

Con el crecimiento en el número de empresas asociadas, la asociación logró consolidarse como *Unidad de Cumplimiento*, incrementar la cantidad de asociados y asegurar volúmenes de RAEE más grandes, lo que se traduce en meno-

res costos de gestión para las empresas. Gracias a esto, se ha logrado trabajando de forma muy cercana con los gestores, se han ganado eficiencias en la cadena y se incrementado el volumen de gestión.

¿Cómo funciona el concepto de REP en el modelo de ASEGIRE?

El sistema de gestión de RAEE que ofrece ASEGIRE funciona del siguiente modo. Cuando una empresa desea integrarse a la asociación, ASEGIRE le solicita al Minis-

terio de Salud (MS) que autorice su incorporación. Una vez que el MS brinda el aval, ASEGIRE procede a realizar las respectivas modificaciones con respecto a las metas de recuperación y los volúmenes de importación.

Figura 14.3. Proceso de gestión de residuos de ASEGIRE



Fuente: Elaboración propia.

Durante la logística de residuos, las empresas asociadas contactan al personal de la asociación mediante correo electrónico, teléfono y/o Whatsapp. Después de informar el tipo de residuos que tienen para disposición, ASEGIRE solicita una descripción de los residuos ya que dicha información sirva para determinar a los gestores que serán enviados a recoger los diversos materiales.

Cada gestor es seleccionado con base al tipo de residuos, pero también a las autorizaciones con las que cuenten los distintos gestores. Con ello se asegura que con los parámetros y lineamientos establecidos en la normativa de gestión de RAEE. Luego de que se selecciona a los gestores, ASEGIRE se encarga de coordinar las fechas, horas y demás aspectos logísticos requeridos para la recogida y tratamiento de los residuos por parte de los gestores. Este esquema de trabajo resulta ventajoso para las empresas asociadas pues no deben preocuparse por la gestión de RAEE y en su lugar pueden concentrar sus operaciones en su giro de negocio.

El éxito de este modelo ha hecho muy atractiva la figura de las unidades de cumplimiento, siendo que al 2020 se contaba 22 instancias de esta índole y 129 importadores, según Preal.

Conclusiones

Para las empresas, el pertenecer a una Unidad de Cumplimiento o constituir la propia, resulta sumamente ventajoso desde un punto de vista conciencia ambiental y de la promoción de la salud público, ya que permite que puedan consolidar una imagen ambiental y sosteniblemente amigable.

Además, entre los beneficios de los procesos de la gestión de residuos encontramos la existencia de una administración en la gestión de RAEE, la mejora de precios por gestión, la garantía de un manejo seguro a destino cierto y el cumplimiento legal respectivo.

Sin embargo, se necesita una labor de divulgación mayor para que las y los consumidores tengan conocimiento de qué hacer con sus residuos eléctricos y electrónicos, ya que no se conocen los canales para llevar a cabo esa parte de la responsabilidad compartida. Aún faltan muchas empresas por apegarse a la legislación y tomar responsabilidad de la gestión de residuos que generan, y falta elaborar metas de recuperación obligatorias por parte del gobierno y fortalecer la parte de regulación.



PABLO HERNÁNDEZ CASANOVA

Director Ejecutivo de la Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de RAEE desde el 2014 hasta la actualidad. Es presidente del Museo Histórico Cultural Juan Santamaría desde el 2016 hasta la actualidad. También se ha desempeñado como asesor del Viceministerio de Agua y

Mares, gerente de finanzas RADA/APM Terminals, ejecutivo de Banca Global del Banco HSBC y Gerente de Contabilidad del Common Wealth Bank en los Estados Unidos. El señor Hernández cuenta con un bachillerato y un MBA en Finanzas.

GESTIÓN DE RAEE: EXPERIENCIA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

*Kathia Elizondo Orozco y
Gerlin Salazar Vargas.*

Resumen

La Universidad de Costa Rica (UCR) desarrolla distintas estrategias para la gestión de sus residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), con el fin de mitigar el impacto ambiental de su quehacer. Estas estrategias incluyen la generación de lineamientos, circulares y reglamentos con el fin que la comunidad universitaria de todas sus sedes y recintos se informe sobre los procedimientos para el almacenamiento y disposición final adecuada de estos residuos. Asimismo, se firmó un convenio con un gestor autorizado con el objetivo que, además de la disposición adecuada, la gestión de estos residuos conlleve el beneficio económico para ambas partes, con un enfoque ganar-ganar. Este proceso se acompaña de actividades de sensibilización e información a la comunidad universitaria.

A la fecha, existen retos en cuanto a mejorar la gestión de los RAEE, así como incorporar criterios de responsabilidad extendida del productor como ejemplo de compras sustentables. Estas buenas prácticas son compartidas en la Red de Instituciones Educativas Sostenibles (Redies), desde donde una evaluación dirigida por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt) evidencia un compromiso con la gestión responsable de este tipo de residuos por parte de las instituciones adheridas que completaron la evaluación.

Palabras clave: gestión de residuos, RAEE, gestión institucional, PGAI, convenio.

Introducción

En la actualidad, el uso de equipos de tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) es creciente, en consecuencia, hay una cantidad creciente de equipos que se convierten en residuos

después de su uso. Este crecimiento se espera que se acelere, ya que la vida útil del equipo disminuye con el tiempo y el consumo en aumento. Como resultado, los desechos electrónicos son uno de los flujos de desechos de más rápido crecimiento. La Universidad de Naciones

Unidas (UNU) calcula en su segundo Monitor de Desechos Electrónicos Global, que en el 2016 se generaron 44,7 millones de toneladas métricas (Mt) de desechos electrónicos globalmente (Forti, Baldé, & Kuehr, 2018). En Costa Rica, el tema de residuos tiene un marco de gestión bastante robusto, donde se cuenta con la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021 (Ministerio de Salud, 2019), así como el Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021 y la Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR) 2016 - 2021 (Ministerio de Salud, 2016).

En cuanto al marco legal, el país posee, desde 2010, la Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos (Ley 8839, 2010) cuyo objetivo es regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación. Dentro de la reglamentación específica para residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) se tiene el Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (Decreto Ejecutivo 35933, 2010) y la “Guía Técnica para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos y Eléctricos”, declarada de interés público y nacional mediante el acuerdo DM-CB-8016-2016.

Un instrumento establecido desde la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley 8839, 2010) es el Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI), el cual es un instrumento de planificación que parte de un diagnóstico institucional, considerando los aspectos ambientales relacionados a la organización. Este permite priorizar y establecer medidas de prevención, mitigación o compensación a corto, mediano o largo plazo. Como parte de este plan se encuentran las acciones que se deben desarrollar en el tema de residuos, incluyendo los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Normativa ambiental institucional

La legislación ambiental descrita aplica para todo generador en el territorio nacional, por lo cual la Universidad no se exime del acatamiento de esta.

Desde el Consejo Universitario (CU), máxima autoridad universitaria, se ha integrado la temática ambiental dentro de las políticas institucionales desde el año 1993. Fue en el año 2016 que se generaron las políticas específicas 7.4 Compromiso con la sostenibilidad ambiental, seguido por las políticas 2021-2025 Eje X. Compromiso ambiental que expone un objetivo explícito hacia el fortalecimiento de la estrategia institucional de gestión integral de residuos (Consejo Universitario, 2020).

Estas directrices son llevadas a la práctica por medio de emisión de lineamientos ambientales a través de circulares, prohibiciones o reglamentos emitidos por la Vicerrectoría de Administración, con lo cual se tienen instrumentos de ordenanza y de carácter obligatorio para la población universitaria.

Por ejemplo, en materia de compras sustentables, se han modificado los estándares de adquisición de proyectores multimedia para que en sus características no se incluyan proyectores con lámparas de alta presión de mercurio, en evidencia de cumplimiento de los alcances del Convenio de Minamata.

Otros lineamientos ambientales incluyen la atención de: fluorescentes, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, cartuchos vacíos de tintas y tóner y tintas caducas, pilas secas y baterías ácido-plomo (UPS). Para el caso de los aparatos eléctricos y electrónicos, uno de los lineamientos aplicables es el Reglamento para la administración y control de los bienes institucionales de la Universidad de Costa Rica (Consejo Universitario, 2011). En este reglamento se define como un bien institucional aquellos relacionados con propiedad, planta y equipo que la Universidad tiene para uso y funcionamiento en operación normal y cuya vida útil supera un año.

Específicamente, el capítulo VI-Reparación, traslado y desecho de bienes institucionales describe los procesos de revisión técnica de bienes; el control, traslado y desecho de los bienes en desuso; reubicación de bienes y procedimiento para desecho de bienes institucionales, así como el manejo de inventarios. Este capítulo es la base para emitir la circular que definirá el procedimiento para el manejo y almacenamiento adecuados de residuos aparatos eléctricos y electrónicos. La circular contendrá la clasificación de los RAEE, manipulación apropiada, almacenamiento temporal y disposición adecuada. Se amplía el alcance pues se incluye tanto los activos fijos descritos como bienes institucionales, así como aquellos artículos periféricos que no son activos fijos, pero que clasifican dentro de RAEE.

Asimismo, se incluyen cartuchos vacíos de tintas y tóner, pilas secas y baterías ácido-plomo, siendo que estos se utilizan para la operación de algunos de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE); por lo cual al desechar los AEE, los usuarios no saben que se puede hacer con esos insumos e igual sucede mientras los equipos están en uso.

Por otro lado, se dispone de lineamientos específicos para el manejo de fluorescentes, por medio de un instructivo de desecho de fluorescentes

(2014) y su circular (2015), dada la peligrosidad para el ambiente y la salud humana. Este instructivo establece el sistema de manejo de lámparas fluorescentes de desecho de manera que se garantice el almacenamiento, recolección, transportes y disposición final adecuada por medio de la Oficina de Servicios Generales.

Gestión Institucional

La Institución dispone del Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI), en el cual uno de sus componentes es la gestión de residuos, incluyendo los de aparatos eléctricos y electrónicos. Según se indicó en el apartado anterior, a partir del reglamento y circulares vigentes los residuos llegan a una bodega de almacenamiento temporal disponible en la Oficina de Servicios Generales (OSG), ubicada en la Ciudad Universitaria Rodrigo Facio.

Durante años, la gestión de RAEE consistió en la disposición con un gestor autorizado por medio de un pago directo, en donde se entregaban los residuos al gestor una vez se agotará el espacio la bodega de almacenamiento temporal. Al ser un gestor autorizado, el mismo se encargaba de las acciones de tratamiento y disposición final de manera responsable. Esta gestión implicaba un costo económico, el cual fue asumido por la Universidad como un costo por servicio gestionado a través de la OSG. En el año 2018, se firmó un convenio de colabora-

ción en materia ambiental y reciclaje entre el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la UCR, ambas instituciones públicas de educación superior. Este tiene como objetivo mejorar las condiciones de recepción y costos asociados al tratamiento y disposición de residuos eléctricos, electrónicos, y otros tipos de residuos como cartuchos de tóner, chatarra y muebles de metal.

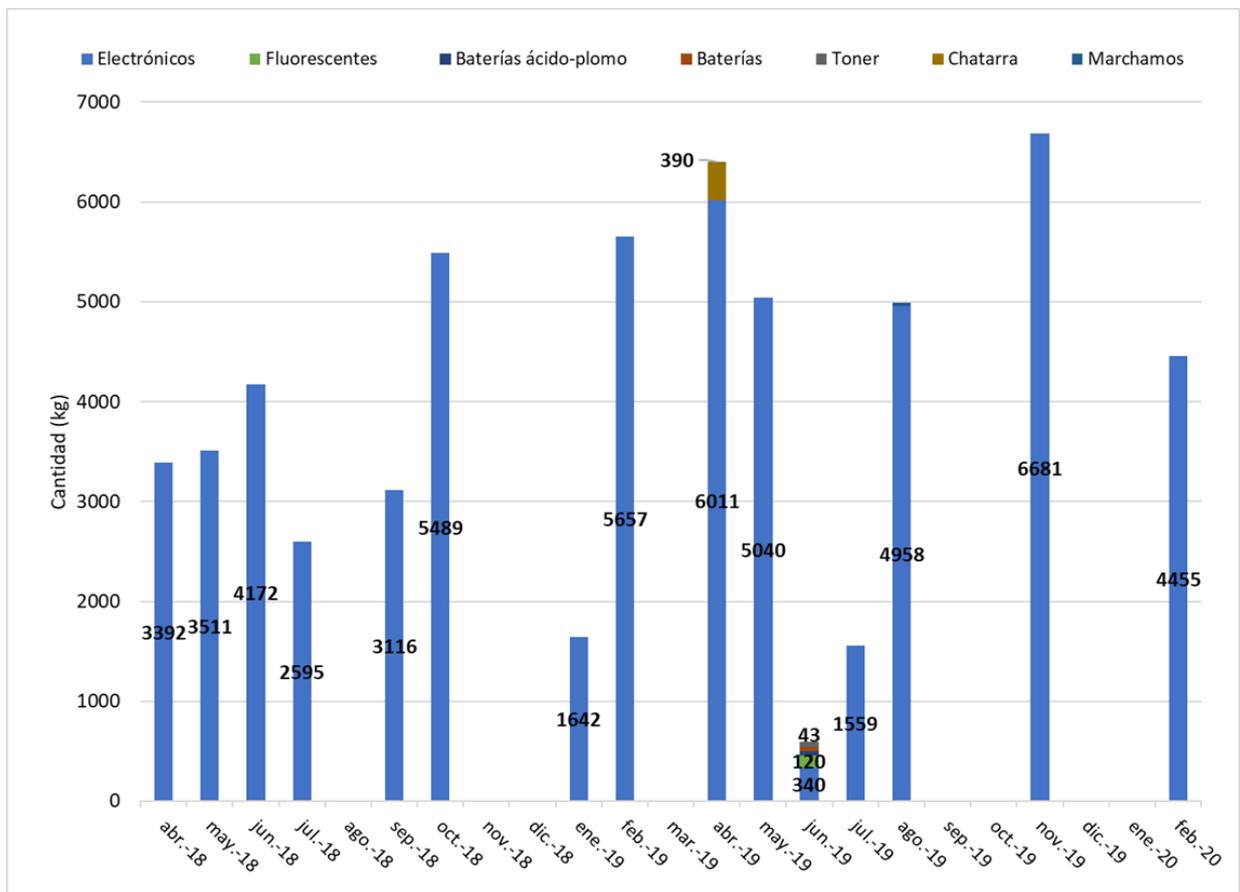
El encargado de la gestión es el Centro de Transformación y Transferencia de Materiales (CTTM), que es un gestor autorizado ante el Ministerio de Salud. Otro de los beneficios de la firma del convenio es que se mejora el proceso de trazabilidad y sistematización de la información, al incluir a la UGA en el proceso de reporte. En dicho convenio se negoció un punto de equilibrio en cuanto al costo del tratamiento y el pago por el servicio de algunos de los residuos que requieren tratamiento y la donación de otros residuos mencionados; de manera que, el efecto final de las gestiones sea ganar-ganar para ambas instituciones. Este convenio fue firmado de nuevo en el año 2020, con una vigencia de 3 años prorrogable por periodos iguales.

Desde 2018 a febrero 2020 se han gestionado un total de 59 303 kg de residuos, que incluye: eléctricos y electrónicos, fluorescentes, baterías ácido-plomo, baterías, tóner, chatarra y marchamos. En ocasiones, dentro de lo entregado se ha recuperado material que

se puede reciclar. Para el periodo mencionado se suman 120 kg. En la figura 15.1 es posible observar las cantidades por mes que se entregaron al CTTM. Como se observa, el comportamiento no es uniforme pues las unidades gestionan sus residuos según sus necesidades de espacio o cambio de equipamiento, es

mún que este tipo de residuo se almacene temporalmente por parte de las unidades. En la bodega de OSG se acopian hasta lograr la cantidad requerida para coordinar el traslado, razón por la cual hay meses en los que no se entregan residuos, lo que se refleja en el gráfico con valor de cero.

Figura 15.1. Residuos gestionados por mes en CTTM (TEC) -en kilogramos-



Fuente: Unidad de Gestión Ambiental (UGA), 2020.

Previo a la definición del convenio, la Institución canceló \$14.977,00 durante el año 2016 y \$ 13.117,00 en el 2017 en los servicios correspondientes a la gestión de RAEE y fluorescentes. Como resultado del convenio, esos montos se redujeron, en 2018 no se canceló ningún monto y en

2019 a \$941,00, porque se gestionaron residuos que requerían tratamiento. Como resultado del enfoque de ganar-ganar del convenio, se obtuvo un beneficio en las finanzas públicas de la Universidad, sin que ello comprometa la gestión adecuada de los residuos. De la

misma forma, el gestor ve fortalecido su giro de negocio, pues representa a una institución sin fines de lucro, pero que debe mantenerse solvente en el mercado, y finalmente se favorecen las colaboraciones entre instituciones de educación superior públicas. Por otro lado, se disponen de otros gestores autorizados adicionales a este convenio, con el fin de atender otros flujos de residuos tales como: fluorescentes, pilas y baterías. Este servicio tiene un costo que es asumido por la Institución, el cual depende del mercado al momento del pago.

Además, como parte del compromiso institucional con la comunidad nacional y como ejemplo de acciones de proyección, se han organizado Campañas de Recolección de Residuos en la Sede

Rodrigo Facio con el fin de poner al alcance de las personas un mecanismo de disposición adecuada y sin costo alguno para ellos, pues el costo de la gestión lo ha asumido la Universidad. Estas actividades se organizan entre varias instancias institucionales, con el apoyo de estudiantes inclusive.

En estas campañas se recolectan residuos valorizables ordinarios, fármacos vencidos, eléctricos y electrónicos, pilas, baterías, fluorescentes. Lo anterior con el apoyo de los gestores autorizados y la Municipalidad de Montes de Oca. En la campaña organizada en el año 2019 se recolectaron: 95 kg de baterías, 222 kg de fluorescentes y 646 kg de residuos eléctricos y electrónicos.

Figura 15.2. Afiche de campaña de recolección de residuos 2019

Campaña de recolección de residuos

✓ Se recibirá únicamente **residuos limpios y secos** de las siguientes categorías:

- Aluminio
- Hojalata
- Pilas
- Baterías
- Papel
- Revistas
- Papel periódico
- Cartón
- Tetrapack
- Electrónicos
- Eléctricos
- Plástico (# 1, 2, 4 y 5)
- Envases de vidrio (ámbar, verde y transparente)
- Toner
- Tintas
- Medicamentos
- Cosméticos
- Fluorescentes
- Bombillos compactos
- Aceite quemado de cocina
- Empaques metalizados.

✗ No se recibirá:

- Refrigeradoras
- Aires acondicionados
- Aceites automotores
- Residuos químicos
- Papel: para fax, adhesivo, encerado, higiénico, aluminio y carbón.

UCR UGA Unidad de Gestión Ambiental PL Programa de Liderazgo TCU-768 Promoción del Empeñamiento Saludable TCU-500 Promoción y Gestión de Salud Ambiental

Fuente: Unidad de Gestión Ambiental (UGA), 2020.

Los ejercicios de separación y valorización de residuos se complementan con el programa de educación y sensibilización ambiental de UGA, en donde se ha realizado el esfuerzo por alcanzar a la diversidad de la población universitaria por medio de charlas, talleres, el reconocimiento Galardón Ambiental y durante el año 2020 con la mención de Hogares Sostenibles.

Retos y oportunidades en la UCR

Si bien es cierto, la Institución ha realizado esfuerzos en aras de cumplir con la legislación nacional en el tema de los RAEE; aún enfrentan retos y se tienen oportunidades de mejora para la gestión que se realiza.

Uno de los retos es fortalecer la gestión de cartuchos vacíos de tintas y tóner y tintas caducas, pilas secas y baterías ácido-plomo (UPS) y mejorar la gestión de los RAEE que no clasifican como activos. Este tipo de consumibles son de alto uso en la Universidad, lo que lleva a que la producción de los residuos asociados sea muy frecuente. No obstante, la logística de recolección es compleja, ya que por unidad usuaria es poco material y, por otro lado, no existen espacios apropiados para acopiar estos materiales en grandes cantidades a nivel institucional. Por lo cual, lo que se busca es que las unidades los separen y acopien temporalmente mientras tienen una cantidad significativa

para ser entregados en las campañas de recolección.

En esa misma línea, desarrollar más campañas de recolección es otro reto, pues a la fecha se realiza una al año, que ha tenido muy buena acogida por la comunidad externa, y algunas unidades a nivel interno. Este tipo de espacios para la recolección de RAEE son necesarios para la población en general, y permitiría a la Universidad recolectar los residuos mencionados en el párrafo anterior que las unidades tienen acopiados.

Una oportunidad de mejora que se tiene es incorporar la responsabilidad extendida del productor (REP) en los pliegos cartelarios que así lo permitan. En Costa Rica, la Ley 8839 Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley 8839, 2010), establece este principio, y define el término “productor” como el que incorpora importadores y distribuidores de los productos en el país cuando éstos no son de fabricación nacional, por lo cual, desde las contrataciones se puede establecer que quienes vendan aparatos eléctricos y electrónicos a la Institución, deban realizar su recogida y gestión apropiada una vez finalizada la vida útil de estos.

Evaluación de la gestión en centros de educación superior en red universitaria

En el año 2019, la Universidad participó

del estudio “Estado de la gestión integral de los residuos eléctricos y electrónicos en los centros de educación superior. Período 2014-2018”, coordinado desde el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT).

El MICITT aplicó una herramienta para recolectar información referente a la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a la Red Costarricense de Instituciones Educativas Sostenibles (REDIES), de la cual la UCR es miembro activo junto con otros 17 centros de educación superior públicos y privados, que en total albergan a más de 250 000 estudiantes.

Este estudio reveló que un 78% de los participantes realizaron la gestión de sus RAEE con gestores autorizados por el Ministerio de Salud y no con las figuras de unidades de cumplimiento. Asimismo, ninguna institución señaló haber hecho efectiva la responsabilidad extendida del productor. Un 56% de las instituciones realizan donaciones si el aparato aún tiene vida útil o se venden como artículos de segunda mano. Hay una inclinación hacia reemplazar los AEE en lugar de su reparación, pues la última acción representa costos elevados, a pesar de que está presente la práctica de dismantelar para repuestos. El 50% de las instituciones gestionan más de 50 aparatos al año, y la frecuencia con la que

se cambiaron aparatos como laptops, computadoras de escritorio, routers para Wi-Fi, impresoras, microondas, grandes electrodomésticos, cocinas y televisores es de 5 años (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Comunicaciones, [Micitt], 2020).

Estos resultados evidencian el compromiso de las instituciones de educación superior en brindar la disposición adecuada a este tipo de residuos, y plantea un escenario de mejora por medio de la cooperación interuniversitaria tanto en la sensibilización y sistematización de información para mantener la gestión apropiada.

Referencias

Consejo Universitario. (2011). Reglamento para la Administración y Control de los Bienes Institucionales de la Universidad de Costa Rica. Obtenido de <https://www.cu.ucr.ac.cr/normativa/administrativa.html>

Consejo Universitario. (2020). Políticas Institucionales 2021-2025. Obtenido de https://www.cu.ucr.ac.cr/uploads/tx_ucruniversitycouncildatabases/normative/politicas_institucionales_2021-2025.pdf

Decreto Ejecutivo 35933. (Mayo de 2010). Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos. San José: La Gaceta No. 86 del 5 de mayo del 2010.

Forti, V., Baldé, C., & Kuehr, R. (2018). E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators, second edition. Bonn, Germany: United Nations University, ViE – SCYCLE.

Ley 8839. (2010). Ley para la Gestión Integral de Residuos. La Gaceta 135 del 13 de julio de 2010.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Comunicaciones. (2020). Estado de la gestión integral de los residuos eléctricos y electrónicos en los centros de educación superior. Período 2014-2018. San José, Costa Rica: Viceministerio de Telecomunicaciones.

Ministerio de Salud. (Mayo de 2019). Ministerio de Salud. Obtenido de Políticas | Planes | Estrategias: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/sobre-ministerio/politicas-planes-estrategias>.

Ministerio de Salud, Costa Rica. (2016). Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR). 2016 - 2021. San José.



GERLIN SALAZAR VARGAS

Gestora Ambiental de la Universidad, desde la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) de la Vicerrectoría de Administración, responsable de monitoreo de variables ambientales significativas, programa de gestión ambiental institucional, implementación de compras sustentables y experiencia en gestión ambiental en procesos de construcción. Licenciada en Ingeniería Industrial-UCR y máster en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de la producción-TEC. Regente Ambiental en SETENA, auditora de ISO 14001.

Representa a la UGA en las comisiones institucionales de Compras Sustentables, Comisión Institucional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, y a la Universidad en la Red Costarricense de Instituciones Educativas Sostenibles (REDIES). Ha participado en la Red Iberoamericana en gestión y aprovechamiento de residuos (REDISA) desde el análisis de aspectos de educación ambiental para la gestión de residuos.



KATHIA ELIZONDO OROZCO

Ingeniera química, graduada de la Universidad de Costa Rica. Magíster Scientae en Gestión y Auditorías Ambientales de la Universidad Internacional Iberoamericana de Puerto Rico. Cuenta con dos especializaciones en Ingeniería Ambiental, una con énfasis en valorización energética de residuos y otra con énfasis en tratamiento de residuos, ambas de la Universidad Internacional Iberoamericana de Puerto Rico. Tiene más de 13 años de experiencia docente, tanto

en educación formal universitaria, como en cursos de extensión docente y educación no formal en comunidades y otros grupos meta. Además, cuenta con una amplia trayectoria en gestión ambiental y en el desarrollo de proyectos ambientales. Ha sido consultora y experta técnica en residuos sólidos en proyectos de alcance nacional y actualmente, se desempeña como Gestora Ambiental en la Unidad de Gestión Ambiental de la Universidad de Costa Rica.

GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL, DONACIÓN, VENTA, DISPOSICIÓN FINAL

Julián Rojas Vargas

Resumen

Existen múltiples factores que distinguen a la Universidad Nacional (UNA) a nivel ambiental: 1) presenta una política ambiental aprobada desde el 2003, 2) cuenta con un Centro de Acopio Institucional UNA Campus Sostenible (CAI-UNA CS) y 3) posee un Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI). Con respecto a la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), su desarrollo en el Centro de Acopio Institucional se dio a partir del año 2011, ya que anteriormente se encargaba otras instancias. Para esta gestión la UNA implementó una normativa que incluye “Políticas Institucionales del Sistema de Gestión del Activo Fijo” y el “Reglamento al Sistema de Gestión de Activo Fijo”. La composición de residuos electrónicos valorizables ha variado a través de los años y estas fluctuaciones se han registrado con valores máximos de hasta un 18% del total de los residuos recuperados.

Palabras clave: gestión integral, electrónicos, eléctricos, economía circular, activo.

Introducción

La Universidad Nacional (UNA) como ente de educación superior, ha adquirido un compromiso social y ambiental con los campus universitarios y las comunidades de influencia directa. Sus programas y estrategias han sensibilizado a la comunidad universitaria acerca de la importancia de implementar acciones en busca de la sustentabilidad. Los diferentes galardones recibidos como

Bandera Azul Ecológica y el Guayacán Real (del Ministerio de Ambiente y Energía), así como la declaratoria de la UNA por la Madre Tierra en el 2016, y la transversalidad del tema ambiental en muchos programas de estudio, muestran dicho compromiso en el quehacer universitario, siendo un ejemplo a nivel nacional (Rojas & Fernández, 2017). Existen múltiples factores que distinguen a la UNA a nivel ambiental:

1) presenta una política ambiental aprobada desde el 2003, 2) cuenta con un Centro de Acopio Institucional-UNA Campus Sostenible (CAI-UNA CS) y 3) posee un Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI) (Rojas & Fernández, 2018). Dichos esfuerzos han logrado reducir los impactos ambientales y han potenciado una imagen positiva a la comunidad universitaria, las distintas sedes y las comunidades vecinas. De este modo, desde el 2007 se inició el manejo integral de residuos valorizables por parte del CAI-UNA CS, con la implementación y el seguimiento del Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos, así como con la participación de la población estudiantil y funcionarios (Rojas y Bogantes 2018).

Es importante conocer y gestionar apropiadamente los residuos provenientes de productos electrónicos y eléctricos, particularmente porque en la actualidad existe un constante crecimiento aparatos como computadoras, celulares, impresoras. Adicionalmente, su gestión requiere especial atención por la naturaleza tóxica de sus residuos, que además de contaminar el ambiente, puede llegar a un organismo y bioacumularse (Araya *et al.*, 2007).

La gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el Centro de Acopio Institucional dio inicio en el 2011, pues anteriormente otras instancias se encargaban de dicho manejo. Para la gestión de este tipo de residuos la UNA implementó una normativa especial que incluye las “Políticas Institucionales del Sistema de Gestión del Activo Fijo” y el “Reglamento al Sistema de Gestión de Activo Fijo” (figura 16.1). Esta regulación determinó que los activos desechados por la institución fueran gestionados por el Programa Técnico-Asesor en Arquitectura e Ingeniería (Prodemi).

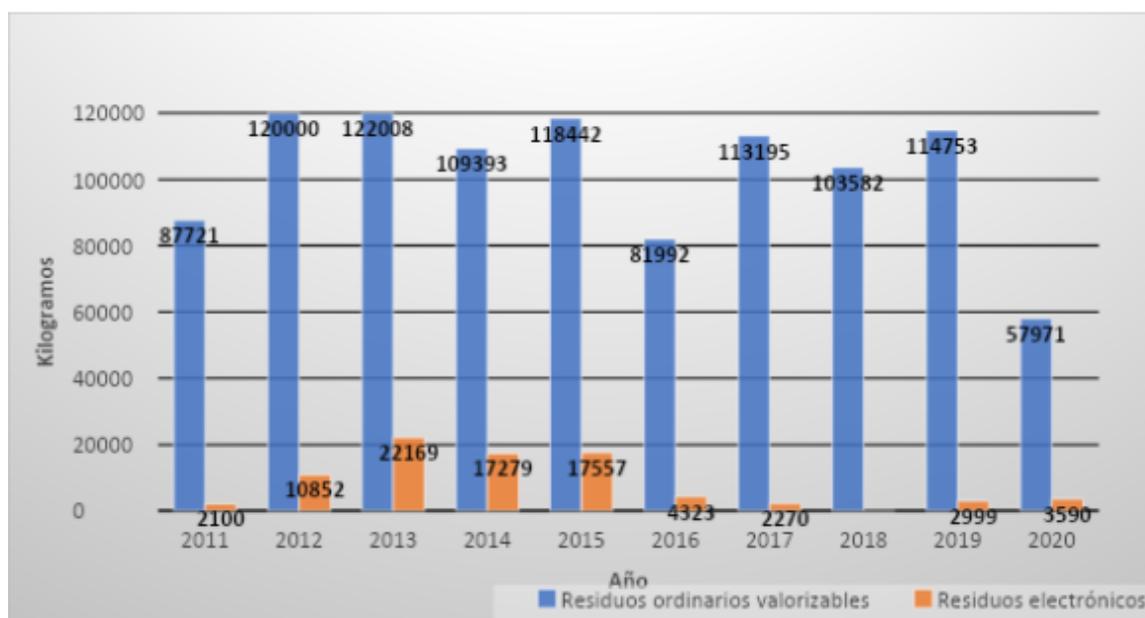
Para ello, se estableció la necesidad de brindar un pago para la gestión, mientras que UNA Campus Sostenible, se encargaría de la venta o donación de los residuos, evitando con ello la acumulación y buscando la revalorización de estos residuos (Rojas y Fernández, 2018).

Figura 16.1. Diagrama sobre el Sistema de Gestión de Activo Fijo

Fuente: Elaboración propia

El principal objetivo del Sistema de Gestión de Activo Fijo es equilibrar el control junto con la agilidad y eficiencia, además de proveer una organización articulada, sistémica, integral, responsable y eficiente en la gestión de los activos fijos. También pretende asignar competencias y responsabilidades

con el fin de fortalecer el ambiente y las actividades de control del “ciclo de vida”. En el periodo 2011 al 2020 se han gestionado aproximadamente unas 83 toneladas (Figura 16.2) representando un 7,5 % del total de los residuos valorizados (Figura 16.3).

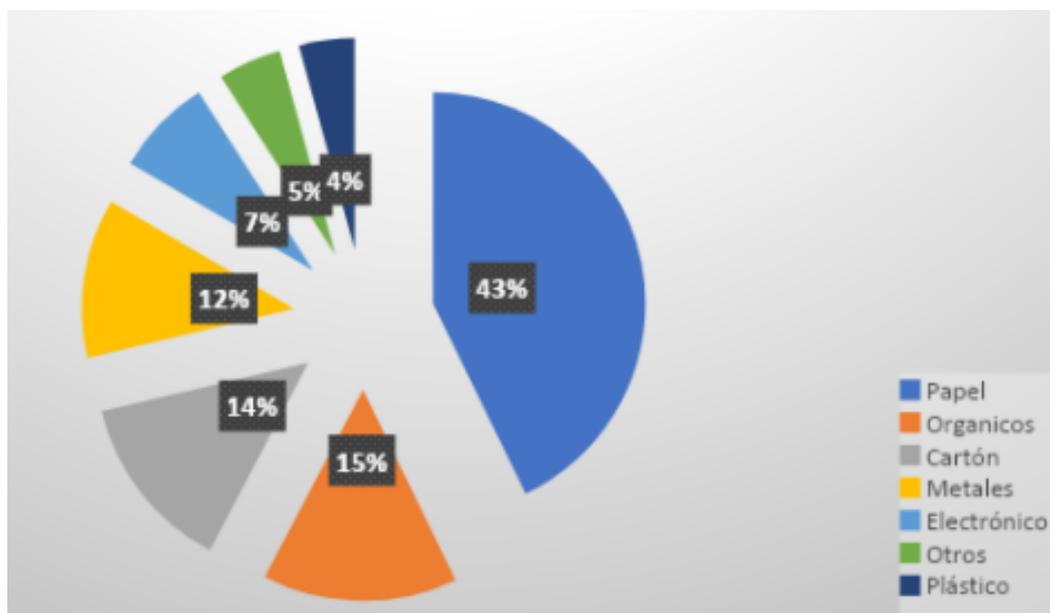
Figura 16.2. Secuencia de manejo y disposición de residuos electrónicos

Fuente: Elaboración propia

La composición de residuos electrónicos valorizables ha variado a través de los años (Figura 16.3) registrando valores máximos de hasta un 18% del total de los residuos recuperados principalmente por una acumulación de residuos acontecida durante varios años debido a la legisla-

ción aprobada en el 2010. Esto obligó a esperar a la contratación de un proveedor que cumpliera con los requisitos establecidos en la nueva normativa y, ante los cambios legales se tuvo que reclasificar los RAEE.

Figura 16.3. Secuencia de manejo y disposición de residuos electrónicos



Fuente: Elaboración propia.

De igual modo, a partir del 2014-2015 el mercado internacional fluctuó los precios hacia la baja (Rojas y Fernández 2017) lo que dificultó la gestión ya que los residuos que antes eran pagados pasaron a presentar un costo de gestión y los que seguían siendo pagados bajaron de precio.

La gestión de RAEE contribuye con la implementación de los objetivos de Desarrollo Sostenible

Se considera que la gestión de RAEE es un

proceso que está directamente relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) ya que las actividades vinculadas al manejo de estos residuos generan un impacto que contribuye al alcance de los mismos. Dicho efecto, resulta más evidente en los ODS 3, 8, 11, 12 y 13. En relación con el **ODS 3** que pretende **garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades**, incluye acciones para garantizar una vida saludable y promover el bienestar de las personas en

el mundo. No obstante, debido a la emisión de agentes contaminantes en el aire, los suelos y el recurso hídrico, se han producido graves riesgos para la salud (Organización de Naciones Unidas, 2018).

En ese sentido, la efectiva gestión de estos residuos en la UNA mitiga y previene la liberación de sustancias tóxicas que amenazan la salud humana promoviendo una vida sana. Además, hay una vinculación hacia una economía circular, ya que entre mayor cantidad de dispositivos y artefactos electrónicos son recogidos e insertados a sistemas circulares, se evita que estos terminen en alguna fuente de agua dulce, o algún terreno apto para la agricultura, y los metales pesados tóxicos sean esparcidos. Es por ello que la recolección de estos materiales contribuye directamente a garantizar la vida sana.

Por otro lado, también se impacta al **ODS8** vinculado al **crecimiento económico inclusive y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos**, ya que al realizar una gestión integral de estos residuos se propicia la creación de empleos inclusivos y de calidad, lo cual hasta la fecha sigue siendo un gran desafío para casi todas las economías (Quiñones 2019). Para conseguir el desarrollo económico sostenible, las sociedades deben crear condiciones que permitan acceder a empleos de calidad y

estimular la economía sin dañar el medio ambiente.

Con respecto al ODS 11 referente a lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, debe señalarse que el Centro de Acopio Institucional (CIA) fomenta la educación ambiental a distintas poblaciones (como las personas jóvenes y adultas) a través de un enfoque que promueve la participación comunitaria en la gestión integral de residuos.

Asimismo, el proceso de valorización de residuos en la UNA ha contribuido a mejorar las condiciones ambientales al gestionar sus RAEE por medio de empresas que cumplen con la responsabilidad socioambiental pues estas presentan una producción sostenible (ODS 12), ya que utilizan materias primas secundarias y no materias primas vírgenes que usualmente representan un valor económico mayor y conllevan la extracción por prácticas insostenibles y no amigables con el ambiente.

En relación al ODS 13 que busca adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, se pretende disminuir las emisiones de COPs (Compuestos Orgánico- Persistentes). La recolección y reutilización de materiales electrónicos previene que estos se degraden en medios favorables para la e-

misión de COPs contaminantes al medio (National Geographic 2020) gracias a su aprovechamiento económico y la gestión integral. De ese modo, cada vez que se recibe equipo viejo u obsoleto de las diferentes sedes o edificios de la universidad, se evita que estos materiales terminan en botaderos o rellenos sanitarios sin ninguna revalorización, y con potencial de mayor degradación y emisión de estos compuestos químicos.

Con respecto a la economía circular y la gestión integral de residuos, es claro que la correlación de estos conceptos está estrechamente relacionada, principalmente en la minimización de los residuos y la generación de energía. Para el caso del aprovechamiento energético son una opción para la recuperación energética y la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (Herrera et al 2018). Este aprovechamiento energético puede ser aplicado tanto para residuos electrónicos, estas energías pueden ser renovables y utilizarse como fuente para su misma producción.

Conclusión

Las universidades cumplen un papel fundamental en el desarrollo de investigaciones para la búsqueda de alternativas innovadoras que apoyen la mejora continua en la gestión de estos residuos. Esto demanda la necesidad de

vincular a la comunidad universitaria en estos procesos para sea una población informada que promueva procesos integrales y proyecte los procesos de economía circular desde sus hogares.

Una de las principales limitantes en la gestión de residuos es que no se cuenta con registros por parte de cada institución generadora o no se presentan de una manera accesible que permita la toma de decisiones y el análisis de la información basados en modelos de gestión similares.

Para alcanzar los ideales de sostenibilidad económica y gestión integral hay que fomentar e informar a la ciudadanía en general, el sector privado, las organizaciones no gubernamentales (ONG) y a demás actores relevantes, por medio de una población universitaria informada que permita generar este flujo de información.

De igual modo, resulta necesario que se actualicen los marcos normativos y se generen alternativas de subsidios a las PYMES que se encargan de estos procesos de recuperación, con el fin de conseguir la aplicación de tecnologías económicamente sostenibles, y promover la economía circular a pequeña y gran escala.

Referencias

Herrera, M.J., Rojas, M.J. & Anchía, L.D. (2018). Emisiones de gases efecto invernadero y contaminantes criterio derivados de diferentes medidas de mitigación en la gestión de residuos sólidos urbanos del cantón de San José, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52(1), 94-109. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6231080>

Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3)*, Santiago, Chile.

National Geographic. (2020). Los peligros de la basura electrónica. *Medio Ambiente*. Recuperado de https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/peligros-basura-electronica_13239

Quiñones, L. (17 de abril 2019). Los desechos electrónicos, una oportunidad de oro para el trabajo decente. *Noticias ONU*. Recuperado de <https://news.un.org/es/story/2019/04/1455621>

Rojas, J., & Bogantes, J. (2018). Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios de la Universidad Nacional de Costa Rica,

dispuestos en rellenos sanitarios. *Uniciencia*, 32(2), 57. <https://doi.org/10.15359/ru.32-2.4>.

Rojas, J., & Fernández, K. (2017). Centro de Acopio Institucional UNA Campus Sostenible y su contribución en la conservación y protección ambiental desde una perspectiva de género. *Revista Nuevo Humanismo*, 5(2). <https://doi.org/10.15359/rnh.5-2.3>

Rojas, J., & Fernández, K. (2018). Gestión integral de residuos eléctricos y electrónicos de la Universidad Nacional. *Revista Ambienticos*, 267(9).



JULIÁN ROJAS VARGAS

Biólogo, licenciado en Biología Tropical con énfasis en Manejo de Recursos Naturales y Máster en Gestión y Estudios Ambientales de la Escuela de Química de la Universidad Nacional. Es coordinador del del centro de acopio institucional de la UNA, donde lidera las las investigaciones en la gestión de residuos valorizables, orgánicos, lodos de trampas de grasa, aceite vegetal residual y procesos de compostaje con composteras mecánicas y automatizadas. También es Académico-Investigador y extensionista del Centro de Estudios Generales.

Es miembro de la Red para la disminución de pérdida y desperdicio de alimentos en Costa Rica. Ha presentado diversas publicaciones en la temática: Residuos Sólidos Orgánicos, Residuos sólidos ordinarios, Conservación y protección ambiental. Gestión integral de residuos sólidos aprovechables Gestión integral de residuos eléctricos y electrónicos, Gestión integral de los residuos de aceite vegetal de cocina en las sodas e Indicadores ambientales.

EL ROL DE LA ACADEMIA EN LA INVESTIGACIÓN DE LOS RAEE

Ramzy Kahhat

Resumen

El artículo se refiere a las aportaciones de la academia en la investigación para la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), destacando las principales contribuciones que genera el sector académico en este campo y el modo como el conocimiento producido cimienta críticas constructivas con respecto a la pertinencia de las estrategias y políticas aplicadas para el manejo de los RAEE, e incide en los procesos de toma de decisión al proponer recomendaciones.

Palabras clave: Academia, conocimiento, investigación, datos, informalidad y RAEE.

Introducción

Tradicionalmente, se ha considerado que la academia cumple un importante rol en la innovación, procesos formativos, capacitación y consultoría. Sin embargo, también lo hace en la generación de conocimiento a través de la investigación. En este contexto, la investigación aplicada al campo de la gestión de los RAEE ha evidenciado aspectos de la realidad que muchos no han querido ver o tomar en cuenta a la hora de tomar decisiones o formular políticas de RAEE. En ese sentido, la investigación ha servido para la creación de conocimiento especializado útil para los procesos de

toma de decisión vinculados al manejo de los RAEE, el desarrollo de metodologías que buscan apoyar la gestión de datos y la formación de capacidades de los actores involucrados en su gestión.

De manera complementaria, los sectores académicos han asumido un papel activo en la identificación de brechas del conocimiento lo que ha servido para generar críticas constructivas con respecto a lo que han sido las políticas públicas de RAEE, las tecnologías para la recuperación de los recursos presentes en estos residuos y las estrategias aplicadas en los sistemas de gestión.

Experiencias que ha dejado la investigación en la gestión de RAEE. Los procesos de investigación permiten la identificación de aspectos clave en la gestión de RAEE y sugieren el desarrollo de nuevas líneas de acción para su manejo. Para ejemplificar esto se hará referencia a las enseñanzas que han tenido los hallazgos de distintas investigaciones vinculadas a los RAEE.

Para empezar, las investigaciones relacionadas con la exportación de los RAEE (Ramzy Kahhat & Williams, 2009, 2012), estudios financiados por la US National Science Foundation, la Universidad Estatal de Arizona, la Pontificia Universidad Católica del Perú y la Comisión for Environmental Cooperation of North America, tuvieron como objetivo responder a la pregunta de si lo que se exportaba era un residuo o un producto. En ese momento, se pensaba que todo lo que se exportaba del Norte Global al Sur Global era un residuo (E. Williams et al., 2008) y se obviaba que también se estaban exportando productos que tendrían una segunda vida en los países del Sur Global.

Hasta ese momento predominaba la visión de muchas organizaciones no gubernamentales (ONG) ambientales, como por ejemplo el *Basel Action Network* o BAN, de que era urgente frenar la exportación de RAEE por los serios problemas ambientales relacionados con

el reciclaje informal en países como China e India (E. Williams et al., 2008). En esta perspectiva no se consideraba si este tipo de decisiones podía afectar otros aprovechamientos de los RAEE, sobre todo aquellos realizados en los mercados secundarios de estos equipos.

En ese sentido, esta primera investigación evidenció que no todo lo que era exportado se destinaba para el reciclaje informal, sino que había un porcentaje importante que era reutilizado (Ramzy Kahhat & Williams, 2009). Por ejemplo, se estimó que más del 85% de los RAEE exportados al Perú tenían como destino los mercados de segunda mano.

Es por ello que el haber identificado el camino alternativo que estaban tomando los RAEE, permitió evidenciar que no se estaba considerando esta alternativa (i.e., reuso de los electrónicos usados) en los procesos de toma de decisión y la generación de política pública. Además, sirvió para criticar el estado mundial de las estrategias que en ese momento se implementaban para enfrentar el problema de la gestión de RAEE

Además, en el marco de dichos proyectos también se desarrolló una metodología para entender la cantidad de RAEE que se exportaban de Norteamérica al resto del mundo, siendo adoptada la metodología de *Análisis de Flujo de Materiales* para Canadá, México y Estados Unidos (Kahhat & Williams, 2012).

La prohibición de la exportación de RAEE está vinculada con el temor de que los residuos terminen en el reciclaje informal en China, India o en otros países del Sur Global y generen afectaciones a la salud pública o el medio ambiente (E. Williams et al., 2008). El cuestionamiento detrás de esta política era si tenía sentido prohibir la exportación o si era mejor generar estrategias y/o tecnologías que eviten los impactos a la salud y el ambiente.

Posteriormente, continúa el cuestionamiento a la estrategia principal relacionada con la prohibición a las exportaciones, como consecuencia de que en un futuro cercano la generación de RAEE iba a ser mayor en los países del Sur Global (Yu et al., 2010). Esto planteaba la necesidad de repensar la estrategia de prohibición y enfocarse en acciones que fueran más acorde a la realidad de estos países.

Del mismo modo, la academia con su investigación, sus observaciones, entrevistas, encuestas y trabajo de campo ha tratado de darle una voz a los que generalmente no la tienen en este mundo de fin de vida de electrónicos, este es el caso de los recicladores informales. Hablar de recicladores informales en países latinoamericanos como Perú o México, no necesariamente refiere a las actividades que estos realizan con los electrónicos. Hay mucha colección y

desmantelamiento, pero poco reciclaje (Estrada-Ayub & Kahhat, 2014; Hieronymi et al., 2012). Esto es un aspecto que debe ser considerado, al igual que las razones por las que esas personas deciden dedicarse a estas actividades y entender que deberían tener una voz en los procesos de toma de decisiones.

Es importante mencionar que cuando se habla de informalidad en el sector de RAEE, generalmente se alude a los actores que están vinculados a la cadena inversa de suministros electrónicos, pero que tienen tamaños pequeños y que hacen labores específicas como la colección y el desmantelamiento, entre otras. Un desafío que surge con respecto a los actores informales es asegurar su vinculación con el sector formal al tiempo que se mitigan los impactos ambientales de algunas de sus labores (Eric Williams et al., 2013). Desde la experiencia vivida en el trabajo de campo realizado en México y Perú, se comprobó que es posible garantizar una colección y recuperación de algunas de las partes sin generar afectaciones al medio ambiente.

Asimismo, la experiencia en el campo muestra que es posible pensar en la vinculación del sector formal con el informal y que dichas conexiones ya existen. En Perú, un caso muy común era la colección de tarjetas de circuitos integrados por el sector informal y luego, la exportación a Hamburgo, Hong Kong o

China por el sector formal (R. Kahhat & Williams, 2009; Eric Williams et al., 2013). En esa integración y por lo menos en el caso de las tarjetas que iban a Hamburgo no había un problema ambiental o vinculado a la salud pública.

De manera paralela, se ha trabajado con la Universidad Autónoma de Baja California para crear un sistema de integración entre los actores formales e informales con el fin de mejorar la gestión de RAEE en la ciudad fronteriza de Mexicali. Con este proyecto, financiado por la Border Environment Cooperation Commission, se desarrolló y propuso un sistema que beneficiara en todos los aspectos a la población de la ciudad y a las personas trabajadoras y sus familias.

Por otro lado, a veces no se le presta suficiente atención al tema de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y su implementación en diferentes contextos. Desde el campo académico se han hecho varias críticas constructivas a este concepto ya que no siempre fomenta el reúso, la reparación y el mantenimiento (R. Kahhat et al., 2008; E. Williams et al., 2008).

Existe un gran potencial en el mundo de la reparación, no sólo para los países del Sur Global sino también en el Norte Global (Lepawsky, 2020; Lepawsky et al., 2021). Ha habido una evolución

considerable a favor del reúso, la reparación y el mantenimiento, donde la universidad a través de la investigación ha tenido un rol muy importante.

En este contexto, las experiencias de la región latinoamericana pueden ser consideradas como ejemplos de economía circular ya que en la gestión de los RAEE se fomenta la reutilización, la reparación, el mantenimiento y el reacondicionamiento, entre otros aspectos (Estrada-Ayub & Kahhat, 2014; R. F. Kahhat & Williams, 2010; Lepawsky et al., 2021). Por lo tanto, la economía circular no es ninguna novedad en Latinoamérica.

De la mano de los procesos de economía circular, es importante repensar los procesos de adopción y cambio tecnológico de manera paralela a las estrategias que deberán aplicarse conforme los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) finalizan su ciclo de vida útil. Esta es una reflexión que surge como parte de un estudio realizado en Perú sobre los problemas que podrían suscitarse con la transición hacia la televisión digital (Gusukuma & Kahhat, 2018).

La gestión de los RAEE permite la recuperación de diverso tipo de recursos que una vez reparados también pueden ser exportados a otros países para su utilización, sin embargo, dicho

aprovechamiento no siempre resulta posible ya que no siempre se cuenta con las tecnologías o los incentivos gubernamentales suficientes. Es por ello que la academia debe pensar en el tipo de tecnologías que deben crearse para que estos “recursos” puedan quedarse en la región. También se debe trabajar en la creación de tecnologías que permitan la recuperación de los recursos contenidos en los RAEE.

Conclusiones

El rol de la academia en la investigación de los RAEE es de vital importancia y el impacto social de la investigación ha sido notorio en algunas estrategias vinculadas al manejo de los RAEE en el mundo, aunque con cierta tardanza en cuanto su impacto social. La academia tiene la ventaja de poder aportar críticas constructivas y alertar a los diferentes medios de lo que está pasando en base a las ideas y estrategias que se desarrollan dentro de ellas.

En la región Latinoamericana, existe una baja valoración del aporte que la academia hace a la gestión de los RAEE, sin embargo, eso es una oportunidad que podemos aprovechar para potenciar aún más las mejoras que se requieren en este ámbito e innovar en las formas de comunicación y traslado de estos conocimientos a los tomadores de decisión.

De igual modo, nunca debemos perder de vista la necesidad de que esta investigación siempre sea independiente y se realice comprendiendo los “tiempos” de la academia, vitales para tener un proceso interactivo de reflexión y maduración. Esto es de especial importancia sobre todo si se considera que dependiendo del tipo de financiamiento de los estudios, pueden surgir conflictos de interés que afecten los procesos de investigación. Tampoco debe descuidarse la aplicación transparente del método científico en nuestras investigaciones, por lo que resulta fundamental que se garantice la reproducibilidad de los resultados y se aseguren procesos de validación y revisión de pares externos.

Referencias

- Estrada-Ayub, J. A., & Kahhat, R. (2014). Decision factors for e-waste in Northern Mexico: To waste or trade. *Resources, Conservation and Recycling*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.02.012>
- Gusukuma, M., & Kahhat, R. (2018). Electronic waste after a digital TV transition: Material flows and stocks. *Resources, Conservation and Recycling*, 138, 142–150. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.07.014>

- Hieronymi, K., Kahhat, R., & Williams, E. (2012). E-waste management: From waste to resource. In *E-Waste Management: From Waste to Resource* (Vol. 9780203116). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203116456>
- Kahhat, R. F., & Williams, E. D. (2010). Adoption and disposition of new and used computers in Lima, Peru. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(8). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.10.006>
- Kahhat, R., Kim, J., Xu, M., Allenby, B., Williams, E., & Zhang, P. (2008). Exploring e-waste management systems in the United States. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(7). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.03.002>
- Kahhat, R., & Williams, E. (2009). Product or waste? Importation and end-of-life processing of computers in Peru. *Environmental Science and Technology*, 43(15). <https://doi.org/10.1021/es8035835>
- Kahhat, Ramzy, & Williams, E. (2009). Product or Waste? Importation and End-of-Life Processing of Computers in Peru. *Environmental Science & Technology*, 43(15), 6010–6016.
- Kahhat, Ramzy, & Williams, E. (2012). Materials flow analysis of e-waste: Domestic flows and exports of used computers from the United States. *Resources, Conservation and Recycling*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.07.008>
- Lepawsky, J. (2020). Planet of fixers? Mapping the middle grounds of independent and do-it-yourself information and communication technology maintenance and repair. *Geo: Geography and Environment*, 7(1), e00086.
- Lepawsky, J., Cáceres, K., Gusukuma, M., & Kahhat, R. (2021). Quantifying the conservation value of independent, place-based repair: a case study of an electronics repair cluster in Lima, Peru.
- Williams, E., Kahhat, R., Allenby, B., Kavazanjian, E., Kim, J., & Xu, M. (2008). Environmental, social, and economic implications of global reuse and recycling of personal computers. *Environmental Science and Technology*, 42(17). <https://doi.org/10.1021/es702255z>
- Williams, Eric, Kahhat, R., Bengtsson, M., Hayashi, S., Hotta, Y., & Totoki, Y. (2013). Linking informal and formal electronics recycling via an interface organization. *Challenges*, 4(2), 136–153.
- Yu, J., Williams, E., Ju, M., & Yang, Y. (2010). Forecasting global generation of obsolete personal computers. ACS Publications.



RAMZY KAHHAT

Obtuvo su doctorado en el área de ingeniería ambiental y civil en la Universidad Estatal de Arizona (Arizona State University o ASU). Es en esta universidad donde también se desempeñó como Profesor Adjunto de Investigación, cargo que ocupó durante dos años, en proyectos relacionados con el manejo sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

La trayectoria del doctor Kahhat incluye más de 45 artículos en publicaciones científicas indexadas de alto factor de impacto, como el *Environmental Science and Technology*, *Resource Conservation and Recycling*, *Journal of Industrial Ecology*, *Science of the Total Environment* y editor del libro titulado: *E-Waste Management: From Waste to Resource*. El doctor Kahhat es actualmente Profesor

Principal del Departamento de Ingeniería y Director de la carrera de Ingeniería Ambiental y Sostenible de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Además, está clasificado en el nivel más alto del registro peruano de ciencias, tecnología y de innovación, RENACYT.

La investigación del doctor Kahhat se basa en la comprensión y búsqueda de soluciones sostenibles de los diferentes sistemas antrópicos. Su experiencia en investigación incluye la gestión sostenible de los residuos sólidos, análisis de ciclo de vida de infraestructura civil, sistemas de energía y productos agrícolas, análisis de flujo de materiales de electrónicos y materiales de construcción, urban stocks, caracterización de escombros generados por desastres, entre otros.

A MODO DE CIERRE

Memoria Jornadas de Investigación Gestión de Residuos Eléctricos y Electrónicos:
Desafíos en la Era de la Transformación Digital

De acuerdo con los diferentes textos que integran esta Memoria, es de esperar que en los años venideros la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) continúe aumentando, inclusive hasta llegar a cuadruplicarse con respecto a los niveles actuales. Es bien sabido que el tratamiento inadecuado de estos residuos es un peligro para la salud humana, sobre todo por la presencia de elementos que pueden ocasionar daños neurológicos, inmunológicos y severas lesiones cutáneas. Además, la desatención de los RAEE impacta negativamente al medioambiente al tiempo que fomenta una mayor extracción de materias primas con el objetivo de crear tecnologías cada vez más baratas y atractivas para las personas consumidoras, lo que estimula una cultura de consumo en la que se desincentiva la reparación y la reutilización de muchos de los objetos que diariamente usamos.

Por tal razón, no sólo es necesario un cambio en los hábitos de consumo sino también en el modo como se desarrollan los procesos productivos, procurando una transformación de las dinámicas extractivistas que incentivan el hiperconsumo hacia modelos de producción más alternativos, sustentables y sobre todo socialmente responsables. Esto obliga a continuar los esfuerzos con el sector empresarial, de modo que este

se apropie del concepto de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y a partir de ello fomente procesos de innovación y transferencia tecnológica que contribuyan a un consumo y producción más sustentables.

Con las empresas que aún no han integrado los procesos de gestión de RAEE, se debe trabajar para que estas fabriquen bienes que estimulen la reutilización, la reparación y el reciclaje de materiales y además incorporen la eficiencia y la confiabilidad como estándares para evaluar la calidad de los bienes producidos. Para esto, no sólo se debe producir pensando en el ciclo de vida de los aparatos, sino también tomar como referencia la experiencia de otros sectores -como el de los fabricantes de motores industriales- que tienen una amplia trayectoria en este ámbito.

Asimismo, esto puede complementarse con acciones como la inclusión de los AEE en el Plan de Gestión de Activos de las empresas, crear Programas de Gestión Ambiental corporativos y Planes de Gestión Integral de Residuos, así como la vinculación con Unidades Cumplimiento y Gestores Autorizados de RAEE. En ese sentido, las empresas deben construir una puesta de valor diferenciada a partir de visiones estratégicas en las que la conser-

vacación ambiental se asiente en la cultura organizacional y promueva políticas internas con compromisos claros a nivel directivo y operativo. Junto con esto, resulta indispensable que dichas decisiones sean transversalizadas y adecuadamente comunicadas dentro de las empresas, lo que puede lograrse con la creación de herramientas digitales que sirvan para comunicar la importancia y los procedimientos asociados con la gestión.

De igual modo, para incrementar el alcance de las iniciativas, los programas corporativos pueden ser alineados con esfuerzos que realizan otras instancias como las Municipalidades, los Ministerios u otras empresas. Los beneficios que este proceder puede generar son múltiples y entre los que pueden mencionarse destacan la consolidación de una imagen ambiental y sosteniblemente amigable, además de contribuir con la promoción de la salud pública en el país. Para las organizaciones del sector público y/o privado que estén interesadas en incorporar procesos de gestión de RAEE pueden adoptar diverso tipo de estrategias en las que se puede crear lineamientos, circulares, reglamentos o políticas, firmar convenios, desarrollar actividades de concientización y formular instructivos y manuales internos, entre muchas otras.

Por otro lado, el impacto de diverso tipo de acontecimientos internacionales junto con la variabilidad en la generación del flujo de

residuos puede provocar que las actividades ligadas a la gestión de RAEE sean económicamente insostenibles, por lo que ambas condiciones deben ser consideradas a la hora de generar incentivos que contribuyan a que dichos procesos puedan continuar, aun cuando haya aspectos externos que puedan afectar la operación. En este contexto, estimular la reparación de los AEE puede contribuir a crear nuevos nichos laborales, reduciendo la dependencia de materiales cuyos previos fluctúan en el mercado internacional y fomentando una producción más circular.

Debido a que algunas de las personas que se dedican a las actividades de gestión desde el sector informal pueden estar en situación de vulnerabilidad o carecer de garantías laborales básicas, pueden ser más propensos a desempeñar empleos de alto riesgo y baja remuneración. En ese sentido, se debe procurar que dichos nichos laborales ofrezcan condiciones de trabajo decente y sean seguros y generen mecanismos de compensación de ingresos. La formalización del sector informal también requiere de acciones que contribuyan al fortalecimiento y desarrollo de competencias que mejoren los procesos de gestión, recuperación y reciclaje.

Todo esto revela la necesidad de crear políticas públicas y marcos normativos que coadyuven a registrar y sistematizar lo que ocurre en el sector informal, ya que se desconoce lo que sucede con los RAEE que

no llegan a ser captados a través del sector informal por lo que existe una brecha de conocimiento con respecto al modo como desarrollan la recuperación, el tratamiento y disposición de los RAEE. Por tanto, documentar y cuantificar las prácticas del sector informal no solo es la mejor forma de entender las necesidades del sector, sino también de generar mejores políticas públicas.

También deben continuarse los esfuerzos por promover la adopción de regulación, estrategias y políticas de gestión de RAEE en todo el mundo; ello supone beneficios a nivel doméstico, así como la posibilidad de que los Estados puedan trabajar conjuntamente para la armonización de normativa y marcos de cooperación internacional en temas varios tales como la recolección y generación de estadísticas y el manejo de los flujos transfronterizos de RAEE.

Ante la ausencia de un marco normativo y/o políticas nacionales sobre RAEE, los Estados pueden aplicar convenios y regulaciones internacionales que hayan sido adoptados en materia de RAEE, mientras generan regulaciones domésticas. Asimismo, de forma supletoria, es posible aplicar normas relacionadas con la gestión de residuos sólidos y leyes generales sobre protección ambiental.

Las regulaciones sobre RAEE deben incorporar aspectos relacionados con el

manejo de sustancias peligrosas, el establecimiento de metas y objetivos alcanzables, la financiación de los sistemas de gestión y la introducción de incentivos para reducir el volumen de RAEE y estimular la reparación, reutilización y recuperación de componentes valiosos. Asimismo, para que los marcos normativos realmente puedan tener un impacto dentro de los sistemas de gestión, resulta necesario que estos sean acompañados de mecanismos que garanticen su aplicabilidad, por lo que deben fortalecerse las capacidades de fiscalización.

Otras de las áreas que deben considerarse tienen que ver con el levantamiento de datos ya que hay deficiencias en la disponibilidad de datos sobre los flujos de RAEE, lo que constituye un problema porque no se documenta qué sucede con los mismos y revela la necesidad de fortalecer los sistemas de recopilación y la generación de estadísticas. Esto es indispensable para armonizar las definiciones y clasificaciones estadísticas y facilitar la interpretación, la recolección y comparación de datos, así como para establecer indicadores confiables.

De igual modo, la necesidad de contar con mejores sistemas de información y de mecanismos que propicien la gestión del conocimiento deben ser acompañados por procesos de investigación que atiendan a las diversas brechas que en materia de RAEE han sido tímidamente exploradas.

Entre estas pueden mencionarse el estudio de los hábitos de consumo de la población y el sector productivo en el país, los cambios en la composición de los materiales presentes en los AEE y sus consecuentes implicaciones a la hora de gestionarles, la evolución en las tecnologías de recuperación, el desarrollo de metodologías para la gestión de datos, la formación de capacidades de los actores involucrados en la gestión y la identificación de brechas en las políticas públicas de RAEE, entre otros.

Otros de los aspectos que deben reforzarse tienen que ver con el establecimiento de metas de recuperación de RAEE, la identificación de debilidades en la aplicación del reglamento de gestión de RAEE, la creación de sistemas de recepción de RAEE, la disposición de información oficial que esté sistematizada, incrementar los volúmenes de recuperación y la coordinación entre diferentes unidades de cumplimiento.

Es indispensable que la gestión de RAEE se desarrollarse bajo un enfoque intersectorial e interdisciplinario, que permita la articulación de diversos actores vinculados al proceso de gestión y tomar en cuenta el tema desde diferentes perspectivas y las implicaciones (ambientales, económicas y sociolaborales) que este tiene. Ello sienta las bases operativas del Sistema Nacional de Gestión Integral de RAEE, al tiempo que define las

etapas y roles que cada actor debe asumir en el proceso. Paralelamente, el diseño de políticas públicas de RAEE debe asumir un enfoque integral que contemple acciones que estimulen la recuperación, la reparación y la reutilización en los diferentes sectores, especialmente por parte de los generadores. En consecuencia, los esfuerzos no pueden limitarse únicamente al desarrollo de infraestructuras de reciclaje, ya que los mismos parecen no dar abasto con la cantidad de RAEE que se genera día a día. Junto con esto, en la formulación deben integrarse incentivos que fomenten la recuperación de materiales y la innovación en los procesos productivos. De igual modo, un enfoque integral en la gestión de RAEE también debe contemplar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los compromisos del país con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la competitividad del país, la descarbonización de la economía y el contexto de actual transformación digital.

El desarrollo de alianzas entre diferentes actores es un factor que puede contribuir en la construcción de un sistema de gestión de RAEE, al consolidar los apoyos y propiciar la definición de diferentes roles y permitir la sostenibilidad de este tipo de iniciativas a lo largo del tiempo. Esto significa que para que la estructuración y articulación de la gestión de RAEE sea exi-

tosa, las y los participantes deben estar comprometidos con el proceso. La experiencia de haber creado un órgano multisectorial e interdisciplinario - CEGIRE- que ha liderado la creación de políticas y regulación de RAEE, evidencia la necesidad de que se fortalezcan los recursos humanos y económicos con que cuenta esta instancia, puesto que estos muchas veces se ven sobrepasados ante la cantidad de tareas que deben realizarse como parte del proceso de consolidación del Sistema Nacional de Gestión de RAEE.

Paralelamente, se requiere de la integración de otros actores en los procesos de gestión de RAEE, sobre todo a las Municipalidades ya que si bien estas no intervienen en la cadena de recolección y gestión de RAEE pueden contribuir de otras maneras. Estas pueden involucrarse en la gestión de RAEE si se fortalece su rol en los procesos de sensibilización, el desarrollo de campañas educativas y de acciones de educación ambiental que propicien buenas prácticas de manejo de AEE con las empresas y actores comunitarios.

En esto, la sensibilización a través de los medios de comunicación es fundamental no sólo para el desarrollo de campañas de recolección de RAEE, sino también para concientizar a la sociedad, las empresas y otros actores que aún no comprenden la importancia y beneficios que genera una gestión adecuada de los RAEE. Algunas de

las acciones que pueden desarrollarse en esta línea son los Programas de Educación y Sensibilización Ambiental e inclusive se pueden generar incentivos como reconocimientos o certificaciones especiales, para empresas e instituciones públicas. También se debe fortalecer la sensibilización con el sector educativo con el fin de que esto conduzca a la creación de alianzas con actores clave (la academia, los distribuidores, comercializadores e importadores) y contribuya a fomentar la sostenibilidad económica de los RAEE y a implementar mejores alternativas para la disposición final de residuos.



La *Memoria de las Jornadas de Investigación y Análisis “Gestión de Residuos eléctricos y electrónicos: desafíos en la era de la transformación digital”* es un producto del conocimiento que bajo la mirada de actores gubernamentales, academia, empresas, generadores de residuos, gestores y unidades de cumplimiento, refleja un diálogo reflexivo en torno a los desafíos que supone la gestión de los RAEE en un contexto de alta digitalización.

Con esta publicación, el Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento (Prosic) pone a disposición del público, un documento de consulta que busca contribuir con la identificación de brechas de conocimiento y oportunidades de mejora del Sistema Nacional de Gestión Integral de RAEE, así como dotar a los diferentes actores con un texto de referencia que facilite la transferencia de buenas prácticas entre los distintos sectores de la sociedad.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

PROSIC

Programa Institucional
Sociedad de la Información
y el Conocimiento

ISBN: 978-9968-510-23-3



9 789968 510233