EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS **DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS - RAEE** EN COLOMBIA

EcoCómputo

El ambiente es de todos Minambiente

GEF

PNUD

Al servicio de las personas y las naciones

ISBN Obra independiente: 978-628-95515-0-1

Editorial
Corporación EcoCómputo financiada por GEF a través del PNUD en Colombia.

ISBN Obra independiente: 978-628-95515-0-1

Asistencia editorial
Carlos Hernández Santana, Edgar Fernando Erazo Camacho, Natali Lora Reyes.

Coordinación y asistencia técnica
Corporación EcoCómputo

Redacción
Sebastián Santa Moyano, Fabián Mauricio Pinzón Rincón, Carlos Hernández Santana,
Edgar Fernando Erazo Camacho., Natali Lora Reyes
Corporación EcoCómputo

Conceptualización y diseño
Ad Orange - ADO

Corporación EcoCómputo 2022®

Introducción

La economía lineal basada en *"tomar, hacer, desechar"* es reflejo de una época en la que los recursos naturales renovables y no renovables se creían ilimitados; una época en la que no había tanta conciencia de las graves consecuencias y afectaciones a la salud y al ambiente, en algunos casos irreparables, que tiene este modelo económico.[1]

Según algunos estudios realizados[2], las poblaciones mundiales de mamíferos, aves, anfibios, reptiles y peces entre 1970 y 2016 presentaron una disminución media del 68%, las principales causas estarían directamente relacionadas con la creciente explotación de recursos naturales y la afectación de sus servicios ambientales a causa de las necesidades humanas.

Bajo el esquema actual de consumo y según cálculos realizados[3], la demanda de recursos *naturales renovables y servicios ecológicos es equivalente a un poco más de 1,75 Planetas Tierra. Estamos usando más recursos de los que el planeta puede ofrecer, y se estima que para 2050, de seguir consumiendo al ritmo actual, la sociedad global demandará 3 Planetas Tierra; asimismo, se prevé que el aumento de la demanda humana en el uso de los recursos naturales y los ecosistemas de la Tierra excede su capacidad regenerativa en aproximadamente un 75% para 2020.*

Para realizar un cambio en este "modelo lineal" y lograr alcanzar el paradigma del desarrollo sostenible y de economía circular, de la que tanto se habla hoy en día, se considera necesario reevaluar, a nivel general, temas como las políticas públicas, las normas y reglamentos, la educación, la cultura ciudadana, y de forma más impactante: el ciclo de vida completo de los bienes o servicios que se ofrecen, distribuyen y consumen, desde su planeación - fabricación (incluidos insumos, materias primas, uso de recursos naturales, entre otros) hasta la gestión de los residuos generados y descartados por el consumidor final.

Es así, como hace menos de tres décadas, países y organizaciones comprometidas con el cuidado del ambiente vienen implementando estrategias que han permitido generar cambios significativos en estándares, tecnologías, procesos, infraestructura y en los patrones de comportamiento de la comunidad en general. No obstante, las vías que alinean el camino para que se logre un desarrollo humano acorde a la realidad, presentan hoy en día grandes desafíos en todas las áreas del conocimiento; *la buena noticia es que sabemos lo que tenemos que hacer, y las tecnologías que pueden ayudarnos a llegar allí, ya existen. Lo único que falta es la voluntad pública de embarcarse en el camino.*[4]

A comienzos de la década de los noventa Europa empezó a desarrollar y trabajar en lo que hoy se conoce como el principio de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP). Este principio está orientado a promover mejoras ambientales en el cierre de los ciclos de vida de los productos, utilizando como estrategia principal la de extender las responsabilidades de los fabricantes a varias fases del ciclo de vida del producto, específicamente al desarrollo de acciones para la recuperación, aprovechamiento, valorización y reciclaje de los productos una vez se convierten en residuos. Es así como los países que conforman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), comenzaron a aplicar este principio que hoy es un requerimiento básico para las naciones que deseen ser miembros.

[1] Adaptado de https://elpais.com/elpais/2015/10/30/alterconsumismo/1446190260_144619.html
[2] Informe Planeta Vivo 2020 de WWF.
[3] Global Footprint Network.
[4] Global Footprint Network.

En Colombia el principio de la REP se originó a partir de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos y su decreto reglamentario 4741, ambos promulgados en el año 2005. Para Colombia *la REP es un enfoque de política ambiental que el gobierno aplica en las regulaciones para alcanzar principalmente dos objetivos: I) la mejora en el diseño de los productos y sus sistemas de producción y II) la recolección y gestión ambientalmente adecuada del producto al final de su vida útil.*

Este principio, es a su vez, la máxima aplicación de los principios de: prevención de la contaminación, enfoque de ciclo de vida y el que contamina paga. En últimas, la REP busca que los productores (fabricantes, comercializadores e importadores) mantengan un grado de responsabilidad legal, económica, física y de información por los impactos ambientales de sus productos a lo largo del ciclo de vida de los mismos (desde la producción hasta la disposición final del producto como residuo en la etapa posconsumo).[5]

Hablando específicamente de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Colombia, según el documento preparado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS durante los años 2014 y 2015 para el proyecto PNUD/COL 98842, que se viene implementando desde el año 2016, el flujo de RAEE creció entre 2012 y 2015 en un 19.17%[6].

Una de las principales preocupaciones del Gobierno Nacional con relación al crecimiento de este flujo de residuos es que el país no cuenta con capacidad instalada para realizar un manejo, tratamiento y disposición final ambientalmente adecuada de todas las fracciones resultantes del desensamble. Especialmente y como se expondrá más adelante, inquietan las prácticas usadas especialmente por el sector informal para extraer los metales preciosos, dando como resultado la liberación de Contaminantes Orgánicos Persistentes no intencionales (COP no intencionales), como dibenzoparadioxinas policloradas (PCDDs), dibenzofuranos policlorados (PCDFs)[7]; y de COP intencionales como son los polibromados difenil éter (PBDEs) que se encuentran como retardantes de llamas en plásticos de televisores y carcasas de computadores; y de bifenilos policlorados (PCBs)[8].

Con la finalidad de minimizar y controlar los riesgos a la salud y los impactos negativos al ambiente, generados por una inadecuada gestión de RAEE, adicional a las norma mencionada anteriormente, el gobierno de Colombia ha liderado el desarrollo de diferentes instrumentos y estrategias a partir de la expedición de la Ley 1672 de 2013 con relación a la gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

De manera alterna a estas iniciativas, el Estado Colombiano ha desempeñado un rol importante en relación con el cuidado y preservación del ambiente a través de la firma e implementación de diferentes tratados y convenios internacionales, como es el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, el cual fue firmado por el Gobierno Nacional el 22 de mayo del 2001, con el objetivo de proteger la salud humana y el medio ambiente de la presencia de doce compuestos altamente persistentes en el medio ambiente, denominados COPs, mediante la adopción de medidas de control para producción, importación, exportación, uso y eliminación de estas sustancias. El mencionado Convenio fue ratificado por Colombia mediante la Ley 1196 el día 5 de julio de 2008[9].

[5] Evaluación de la Política RESPEL, MADS, 2018-2019. Documento sin publicar.
[6] National Consultant. 2015. Report on WEEE and iron and Steel Industry.
[7] From smoldering of cables or plastic metal mixes in order to obtain copper and precious metals as well as from burning of printed circuit boards and plastics in order to reduce the volume of unusable waste fractions
[8] Released from uncontrolled combustion of e-waste and during the dismantling of older electronic and household appliances
[9] http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=252:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-18#enlaces

1. Capítulo
CONTEXTO INTERNACIONAL DE LA GESTIÓN DE RAEE

1.1. Los RAEE en el ámbito global

Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos son productos que están presentes en nuestra vida cotidiana y están conformados por una combinación de partes y componentes, que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos y realizan un sinnúmero de trabajos y funciones determinadas. En el momento en que sus poseedores consideran que no les son útiles y los descartan, se convierten en Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).[10]

La Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo emitida el 4 de julio de 2012 sobre Residuos de *Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), define los Aparatos Eléctricos y Electrónicos como: todos los aparatos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, y los aparatos necesarios para generar, 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.*

Así mismo, define los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE como: *todos los aparatos eléctricos y electrónicos que pasan a ser residuos de acuerdo con la definición que consta en el artículo 3, apartado 1, de la Directiva 2008/98/CE*[11]*; este término comprende todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha.*

Por su parte, La Ley 1672 de 2013 "Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)"; emitida por el Congreso de la República de Colombia definió a los AEE y sus residuos como:

"Aparatos eléctricos y electrónicos. Todos los aparatos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, así como los aparatos, necesarios para generar, transmitir y medir dichas corrientes.

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Son los aparatos eléctricos o electrónicos en el momento en que se desechan o descartan. Este término comprende todos aquellos componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte del producto en el momento en que se desecha, salvo que individualmente sean considerados peligrosos, caso en el cual recibirán el tratamiento previsto para tales residuos."

Sin embargo, tanto la Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE, como la iniciativa Solving the e-waste problem - StEP, hacen notar que existen diferencias globales en el entendimiento y aplicación del término RAEE tanto en las legislaciones en materia de gestión de estos residuos como en el uso cotidiano de la palabra (The StEP Initiative/United Nations University, 2014). Esto ha llevado al uso de múltiples definiciones de RAEE en políticas, regulaciones y guías técnicas.

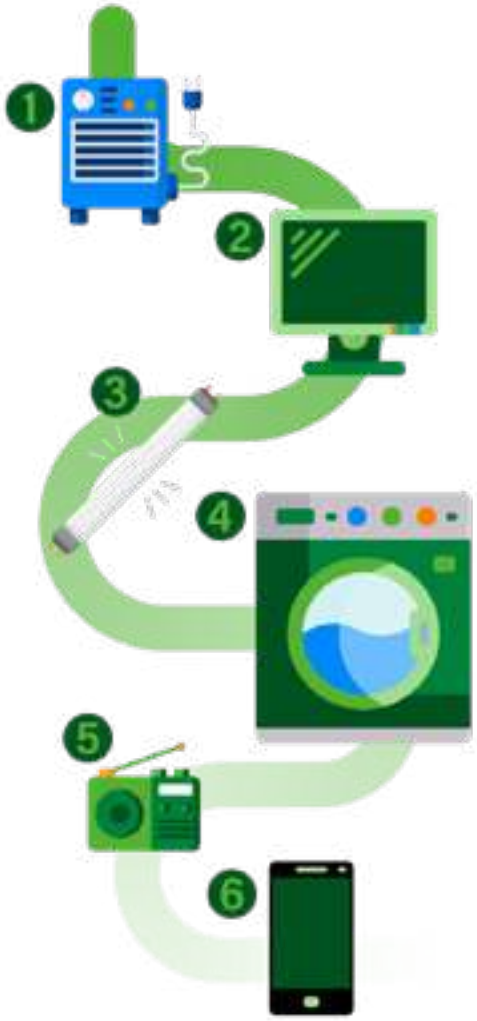
Según lo mencionado, StEP propuso definir a los AEE como *"cualquier aparato de casa o negocio con circuitos o componentes eléctricos y con fuente de alimentación o baterías"* y los RAEE como *"los artículos de todos los tipos de aparatos eléctricos y electrónicos y sus partes que han sido descartados por los propietarios como un residuo sin intención de reutilizarlo".* [12]

[10] Política Nacional para la Gestión de RAEE. http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/introduccion.html

[11] «Residuo»: cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse; DIRECTIVA 2008/98/CE.

[12] (The StEP Initiative/United Nations University, 2014).

De otra parte, la Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo emitida el 4 de julio de 2012 agrupa a los RAEE en seis categorías de residuos:



1. Aparatos de intercambio de temperatura. Se incluyen en esta categoría los refrigeradores, los congeladores, los aparatos de aire acondicionado y las bombas de calor.

2. Pantallas y monitores. Se incluyen aquí los televisores, los monitores, los computadores portátiles y las tabletas.

3. Lámparas. Comprende las lámparas fluorescentes, las lámparas de descarga de alta intensidad y las lámparas LED.

4. Grandes aparatos. Abarca lavadoras, las secadoras, los lavavajillas, las estufas eléctricas, las grandes impresoras, las fotocopiadoras y los paneles fotovoltaicos.

5. Pequeños aparatos. Se incluyen en esta categoría las aspiradoras, los hornos de microondas, las tostadoras, los hervidores eléctricos, las afeitadoras eléctricas, las básculas, las calculadoras, los aparatos de radio, las videocámaras, los juguetes eléctricos y electrónicos, las pequeñas herramientas eléctricas y electrónicas, los pequeños dispositivos médicos y los pequeños instrumentos de supervisión y control.

6. Aparatos de informática y telecomunicaciones pequeños. Se incluyen en esta categoría los teléfonos móviles, los GPS (dispositivos del Sistema mundial de determinación de posición), las calculadoras de bolsillo, los enrutadores, las computadoras personales, las impresoras y los teléfonos. [13]

Otro aspecto importante a considerar en la gestión de los RAEE está relacionado con su composición. Los aparatos eléctricos y electrónicos desechados, tales como computadoras portátiles, refrigeradoras, aires acondicionados, teléfonos, celulares y televisores contienen sustancias que pueden generar riesgos considerables para el medio ambiente y la salud, especialmente si se procesan inadecuadamente.

Según el Global E-waste Monitor 2020, lo anterior advierte que a nivel mundial, el 82.6% de los flujos de RAEE no están documentados adecuadamente, y en muchos casos los RAEE son sometidos a tratamientos

[13] Observatorio mundial de residuos electrónicos 2017. Baldé, C.P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P.

que no cuentan con los estándares de calidad y ambiente adecuados para su desarrollo. Esta situación va en contravía de las políticas mundiales sobre economía circular; y constituyen una limitante para establecer las estrategias correspondientes, teniendo en cuenta que recursos minerales valiosos y escasos no son extraídos de dichos residuos, ni aprovechados con el fin de ser reincorporados en cadenas productivas, lo que en definitiva genera mayor presión sobre los recursos naturales a causa de su sobreexplotación.

Sumado a lo anterior, inquieta aún más que tal y como concluye el informe del Observatorio Mundial de Residuos Eléctricos 2020, la cantidad de residuos electrónicos generados anualmente continúa creciendo (53,6 millones de toneladas métricas (Mt)), mientras que la cantidad reciclada aún es demasiado pequeña (9.33 millones de toneladas métricas (Mt)). Este hecho principalmente se atribuye a la falta de legislación, trazabilidad e información disponible en relación con los RAEE a nivel mundial.

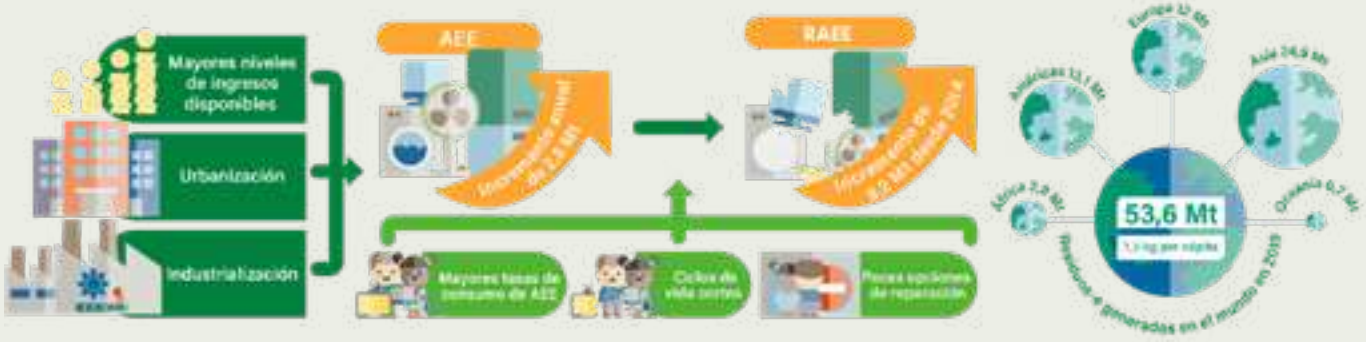
De esta manera, en el plano internacional, la vigilancia de la cantidad de residuos electrónicos generados es esencial para el seguimiento de su evolución, el establecimiento de metas, la verificación de su cumplimiento y la identificación de políticas y estrategias para mejorar su gestión y manejo integral. Es necesario recopilar estadísticas a nivel internacional y organizar para poder compararlas y garantizar que los datos se actualizan, publican e interpretan con frecuencia.

En 2019, se generaron unos 53,6 millones de toneladas métricas (Mt) de residuos electrónicos de los que solo se recicló el 17.4% a través de canales adecuados. Aunque el 71% de la población mundial está amparada por una legislación en materia de residuos electrónicos, deben intensificarse los esfuerzos para imponer e implementar políticas de residuos electrónicos y animar a más países a que las desarrollen. En este informe también se destaca la falta de datos fiables sobre los residuos electrónicos a nivel de país.[14]

El consumo de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) guarda una estrecha relación con el vasto desarrollo económico mundial. Si bien los AEE se han vuelto indispensables en las sociedades modernas y están mejorando las condiciones de vida, su producción y utilización exigen numerosos recursos, lo que a su vez obstaculiza una verdadera mejora de la capacidad de resiliencia de la tierra.

Como se ilustra en la Gráfica 1, el aumento de los niveles de ingresos disponibles, la urbanización, la movilidad y la industrialización (ciclos de vida cortos, pocas opciones de reparación) en algunas partes del mundo está dando lugar a un incremento progresivo del volumen de AEE.

Gráfica 1. Incrementos volumen de AEE

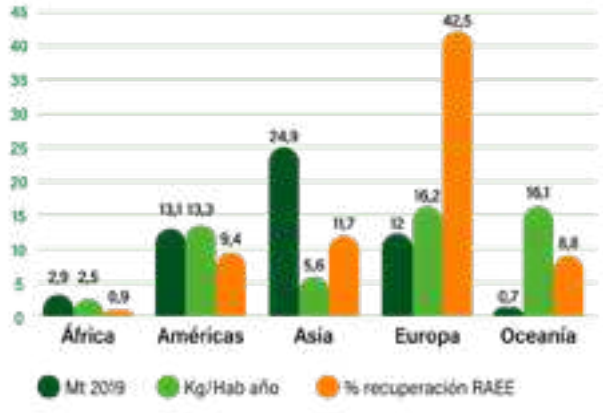


[14] Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G

Estas afirmaciones son corroboradas con datos estadísticos que muestran que en 2019 se generó una media de 7.3 kilogramos por habitante (kg/hab) de RAEE y según los cálculos obtenidos, actualmente se generan en promedio 7.8 kg/hab al año.

A continuación, se presenta una comparación gráfica de la generación de RAEE por continente en el año 2019, su equivalente a kilogramos por habitante año y el porcentaje de recuperación de RAEE; porcentaje que en promedio no supera un 15% anual en el mundo, según datos del Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020.

Gráfica 2. Relación entre generación total de RAEE, equivalente de generación por habitante y porcentaje de recuperación.



Fuente: Proyecto COL/98842. Datos tomados del Observatorio mundial de residuos electrónicos 2020.

De conformidad con la problemática evidenciada y en aras de mejorar continuamente la gestión de RAEE a nivel mundial, estudios han concluido que el 71% de la población mundial, correspondiente a los habitantes de 78 países, poseen una regulación específica en materia de gestión integral de este tipo de residuos, observándose un aumento considerable en relación con el 66% (67 países) que estaba cubierto en el año 2017.

Este dato es interesante si se tiene en cuenta que la gestión ambientalmente adecuada de los RAEE puede contribuir, como se mencionó anteriormente, a la generación de empleos y al crecimiento económico en el sector del reciclaje y el reacondicionamiento de aparatos en desuso, tal y como ha sucedido en Colombia en los últimos diez años.

En conclusión, la estadística de la generación de RAEE es importante para establecer políticas y estrategias nacionales que permitan:

- Efectuar seguimiento de la cantidad de residuos eléctricos y electrónicos generados.
- Establecer sistemas de recolección y gestión ambiental para los RAEE.
- Evaluar el cumplimiento de las metas de gestión y manejo integral de los RAEE
- Identificar las mejores prácticas y optimizar su gestión.

Gráfica 3. Estadísticas mundiales de generación de RAEE en 2019.

Fuente: Adaptado de: Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G

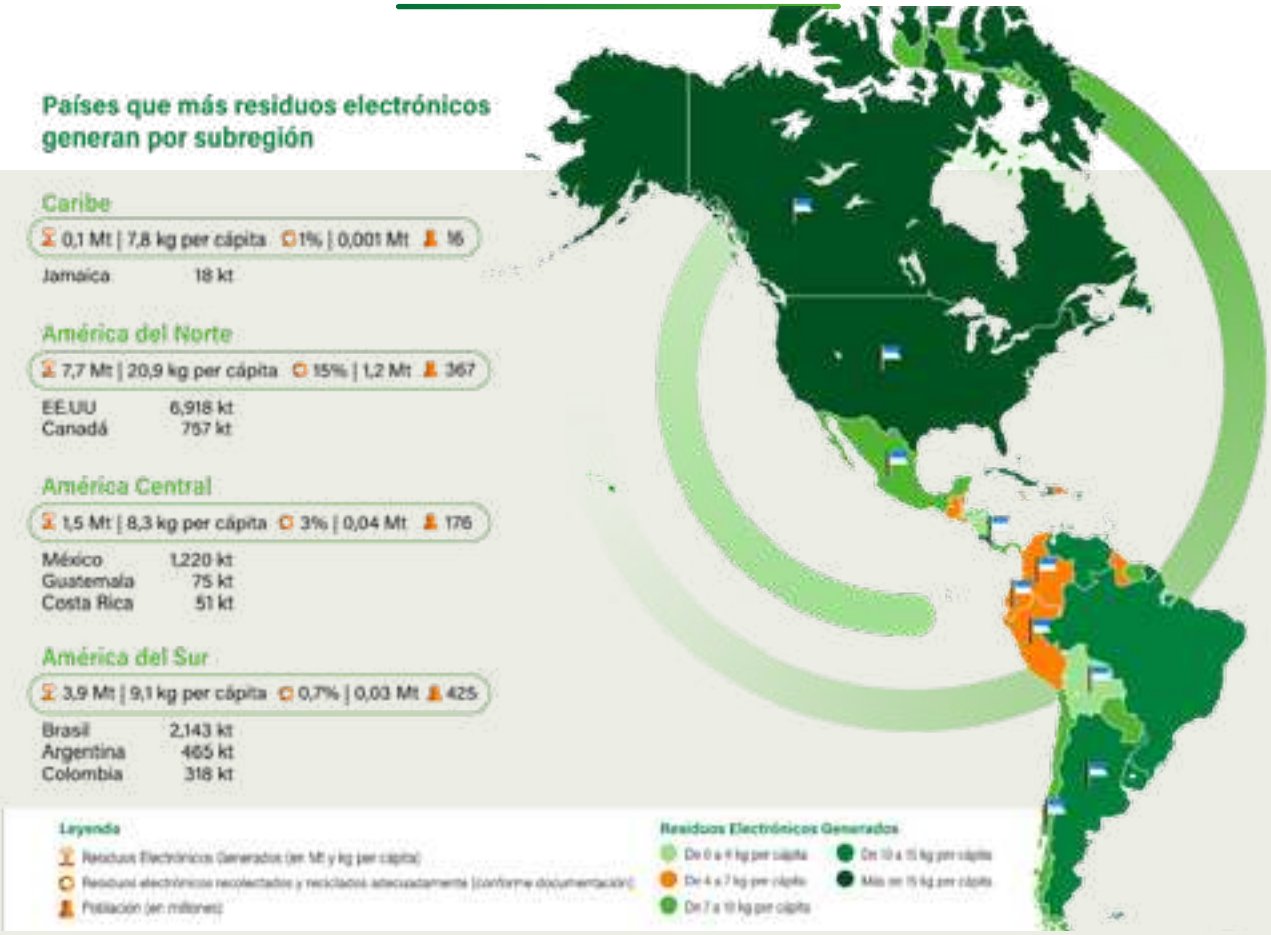
1.2 Generación de RAEE en América

Según el informe del Observatorio mundial de residuos electrónicos 2020, la generación total de RAEE en las Américas fue de 13,1 millones de toneladas en el año 2019, pero solo consta la recolección y aprovechamiento de 1,23 millones de toneladas, la mayor parte de las cuales corresponden a América del Norte. El principal productor de residuos electrónicos es Estados Unidos (6,9 mega toneladas), el segundo en importancia es Brasil con 2,14 y el tercero es México con 1,2 millones de toneladas.

El mismo estudio concluye que en Estados Unidos se gestionaron adecuadamente aproximadamente 1,02 millones de toneladas de RAEE, lo que equivale al 15% del total generado. Del resto de los residuos electrónicos generados se desconoce su gestión. Según el WEEE Forum (2020), en un estudio reciente de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos – EPA, se menciona que en dicha nación se tiran a la caneca aproximadamente 416.000 teléfonos móviles al día. Esto significa que cada año se botan a la basura convencional más de 151 millones de teléfonos. Todos estos residuos electrónicos se gestionan después con residuos urbanos mixtos y acaban incinerados o en rellenos sanitarios.

Para América del sur *se ha estimado que en 2019 se generaron 3.9 Mt de residuos electrónicos, un promedio de 9,1 kg/hab. Los países con mayores cantidades relativas de generación de residuos electrónicos son: Brasil con 2,1 Mt, Argentina con 0,465 Mt y Colombia 0,318 Mt.*

Ilustración 1. Generación estimada de RAEE por habitante.



Fuente: Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G

Específicamente para Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible aplicó en 2019 la metodología utilizada por Monitor e-Waste cuyo resultado concluyó que para el año 2019 una distribución de Weibull que es una distribución de probabilidad continua se pueden estimar los tiempos de vida útil de los AEE. De acuerdo con esta metodología, se estimó que para el 2019, la generación de RAEE se situó en el rango de 162 a 235 kt. Esta cifra difiere de las 318 Kt (6,3 kg/Hab) reportadas por el E-waste Monitor 2020, lo cual puede atribuirse a diferencias en los datos de importación, exportación o fabricación nacional de AEE utilizados en los cálculos.

Acerca de la gestión de los RAEE, se observa que en América Latina las actividades de "tratamiento" realizadas se basan principalmente en el desensamble de computadoras, periféricos y teléfonos celulares, con el fin de recuperar las piezas que contienen los materiales valiosos. Teniendo en cuenta que la capacidad instalada para realizar actividades de reciclaje y aprovechamiento es limitada en América Latina, en la mayoría de los casos los componentes con metales preciosos son extraídos y exportados a países como Canadá, Bélgica y China, entre otros, con el fin de ser reutilizados y reciclados adecuadamente. Mientras que los metales ferrosos son aprovechados generalmente por las industrias de fundición de la región, metales no ferrosos como el cobre y el aluminio encuentran mejores precios en los mercados europeos o asiáticos.

Por lo anterior se considera necesario, para esta región en especial, implementar estrategias que permitan investigar más a fondo y obtener datos y valores acerca de los flujos de RAEE, así como actividades enfocadas en la educación y cultura acerca de la gestión ambientalmente adecuada de este tipo de residuos. En Colombia se ha avanzado significativamente en este aspecto, tomando como principal referente la legislación ambiental aplicable a los RAEE, enmarcada en el principio de la Responsabilidad Extendida del Productor. Finalmente, y con base en la información disponible para América Latina, se concluye que la gestión integral de RAEE es sumamente importante para minimizar y mitigar los riesgos a la salud y el ambiente, y por tanto se deben crear y establecer normas aplicables a la realidad de cada país, así como estrategias público-privadas para aumentar los volúmenes de devolución de RAEE de manera que se gestionen mediante canales formales, y paralelamente lograr un cambio en los patrones de consumo y gestión integral de los bienes de consumo una vez sean descartados.

1.2.3 Normativa internacional de referencia

Tal y como se afirma en el informe del Observatorio mundial de residuos electrónicos 2020, la comunidad europea posee una de las legislaciones más avanzadas en relación con los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos bajo el principio de la REP, debido a su amplia experiencia en la implementación de medidas tendientes a minimizar y controlar la gestión inadecuada de este tipo de residuos.

Este camino inició con la Directiva Marco 75/442/CEE[15] relativa a los residuos, que posterior fue complementada por las Directivas 91/156/CEE[16] y 2006/12/CE[17], y de esta forma finalmente ser reemplazadas por la Directiva 2008/98/CE[18] Marco de Residuos, la cual crea el actual marco normativo en materia de residuos[19]; en materia específica de RAEE se emitió la Directiva 2012/19/UE del 4 de julio de 2012.

La Directiva 2008/98/CE ha permitido que los productores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos establezcan e implementen sistemas que permitan recolectar selectivamente los RAEE y se realicen procesos de reutilización, reciclaje y otras formas de aprovechamiento de los residuos, a fin de reducir su disposición final y contribuir al uso eficiente de los recursos y a la recuperación de materias primas secundarias valiosas. (Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE – MADS 2017).

Finalmente, en el año 2018 mediante la Directiva 2018/851 del 30 de mayo se modificó la Directiva 2008/98/CE considerando que para la fecha los objetivos, esfuerzos, lineamientos, definiciones y obligaciones, debían aclararse, mejorarse y transformarse para generar una gestión enfocada, entre otros no menos importantes, a promover los principios de la economía circular.

Así las cosas y con lineamientos similares, la Directiva 2018/851 de 2018 plasmó como objetivo principal el de establecer medidas destinadas a proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención o la reducción de la generación de residuos y de los impactos negativos de la generación y gestión de los residuos, mediante la reducción del impacto global del uso de los recursos y mediante la mejora de la eficiencia de dicho uso, elementos cruciales para efectuar la transición a una economía circular y garantizar la competitividad de la unión a largo plazo.

El objetivo de la Directiva 2012/19/UE es el de establecer medidas destinadas a proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención o la reducción de los impactos adversos de la generación y gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y mediante la reducción de los impactos globales del uso de los recursos y la mejora de la eficacia de dicho uso, de conformidad con los artículos 1 y 4 de la Directiva 2008/98/CE, contribuyendo así al desarrollo sostenible.

Así mismo, esta directiva pretende mejorar el comportamiento ambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos, es decir, de los productores, distribuidores, Gobierno, consumidores y de las organizaciones directamente implicadas en la recolección, aprovechamiento o tratamiento de los RAEE. (Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE – MADS 2017).

En cuanto a metas de recolección y gestión de RAEE, la Directiva obliga a los productores a dar cumplimiento de la siguiente forma: a partir del año 2016 el índice mínimo de recolección que debió haberse alcanzado fue del 45% anual y a partir del año 2019 este porcentaje se incrementó al 65%. El valor base para el cálculo de

[15] DIRECTIVA 75/442/CEE del CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS de 15 de julio de 1975 relativa a los residuos.

[16] DIRECTIVA 91/156/CEE del CONSEJO de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos. Diario Oficial No L 078 de 26/03/1991 p. 0032 – 0037.

[17] DIRECTIVA 2006/12/CE del PARLAMENTO EUROPEO y del CONSEJO de 5 de abril de 2006 relativa a los residuos.

[18] DIRECTIVA 2008/98/CE del PARLAMENTO EUROPEO y del CONSEJO de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos.

[19] TESIS DOCTORAL Análisis comparado de la aplicación del principio europeo de responsabilidad ampliada del productor en envases, vehículos fuera de uso y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Álvaro Rodríguez, 2017.

la meta de recolección es igual al promedio del peso de los aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado en los tres años anteriores al año objeto de evaluación. La Directiva da también la opción de utilizar la metodología del RAEE generado, para lo cual cada país debe alcanzar el objetivo de recolección del 85%.

Otros estados de Europa como Suiza y Noruega también han adoptado normativas y sistemas de gestión de los RAEE similares a los de la UE aunque fueron implementados con anterioridad.

En Asia, países como Japón, Taiwán, Tailandia, India, China y Corea del Sur han desarrollado e implementado la normativa de recolección de residuos electrónicos.

En América del Norte se ha experimentado también un rápido aumento en la actividad legislativa de los RAEE durante los últimos años. Hacia septiembre de 2014, 25 estados de Estados Unidos y ocho provincias de Canadá habían puesto en marcha sistemas o aprobado la legislación para la creación de sistemas de reciclaje de los RAEE. (Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE – MADS 2017).

En el caso de Latinoamérica, Costa Rica, Colombia y el Perú tienen normativas específicas para la gestión de RAEE con cubrimiento nacional, mientras que Brasil, México y Argentina poseen regulaciones en algunas de sus provincias o departamentos. No obstante, son notorios los avances de los países latinoamericanos en este aspecto, en donde otros países como El Salvador, Panamá, Venezuela, Ecuador y Chile están próximos a la expedición de sus respectivas normas, basadas en el principio de la Responsabilidad Extendida del Productor, según la experiencia internacional.

De forma transversal y en el contexto internacional, existen convenios y tratados que aplican a la gestión integral de los RAEE, como son el Convenio de Basilea, el Protocolo de Montreal, el Convenio de Estocolmo y el Convenio de Minamata.

El **Convenio de Basilea** sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, es un tratado multilateral que pretende suprimir las pautas del comercio de desechos nocivos y peligrosos para la salud y el ambiente. Este convenio fue suscrito por 186 países, dentro de los cuales se encuentra Colombia.

Los residuos electrónicos, por su composición, "suelen contener elementos que se consideran peligrosos. *Por ello, el Convenio afirma que, para proteger la salud de las personas y el medio ambiente, los desechos peligrosos no deben comercializarse con total libertad como los productos comerciales ordinarios y, a tal efecto, establece un proceso de declaración por escrito y solicitud de autorización para todos los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos.*

La exención reglamentaria del Convenio de Basilea sobre los equipos destinados a ser reutilizados es totalmente compatible con su principal objetivo medioambiental que es el de evitar la generación de desechos, ya que la reutilización alarga el ciclo de vida de los AEE y por tanto mitiga la generación de desechos peligrosos.

La reutilización promueve la conservación de los recursos naturales porque prolonga la funcionalidad de la electrónica y evita la necesidad de reciclado o eliminación, al menos por un tiempo. No obstante, y debido a que la distinción entre si algo es un desecho o no y por consiguiente el que pueda ser reutilizado o no, se ha hecho compleja a través de los años y lleva mucho tiempo discutiéndose en el Convenio de Basilea. En la última Conferencia de las Partes (COP14) no pudo llegarse a un consenso".[20]

Según estudios realizados, se evidencia que actualmente los RAEE se exportan a países en vía de desarrollo. Países como Sudáfrica, Marruecos, Egipto, Namibia y Rwanda, cuentan con algunas instalaciones para el reciclaje de residuos electrónicos, pero estas coexisten con un amplio sector informal.

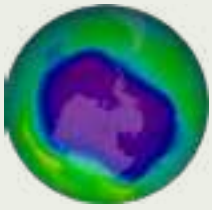
[20] Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G.

Así, algunas de esas empresas de reciclaje tienen dificultades para progresar y aumentar los volúmenes procesados, aunque también se están poniendo en marcha proyectos piloto y tendencias interesantes mediante nuevas iniciativas. Por otra parte, países de gran superficie como Nigeria, Kenya y Ghana siguen dependiendo mucho del reciclaje informal. Un estudio realizado en Nigeria muestra que, en 2015 y 2016, se importaron anualmente en el país, a través de los dos principales puertos de la ciudad Lagos, entre 60.000 y 71.000 toneladas de AEE usados. La mayor parte de esos residuos importados provenían de países desarrollados como Alemania, Reino Unido, Bélgica, Estados Unidos, etc. Además, una prueba de funcionalidad básica mostró que, en promedio, al menos el 19% de los dispositivos no funcionaban. [21]

Lo anterior debido a que los equipos usados se rompen al llegar a su destino y deben considerarse residuos electrónicos, aun cuando puedan repararse algunas piezas o utilizarse directamente como artículos de segunda mano, es probable que acaben considerándose residuos electrónicos; esto sumado a que los países de bajos ingresos no poseen infraestructura para la gestión ambientalmente adecuada de los RAEE, lo cual genera altas probabilidades de aumentar los daños a la salud humana y al ambiente por una gestión inadecuada.

La Secretaría del Convenio (2015) establece que en la mayoría de los casos estas "particularidades" se deben a factores como los bajos costos de exportación a países en vía de desarrollo y la disponibilidad de mercados para materias primas o para el reciclaje.

Actualmente existen tres propuestas de enmienda (Rusia, UE y Ghana-Suiza) a la Convención de Basilea para reclasificar algunas categorías de RAEE y realizar un mejor control de estos movimientos transfronterizos, las cuales se espera que se discutan en la COP 15 de Junio 2022.



El **Protocolo de Montreal** es un acuerdo ambiental internacional que logró ratificación universal para proteger la capa de ozono de la tierra y tiene como objetivo la protección de la misma mediante el establecimiento e implementación de medidas para controlar la producción total mundial y el consumo de sustancias que la agotan (sustancias agotadoras de la capa de ozono – SAO).

En relación con la gestión y el manejo de los RAEE, los objetivos perseguidos por el Protocolo de Montreal se deben considerar tanto en la etapa de manufactura de Aparatos Eléctricos y Electrónicos que requieren para su funcionamiento SAO, como también al final de la vida útil de estos equipos, para lograr una gestión ambientalmente segura de las SAO contenidas en ellos. Los principales sectores de manufactura de aparatos eléctricos y electrónicos involucrados con la gestión de SAO son refrigeración y acondicionamiento de aire, que contienen estas sustancias concentradas como fluidos refrigerantes en los circuitos de refrigeración y en forma diluida en las espumas de poliuretano utilizadas como aislamiento térmico. (Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE – 2017).

[21] Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G.

El **Convenio de Estocolmo**, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) fue aprobado en una Conferencia de Plenipotenciarios el 22 de mayo de 2001 en Estocolmo, Suecia. El Convenio entró en vigor el 17 de mayo de 2004, noventa días después de la presentación del quincuagésimo instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión del Convenio.

El objetivo principal del Convenio de Estocolmo es proteger la salud humana y el medio ambiente de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) a través de una serie de medidas destinadas a reducir y de última eliminar sus descargas.[22]

En relación con los RAEE, el Convenio de Estocolmo establece la necesidad de implementar las Mejores Tecnologías Disponibles – MTD y las Mejores Prácticas Ambientales – MPA para el manejo de equipos o aparatos con Bifenilos Policlorados - PCB y de plásticos con retardantes de llama.

Entendiendo que las MTD son la etapa más eficaz y avanzada en el desarrollo de actividades y sus métodos de operación, que indican la idoneidad práctica de determinadas técnicas y las MPA describen la aplicación de la combinación más adecuada de medidas y estrategias de control ambiental.

CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO

Bajo este convenio se viene desarrollando en Colombia el Proyecto PNUD/COL 98842 desde el año 2016, que establece la implementación de una serie de estrategias enfocadas a las MTD y MPA para minimizar y controlar la emisión de los COP no intencionales, dentro de las cuales se encuentran aquellas destinadas para el manejo ambientalmente adecuado de RAEE.

Por su parte, el **Convenio de Minamata** sobre el mercurio, aprobado en el 2013, incluye en su artículo 4°, una serie de medidas sobre los "productos con mercurio añadido" dentro de los cuales se encuentran, con algunas excepciones y límites de contenido de mercurio, las lámparas fluorescentes compactas y lineales, las lámparas de vapor de mercurio de alta presión, los interruptores, relés y las baterías. Estas medidas contemplan la prohibición– adoptando las medidas pertinentes– de la fabricación, la importación y la exportación de tales productos después del 2020. (Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE – 2017).

[22] UNEP-POPS-PAWA-SC10-Achievementbooklet

Según el informe del Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2020[23], las subregiones que tienen una legislación de residuos electrónicos más desarrollada son las de Europa. En este continente, las cantidades de residuos electrónicos que constan como recolección y reciclaje también son las mayores. Otros países con una legislación desarrollada en materia de recogida y reciclado de residuos electrónicos son los de América del Norte, Asia Oriental y Asia Meridional. Hay varias regiones que carecen totalmente de legislación nacional de residuos electrónicos, como ocurre en grandes partes de África, el Caribe, Asia Central, Asia Oriental y Melanesia, Polinesia y Micronesia.

En dicho informe se concluye también que las políticas de residuos electrónicos que ya están aplicándose deben contribuir al desarrollo de modelos de economía circular a través de medidas reglamentarias que no se limiten a favorecer la recolección y el aprovechamiento (incluido el reciclaje). Siendo necesarias estrategias contundentes para cambiar la orientación de las medidas políticas hacia la reutilización, el reacondicionamiento y la refabricación o remanufactura de los AEE al final de su vida útil.

Asimismo, sugiere que estas reglamentaciones comprendan incentivos o exenciones para que los productores realicen mejoras en el diseño de los productos en la fase de producción, con el fin de que una vez se desechen o descarten definitivamente se facilite el reciclado y de esta forma producir aparatos que sean más fáciles de reparar y de mayor duración.

Igualmente, estas reglamentaciones deben dirigirse tanto a la utilización más eficiente de los recursos para mejorar los procesos de producción, como a la recuperación de los materiales valiosos que contienen los AEE; es decir contemplar aspectos tecnológicos y comportamientos tanto de los productores como los demás actores de la cadena (distribuidores, consumidores, empresas gestoras, entre otros).

Como se mencionó de manera sucinta anteriormente, la mayoría de las regulaciones tienen como base el principio de la "Responsabilidad Extendida del Productor" (REP), que surgió en círculos académicos a principios de los años 90s, y suele considerarse un principio de política que exige a los fabricantes que acepten la responsabilidad de todas las etapas de la vida útil de sus productos, incluida la gestión del fin de la vida útil.

El principio tiene tres objetivos principales:

Hay que incentivar a los fabricantes para que mejoren el diseño medioambiental de sus productos y el desempeño ambiental del suministro de dichos productos.

Los productos deben alcanzar un alto índice de utilización.

Deben preservarse los materiales mediante procesos de recogida, tratamiento, reutilización y reciclado que sean eficaces y respetuosos con el medio ambiente.

[23] Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos– 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G

Ilustración 2. Principales objetivos de la REP.

Fuente: Observatorio mundial de residuos electrónicos 2017. Baldé, C.P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P.

Desde la primera publicación del Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017, cada vez más políticas y legislación en materia de residuos electrónicos abordan aspectos de diseño y producción más sofisticados y dejan de centrarse en los aspectos estrictamente curativos de la gestión de los residuos. Las consideraciones que anteceden están en consonancia con las crecientes iniciativas políticas mundiales en pro de una economía circular. Asimismo, en respuesta a las previsiones más recientes en cuanto al aumento de los residuos electrónicos al año 2050 y 2100, incluida la posibilidad de que el volumen de RAEE que se genera anualmente se multiplique por más de dos en los próximos 30 años, es necesario reconsiderar los enfoques actuales o, al menos, aplicar con firmeza las leyes y los reglamentos vigentes. (Observatorio mundial de residuos electrónicos, 2020).

2. Capítulo
SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RAEE EN COLOMBIA

A continuación se presenta un panorama general de la gestión integral de los RAEE desde el punto de vista del ciclo de vida de los AEE y desde los elementos constitutivos de los sistemas de recolección y gestión selectiva, cuyo principal objetivo es asegurar la protección de la salud humana y del ambiente, a través de la implementación de un principio ambiental universal, el principio de Responsabilidad Extendida del Productor, para el manejo ambientalmente adecuado de estos aparatos cuando se convierten en residuos.

2.1 Panorama general de la gestión de RAEE

Los RAEE al tener en su interior gran variedad de sustancias, tanto de valor como de preocupación ambiental, requieren que todas las etapas de su gestión sean controladas, para evitar riesgos a la salud y al ambiente, es por esto que el Gobierno Nacional ha diseñado instrumentos normativos, administrativos, técnicos y económicos que buscan incentivar el aprovechamiento de los RAEE desde una perspectiva económica, ambiental y social, impulsando la participación de todos los actores involucrados en el desarrollo de estrategias que faciliten la gestión integral de estos residuos.

De esta manera en Colombia a través de la Ley 1672 de 2013, se han establecido los lineamientos para la gestión ambientalmente adecuada de los RAEE. Esta ley estipula que los RAEE, son residuos de manejo diferenciado por lo que está prohibida su disposición final en rellenos sanitarios y es deber de los productores, importadores y comercializadores de los AEE, comprometerse con la recolección de los residuos de estos aparatos ya sea (i) diseñando un Sistema de Recolección y Gestión individual que se implementa y financia bajo su exclusiva responsabilidad, o (ii) vinculándose a un sistema colectivo que deberá estar conformado exclusivamente por productores de AEE y que gestiona los RAEE a través de empresas que cuenten con las licencias, permisos y autorizaciones de ley para realizar esta actividad.

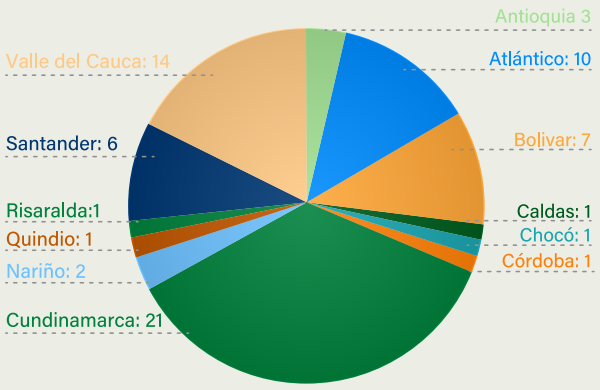
El manejo de los RAEE en Colombia constituye una actividad objeto de licenciamiento ambiental de acuerdo a lo establecido en el artículo 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015, el cual establece que las autoridades ambientales regionales deberán otorgar o negar licencia ambiental para: *"La construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento (recuperación/reciclado) y/o disposición final de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y de residuos de pilas y/o acumuladores".*

En ese sentido, con el fin de identificar el universo de gestores de RAEE que cuentan con Licencia Ambiental en el país, se realizó desde la Corporación EcoCómputo, la revisión de las páginas Web y centros documentales de las diferentes Autoridades Ambientales regionales y municipales del país, y en la base de *"Gestores de Residuos Peligrosos y Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Colombia"* registrados ante las Autoridades Ambientales y consolidada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, disponible para consulta pública en el siguiente enlace:

http://rua-respel.ideam.gov.co/respelpr2009/mapa.php

De esta búsqueda y consulta, se identificaron sesenta y dos (62) empresas gestoras de RAEE que cuentan con una Licencia Ambiental, con sesenta y ocho (68) sedes licenciadas, ubicadas en doce (12) departamentos del territorio nacional. En la Gráfica 4 se puede apreciar la distribución geográfica de las diferentes sedes y plantas de procesamiento de los gestores RAEE.

Gráfica 4 Distribución geográfica Gestores RAEE



Fuente: EcoCómputo, 2022

Es de resaltar que esta identificación solo buscó establecer el número de empresas que cuentan con Licencia Ambiental para el manejo de RAEE, expedida por la Autoridad Ambiental competente. Sin embargo, es necesario verificar si la totalidad de los gestores identificados se encuentran operando realmente, o si sólo cuentan con el documento de autorización.

De esta manera, el 31% de las sedes de los gestores se ubican en el departamento de Cundinamarca, diez (10) de en la ciudad de Bogotá, cuatro (4) en el municipio de Mosquera, dos (2) en el municipio de Funza, una (1) en Soacha, una (1) en Cajicá y tres (3) más en el municipio de Cota.

Un 18% de las sedes de los gestores se encuentran en el Valle del Cauca, siete (7) de en el municipio de Yumbo, tres (3) en el municipio de Palmira, dos (2) en Candelaria, una (1) en la ciudad de Cali y una (1) Cartago.

Igualmente, se encontró que un 21% de dichas sedes se encuentran ubicados en los departamentos de Atlántico y Santander; en el primero de ellos nueve (9) de éstas se ubican en la ciudad de Barranquilla y una (1) en Baranoa; y en el segundo departamento, el 83% que equivalen a cinco (5) sedes, se ubica en el municipio de Girón y un 17%, es decir una sede, se ubica en la ciudad de Bucaramanga.

Así mismo, un 13% de las sedes de los gestores se ubican en los departamentos de Antioquia (en Medellín) y Bolívar en donde una se ubica en el municipio de Turbana y seis (6) en la Ciudad de Cartagena; 7% de los gestores se distribuyen en los municipios de Planeta Rica, Córdoba; Armenia, Quindío; Dosquebradas, Risaralda; Manizales, Caldas; y Quibdó, Chocó. Finalmente, en el departamento de Nariño, en la ciudad de Pasto se ubican dos sedes, que corresponde al 3%.

Es de resaltar que las licencias ambientales existentes en el país, varían dependiendo de la autoridad ambiental que las otorga ; pues con anterioridad a la expedición de Resolución 076 de 2019, no se tenía homogenización de criterios ni de lenguaje respecto a las actividades autorizadas y los residuos a manejar integralmente, con lo cual se encuentran licenciadas actividades de: recolección, recepción, transporte, manejo, clasificación, almacenamiento (permanente y temporal), acopio, acondicionamiento, reparación, mantenimiento, reacondicionamiento, separación de componentes, comercialización, valorización, aprovechamiento, tratamiento, manejo integral y/o disposición final de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), entendido el aprovechamiento indistintamente en las diferentes autorizaciones como: desmantelamiento y despiece, desensamble manual, desensamble parcial, procesamiento (trituración y molienda), recuperación y reciclado.

Del mismo modo, los residuos autorizados para las actividades de manejo mencionadas anteriormente, en las licencias ambientales actuales, no cuentan con un lineamiento claro entorno a las categorías de RAEE a tratar en las instalaciones de los gestores; así, se encuentran licencias que autorizan el manejo de todo tipo de RAEE, otras con algunas especificaciones por categorías de color, clasificación de los residuos de acuerdo al Anexo I y Anexo II del anterior Decreto 4741 de 2005, compilado en el Decreto 1076 de 2015. (artículo 2.2.6.2.3.6)

El aprovechamiento de los RAEE en las instalaciones de los gestores consiste en general, en separar y clasificar de forma manual y algunas veces con ayudas mecánicas, los componentes y materiales que conforman estos RAEE, los cuales típicamente tienen fracciones de: metales ferrosos, metales no ferrosos, plásticos, tarjetas de circuito impreso, vidrio, y componentes peligrosos, entre otros.

La Corporación EcoCómputo, como Sistema líder de Recolección y Gestión de Residuos de Computadores y Periféricos, en el año 2018 abrió convocatoria para ampliar el número de gestores y de instalaciones gestoras de RAEE que podrían trabajar con el colectivo; convocatoria a la que se presentaron diecinueve (19) empresas gestoras de las cuales se obtuvo información valiosa para analizar el manejo integral de RAEE desde la perspectiva técnica, ambiental y económica en el país. En la Tabla 1 se presenta un resumen del reciclaje de RAEE en Colombia desde estas perspectivas.

Tabla 1 Perspectivas del reciclaje en Colombia

Perspectiva	Detalle
Técnica	El desensamble realizado por los gestores RAEE en Colombia consiste en un proceso manual, mediante el uso de herramientas como taladros y destornilladores eléctricos y en algunos casos neumáticas (sistemas neumáticos de desensamble), así como herramientas más sencillas como cortafríos, martillos, alicates, llaves de tuerca, cizallas y pulidoras.
	Algunos de los gestores evaluados, cuentan también con herramientas mecánicas como trituradoras, prensas de mesa, tronzadoras, molinos y máquinas pelacables o granuladoras de cables, aunque no todos cuentan con estas últimas; también es común encontrar uso de compactadora para poder almacenar de mejor manera residuos voluminosos como el plástico y la chatarra, así como otros residuos reciclables como cartón y papel que pueden generarse por el embalaje de los residuos.
	El 31% de los gestores evaluados realizan un desensamble parcial de los RAEE, el cual consiste en separar los principales partes o componentes que conforman los RAEE, identificando las corrientes limpias para su aprovechamiento.
	El 69% de los gestores evaluados, realizan un desensamble total de los RAEE, que consiste en un desmantelamiento completo de los equipos y sus componentes, incluyendo la extracción de fracciones peligrosas y su posterior disposición final.
	Las instalaciones en las que se desarrollan los procesos de gestión de RAEE son bodegas que por lo general incluyen espacio para oficinas y que tienen un promedio de área de 2.210 m2, con una capacidad operativa promedio de 205 ton /mes y 35 colaboradores en promedio.
	El 32% de los gestores evaluados cuenta con certificaciones de Sistemas de Gestión de la Calidad, Gestión Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo, bajo las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, OHSAS 18001:2007 (ahora ISO 45001) y RUC; de estas certificaciones, la que se certifica con mayor frecuencia es la ISO 14001:2015.

Perspectiva	Detalle
Ambiental	Desde el marco normativo se priorizan acciones de reutilización y aprovechamiento de los RAEE, con el fin de promover la reincorporación de los componentes, partes o materiales obtenidos del procesamiento de estos residuos en otros ciclos económicos y productivos.
	El material ferroso resultante del procesamiento de los RAEE es aprovechado a nivel nacional principalmente por el sector de la siderurgia; otros metales no ferrosos como el cobre, bronce y aluminio son comercializados a nivel local y posteriormente exportados a países como Bélgica, Brasil, China, Corea del sur, Estados Unidos, Grecia, Japón, entre otros.
	Los principales componentes y fracciones peligrosas más representativas de los RAEE se están procesando de la siguiente manera: Las tarjetas de circuito impreso en su mayoría son trituradas y su valorización se da a través de procesos de refinación térmica en Europa, Canadá o Norteamérica, donde se encuentran las principales refinerías del mundo; antes de exportarlas los gestores retiran los condensadores con un diámetro superior a 25 mm, pues es lo establecido por la Directiva de la Unión Europea además de la NTC 6352-2, esto con el fin de evitar que los ácidos orgánicos con diversos disolventes y aditivos presentes en ellos, puedan salir durante el proceso de trituración o de refinación y contaminar otras fracciones. Luego de retirados, estos condensadores son tratados a altas temperaturas en incineradores para residuos peligrosos o dispuestos en celda de seguridad.

Perspectiva	Detalle
Ambiental	Las pantallas de cristal líquido de monitores y televisores, que utilizan como iluminación de fondo tubos de mercurio pueden llegar a tener de 30 a 60 mg de mercurio, por lo cual se desensamblan y separan de forma cuidadosa para evitar el rompimiento de los tubos y con ello la liberación del mercurio en forma de gas; posteriormente se envían a tratamiento especializado, el cual en Colombia está dado por una descontaminación de alta eficiencia y el procesamiento de elementos contaminados con mercurio, aprovechando el resto de materiales en diferentes procesos industriales.
	Los tóneres se están aprovechando en un 95%, reduciendo así el impacto generado por la eliminación de plásticos que pueden ser aprovechados.
	Las lámparas de descarga de gas que constituyen los tubos largos, redondos, utilizados en iluminación, se someten a procesos de separación de los componentes.
	Los cables eléctricos exteriores son enviados a gestores que cuenten con peladoras de cables o trituradoras de cables, dependiendo del cable de que se trate (tipo diámetro y cantidad a tratar); con estos procesos se separan los metales de los plásticos pudiendo así valorizar los metales presentes en los cables como lo es el cobre, y proceder a la disposición final en celda de la cubierta plástica que rodea el cable.
	Con los componentes que contienen mercurio, como la iluminación presente en impresoras y los interruptores en diferentes equipos como neveras, se realizan procesos de tratamiento químico de residuos y desmercurización de éstos.

Perspectiva	Detalle
Económica	El balance económico total para una empresa gestora de RAEE depende de diversas variables, que en su forma más simple se pude expresar como: Balance económico = Ingresos – Egresos Los ingresos incluyen básicamente lo que el gestor puede percibir por la venta de materiales, encontrándose que la mayor remuneración que perciben los gestores por las fracciones resultantes de RAEE corresponde al cobre y las tarjetas de circuito impreso, pudiendo obtener, dependiendo del nivel de descontaminación de las tarjetas y la tasa de cambio del mercado, una remuneración promedio para tarjetas de circuito impreso depende del grado de calidad de éstas: de bajo grado desde $1.000 pesos/Kg, medio grado $8.000/Kg y alto grado $16.000/Kg. El grado de la tarjeta se tasa principalmente, según sea su contenido de oro y de otros metales preciosos.
	El beneficio financiero percibido por las tarjetas de circuito impreso se incrementa de acuerdo con el valor de los metales presentes en éstas, encontrándose que la mitad de las tarjetas de circuito impreso se pueden clasificar como grado bajo y sólo entre un 10% a 20% son de grado alto. Es por ello por lo que las empresas gestoras prestan especial interés en la clasificación de las tarjetas para poder crear más valor, pues entre mejor clasificadas estén, se mejora el beneficio financiero percibido. Así, se puede presumir que el precio promedio reportado por los gestores corresponde a tarjetas de medio grado, que a su vez corresponde del 20 al 40% de las tarjetas
	Para todas las fracciones peligrosas que deben gestionarse de manera segura, se tiene una moda estadística de $1.500/Kg y un precio promedio de $550/Kg de la chatarra, diferente a los plásticos que se reduce a los $200/Kg.

Perspectiva	Detalle
Económica	Es importante resaltar que de expedirse la regulación sobre el manejo de los plásticos con BFR – retardantes de llama bromados (residuos peligrosos no aprovechables que requieren eliminación), los gestores deberán pagar por la gestión de estos plásticos contaminados, dejando de percibir un ingreso por estos, que, pese a que no corresponde al 100% de los plásticos, resultará en un impacto económico para los gestores.
	Los egresos por su parte, en su forma más general están asociados a las categorías de RAEE que la empresa trate, al nivel de cumplimiento de estándares técnicos de la empresa (mantenimiento de sistemas de gestión o de certificaciones), y a los servicios prestados. Una aproximación a los gastos mínimos que deben considerarse en una empresa gestora de RAEE son: Egresos = compra de RAEE (si existe) + costos de disposición + costos de transporte interno y externo + costos de personal + costos de infraestructura + costos de equipos + costos de administración + costos de depreciación.
	Según los tipos de RAEE que se traten, no es extraño encontrar que en una empresa que se esmere por trabajar con altos estándares de calidad y cumplimiento de las regulaciones nacionales, su balance económico total sea negativo. Esta razón es precisamente la que justifica la adopción de políticas en los países, como la Responsabilidad Extendida del Productor, por medio de la cual se trata de subsanar dicho déficit y hacer posible el reciclaje ambientalmente racional.
	Desde el empresariado y desde la Corporación EcoCómputo, se promueve el cumplimiento de estándares técnicos y de calidad en la gestión de RAEE, sin perder de vista que la adopción y el mantenimiento del cumplimiento de esos estándares técnicos generan mayores costos de gestión. Infortunadamente, esta situación puede conllevar a que en el mercado se ofrezcan tarifas de gestión más económicas, amparadas muchas veces en prácticas ilegales o en un tratamiento deficiente de las fracciones posteriores al desensamble de los RAEE, lo que acarrea efectos sociales, ambientales y económicos no deseados.

Fuente: EcoCómputo, 2022

2.2 Generación de RAEE en Colombia

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible aplicó en 2019 una distribución probabilística (Weibull) para estimar los tiempos de vida útil de los AEE. De acuerdo con esta metodología, se estimó que para el 2019 la generación de RAEE en Colombia se situaba en el rango de 162 a 235 kt. Esta cifra difiere de las 318 Kt (6,3 kg/Hab) o lo que es igual a 318.000 Toneladas, reportadas por el informe "The Global E-waste Monitor 2020", lo cual puede atribuirse a diferencias en los datos de importación, exportación o fabricación nacional de AEE utilizados en los cálculos.

Así, considerando la capacidad operativa total de los 19 gestores evaluados en 2018 en la Convocatoria de EcoCómputo, se estima una capacidad de procesamiento nacional promedio de 3.617 toneladas de RAEE mensuales, que al año corresponden a un promedio de 43.404 Toneladas, lo que representa un 14% de la cantidad de residuos electrónicos generados en Colombia para el año 2019, según el E-waste Monitor 2020. Es de resaltar que estas son cifras del 31% de los gestores licenciados del país, sin embargo, se considera que pudiesen ser la mayor fuerza operativa representativa del país en la gestión de residuos electrónicos.

De conformidad con los considerandos que sustentan la Resolución 0851 de 2022 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y con base en el *"Registro de productores y comercializadores de aparatos eléctricos y electrónicos – RPCAEE", reglamentado mediante la Resolución 480 de 2020 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, "... en el 2019 se pusieron en el mercado 309.715 toneladas de AEE de consumo masivo. // Que de acuerdo con análisis técnicos realizados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se estimó que en el 2019 se generaron alrededor de 184 mil toneladas de residuos de los AEE importados al país de años anteriores, de las cuales en el mismo año se recogieron 37.008 toneladas (esto es, 20,2% del total de los RAEE generados y el 11,9% del total de los AEE puestos en el mercado) a través de los sistemas de recolección y gestión de residuos de computadores y periféricos, pilas y acumuladores, bombillas y otros RAEE, según el reporte oficial de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. // Que los mismos estudios del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible estiman que en el 2021 se habrían generado 197 mil toneladas de RAEE y que para el 2026 la generación llegará a cerca de las 216 mil toneladas, esto es, el 1,9% anual en el escenario más conservador".*

Lo anterior implica que la generación de RAEE se incrementará con una tasa del 9,4% en 5 años, según el Minambiente.

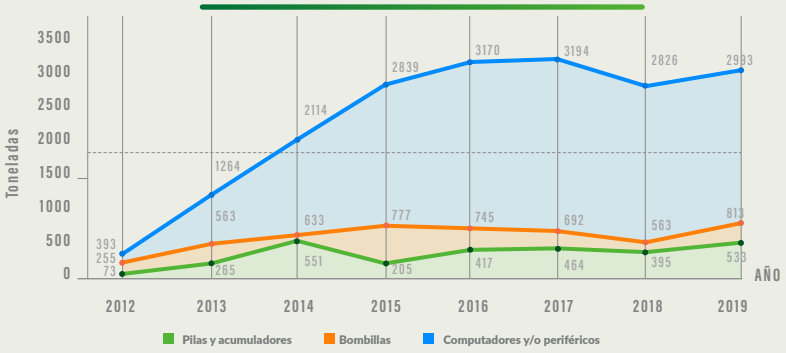
2.3 Cifras de recolección de RAEE

Los datos reales y tangibles con los que cuenta Colombia hoy en día en materia de la gestión integral de RAEE, están muy relacionados y son dependientes en primera instancia del suministro de información por parte de los gestores de RAEE, quienes son en últimas los que conocen y saben con exactitud el flujo de estos residuos con base en los procesos que realizan; no obstante, los gestores en muchas ocasiones son renuentes a compartir esta información.

En segunda instancia la información que ostenta Colombia en materia de RAEE proviene de los resultados en la implementación de las resoluciones 1297 (modificada por la Resolución 2246 de 2017), 1511 y 1512 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, las cuales tienen que ver con la REP en materia de residuos de pilas y acumuladores, bombillas, y computadores y periféricos, respectivamente. Resoluciones, que como se explicará más adelante han establecido definiciones, obligaciones y lineamientos para las diferentes etapas de gestión, entre las cuales se encuentran la recolección, el transporte, el almacenamiento y la gestión o tratamiento de los residuos recolectados.

Desde que inició la obligación de cumplir con metas de recolección de estos residuos en el año 2012, los programas posconsumo de RAEE que se encuentran en seguimiento por la ANLA, han logrado recolectar y gestionar como se muestra en la Gráfica 5 más de 26.000 toneladas de RAEE a corte del año 2019.

Gráfica 5. Histórico de recolección y gestión de residuos de pilas y acumuladores, bombillas, y computadores y periféricos, en cumplimiento a las resoluciones Posconsumo.

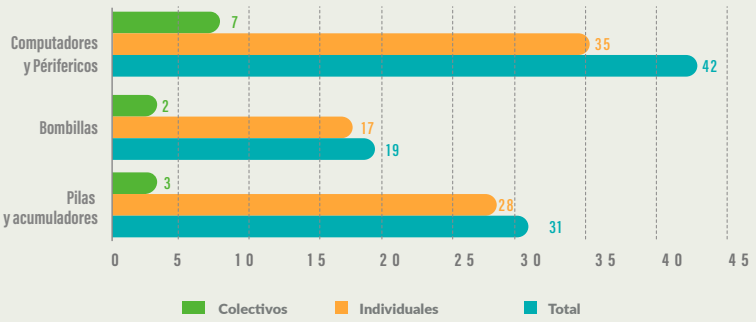


Fuente: EcoCómputo con datos suministrado por ANLA (2019-2020)

Nota: Las cantidades presentadas fueron validadas por la ANLA.

Igualmente, según datos reportados por la ANLA, actualmente se cuenta con un total de 92 programas de Recolección y Gestión de RAEE en seguimiento por parte de dicha autoridad, de los cuales 80 son individuales y 12 son colectivos.

Gráfica 6. Número de programas colectivos, individuales y totales por corrientes reguladas de RAEE.



Fuente: EcoCómputo, 2021 a partir de datos suministrados por ANLA 2021

Estos programas vinculan a más de 245 empresas consideradas productoras, que son objeto de aplicación de las resoluciones en referencia. El Minambiente tiene conocimiento que los 245 productores, cubren aproximadamente el 80% del mercado nacional.

Tabla 2. Productores con programa en seguimiento por ANLA / individuales y colectivos.

No. de productores con programas			
Corriente	**Total**	**En colectivo**	**En individual**
Pilas y acumuladores	47	19	28
Bombillas	76	59	17
Computadores y/o periféricos	124	89	35
Total	247	167	80

Fuente: EcoCómputo, 2021 según información de la ANLA.

De otra parte, tal y como establece el informe del Observatorio mundial de residuos electrónicos 2020, *"en la mayoría de los países en desarrollo, numerosos trabajadores autónomos del sector informal se dedican a la recogida y el reciclaje de residuos-e. La recuperación se realiza de puerta a puerta mediante la compra o la recogida de RAEE usados o residuos-e de hogares, empresas e instituciones públicas. Estos aparatos se venden con miras a su reparación, renovación o desmantelamiento. Los encargados del desmantelamiento descomponen manualmente los equipos en componentes y materiales que pueden comercializarse y utilizarse. Los encargados del reciclaje queman, lixivian y funden los residuo-e, a fin de convertirlos en materias primas secundarias. Este "reciclaje casero" provoca graves daños al medio ambiente y la salud de las personas."* [24]

[24] Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos– 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G.

Fotografía 1. Manejo inadecuado de RAEE en vía pública Bogotá.

Fuente: Sebastián Santa

Fotografía 2. RAEE de refrigeración dispuesto inadecuadamente en Providencia – San Andrés Islas.

Fuente: Sebastián Santa

En muchos casos estas prácticas indebidas comprenden la quema a cielo abierto para extraer metales, la lixiviación con ácidos para extraer los metales preciosos, el fundido de plásticos sin protección y el vertido directo de residuos peligrosos, tal y como se puede observar en la fotografía 2 del lado izquierdo.

El sector informal forma parte de la estructura laboral de América Latina, pero solo unos pocos países, como Brasil y Chile, están llevando a cabo acciones coordinadas de recolección de estos residuos para ser luego entregados y tratados por los gestores autorizados. El reconocimiento, la reglamentación y la integración de ese sector es claramente uno de los grandes problemas a los que se enfrenta la región. (Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos– 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G.).

A pesar de los avances normativos y la implementación de programas posconsumo bajo el enfoque de la REP, en Colombia en el sector informal se siguen manipulando y/o acumulando inadecuadamente grandes cantidades de residuos; además, existen diferentes prácticas desleales que distorsionan la gestión integral y ambientalmente adecuada de los RAEE, de forma tal que se exponen y exponen a las comunidades vecinas a riesgos para la salud y el ambiente, realizando estas actividades sin ningún conocimiento en el manejo adecuado de los residuos y sin ninguna protección personal; a esto se suma la falta de cultura y conciencia de los generadores de RAEE en el manejo ambientalmente adecuado de este tipo de residuos.

La otra práctica se enmarca en la ilegalidad, la cual a su vez tiene dos aristas que son los denominados free-riders, aquellos productores que no cumplen las normas aplicables pero se benefician de la implementación de estrategias por parte de otros productores que sí cumplen con la regulación, que terminan gestionando los residuos de los primeros, de forma gratuita y sin que realicen ningún tipo de inversión para esta gestión; y los otros evasores, son las personas que realizan el manejo de RAEE sin contar con las autorizaciones debidas, evadiendo las normas aplicables en general.

Para el último caso, preocupan los posibles impactos ambientales que genera un inadecuado manejo de los RAEE, teniendo en cuenta los componentes y sustancias presentes en éstos y que el objetivo general de quienes realizan estas actividades es obtener el máximo valor por kilogramo de RAEE "tratado[25]" sin importar las consecuencias en materia de salud y ambiente.

En este aspecto es fundamental que las autoridades ambientales regionales ejerzan con mayor frecuencia y firmeza actividades de vigilancia y control, en relación con las actividades y procesos que degraden la calidad de los recursos naturales renovables o de los ecosistemas estratégicos, a causa de un manejo y disposición inadecuada de RAEE; e igualmente logren que las cantidades recolectadas de RAEE generados en sus respectivas jurisdicciones ingresen a los Sistema de Recolección y Gestión para que puedan ser gestionados de manera ambientalmente segura.

2.4. Instrumentos para la gestión RAEE

En materia de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE y con base en la reglamentación de la Política de Residuos Peligrosos - RESPEL y el principio de Responsabilidad Extendida del Productor - REP, a nivel nacional se han emitido diferentes instrumentos de política pública, que regulan la materia.

La estrategia de la gestión de residuos posconsumo surgió en Colombia con la política de residuos peligrosos emitida en el año 2005, y su reglamentación correspondiente, dentro de la cual se destaca principalmente el Decreto 4741 de 2005, hoy compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible No. 1076 de 2015. No obstante, desde el año 1974 con el Código Nacional de los Recursos Naturales se dieron los lineamientos acerca de la obligatoriedad de que los productores (fabricantes o importadores) se hicieran cargo de estos una vez se convirtieran en residuos.

A continuación, se realiza una breve descripción cronológica de los instrumentos normativos que han regulado en el país la gestión de los RAEE, incluidos los que actualmente se encuentran vigentes:

I. Resoluciones de Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos (hoy Sistemas de Recolección y Gestión) emitidas en el año 2010, por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Se trata de tres actos administrativos que establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental[26]de (i) residuos de pilas y acumuladores, (ii) bombillas, y (iii) computadores y periféricos; los cuales tuvieron como principales fundamentos constitucionales, legales y técnicos para su expedición los siguientes:

- Artículos 79 y 80 de la Constitución Política Colombiana, consagran el derecho colectivo a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables a fin de garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y prevenir los factores de deterioro ambiental.

- Artículo 38 del Decreto-Ley 2811 de 1974, referente al Código Nacional de Recursos Naturales, el cual establece que por razón del volumen o de la cantidad de los residuos o desechos, se podrá imponer a quien los produce la obligación de recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso.

- Estudios técnicos desarrollados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) como soporte para la expedición de dichos reglamentos. Los actos administrativos corresponden a las siguientes resoluciones:

[25] El encomillado obedece a que este tratamiento no observa las buenas practicas ambientales y las mejores técnicas disponibles.

[26] Entendiéndose Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos como el instrumento de control y manejo ambien tal que contiene los requisitos y condiciones para garantizar la recolección selectiva y gestión ambiental de los residuos por parte de los productores.

Tabla 3 Actos administrativos Sistemas de Recolección Selectiva de RAEE

Número y fecha del acto administrativo	Tipo de corriente regulada	Ámbito de aplicación	Modificaciones
Resolución 1297 del 13 de julio de 2010	Residuos de pilas y acumuladores	Productores (fabricantes e importadores) de 3000 o más unidades al año, de los siguientes tipos de pilas, baterías y/o acumuladores: Pilas y/o baterías de pilas primarias clasificados mediante la partida 8506 del Arancel de Aduanas. Acumuladores eléctricos secundarios clasificados mediante las subpartidas 8507.30.00.00, 8507.40.00.00, 8507.80.00.10, 8507.80.00.20 y 8507.80.00.90 del Arancel de Aduanas.	Resolución 2246 del 31 de octubre de 2017. "Por la cual se modifica el artículo 10 de la Resolución, en relación con las metas mínimas de recolección y gestión". Resolución 0851 del 5 de agosto de 2022, que deroga las Resoluciones 1297 de 2010 y 2246 de 2017 a partir del 1°. de enero de 2023.
Resolución 1511 del 5 de agosto de 2010	Residuos de Bombillas	**Productores (fabricantes e importadores)** de 3000 o más unidades al año, de los siguientes tipos de bombillas: **Partida arancelaria 8539.31.00.00,** correspondiente a Lámparas y Tubos de Descarga, excepto los de rayos ultravioleta. Fluorescentes (de cátodo caliente). **Partida arancelaria 8539.31.10.00** correspondiente a Lámparas y Tubos de Descarga, excepto los de rayos ultravioleta. Fluorescentes, de cátodo caliente. Tubulares Rectos. **Partida arancelaria 8539.31.20.00** correspondiente a Lámparas y Tubos de Descarga, excepto los de rayos ultravioleta. Fluorescentes, de Cátodo caliente. Tubulares Circulares. **Partida arancelaria 8539.31.30.00** correspondiente a Lámparas y Tubos de Descarga, excepto los de rayos ultravioleta. Fluorescentes, de Cátodo caliente. Compactos integrados y no Integrados. **Partida arancelaria 8539.31.30.10** correspondiente a Lámparas y Tubos de Descarga, excepto los de rayos ultravioleta. Fluorescentes, de Cátodo caliente. Lámpara fluorescente integrada. **Partida arancelaria 8539.31.90.00** correspondiente a Lámparas y tubos de descarga, excepto los de rayos ultravioletas. Las demás lámparas. **Partida arancelaria 8539.32.00.00** correspondiente a Lámparas y tubos de descarga, excepto los rayos ultravioletas. Lámparas de vapor de mercurio o sodio; lámparas de halogenuro metálico. **Partida arancelaria 8539.39.90.00** correspondiente a las demás lámparas y tubos de descarga, excepto los rayos ultravioletas. Las demás lámparas. La resolución excluye de la aplicación de la resolución, las bombillas que se importen o fabriquen en el país con las siguientes finalidades: Servir de fuentes luminosas anti-insectos, aplicaciones medicinales, de investigación, fuentes de luz de radiación ultravioleta o infrarrojo y, en general, aquellos productos asociados a iluminación, pero destinados exclusivamente a aplicaciones distintas a la iluminación con propósitos visuales del ser humano. Bombillas que se importen o fabriquen en el país en las partidas arancelarias mencionadas anteriormente, para ser incorporadas como parte integral de automotores, navíos, aeronaves, electrodomésticos, equipos de electromedicina y demás aparatos, máquinas y herramientas. II	Resolución 0851 del 5 de agosto de 2022, que deroga la Resolución 1511 de 2010 a partir del 1°. de enero de 2023.

Número y fecha del acto administrativo	Tipo de corriente regulada	Ámbito de aplicación	Modificaciones
Resolución 1512 del 5 de agosto 2010	Residuos de Computadores y Periféricos. Entendiendo periféricos como el Conjunto de dispositivos hardware de una computadora que potencia la capacidad de éste y permite la entrada y/o salida de datos	Productores (fabricantes e importadores) de 100 o más unidades al año, de los computadores que se clasifiquen mediante las subpartidas 8471.30.00.00, 8471.41.00.00, 8471.49.00.00, 8471.80.00.00 y 8471.90.00.00 del arancel de aduanas, impresoras que sean clasificadas mediante las subpartidas 8471.60.11.00 y 8471.60.19.00 del arancel de aduanas y/o periféricos procedentes de otros países. La resolución se aplica a los productores de 100 o más unidades al año, de los siguientes equipos: a) Sistemas informáticos personales: Computadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado) y computadores portátiles (sistema integrado de unidad central, pantalla y teclado); b) Impresoras.	Resolución 0851 del 5 de agosto de 2022, que deroga la Resolución 1512 de 2010 a partir del 1º. de enero de 2023.

Estas resoluciones tenían estructuras similares, en las que principalmente se establecía las condiciones bajo las cuales se debía realizar la gestión de cada residuo posconsumo y que a continuación se presentan en comparación con lo dispuesto en la Resolución 0851 de 2022, norma actualmente vigente en la materia: Frente a las metas mínimas de recolección y gestión de residuos, las resoluciones establecieron los siguientes porcentajes anuales de cumplimiento:

Tabla 4 Comparativo Resoluciones anteriores con Resolución 0851 de 2022

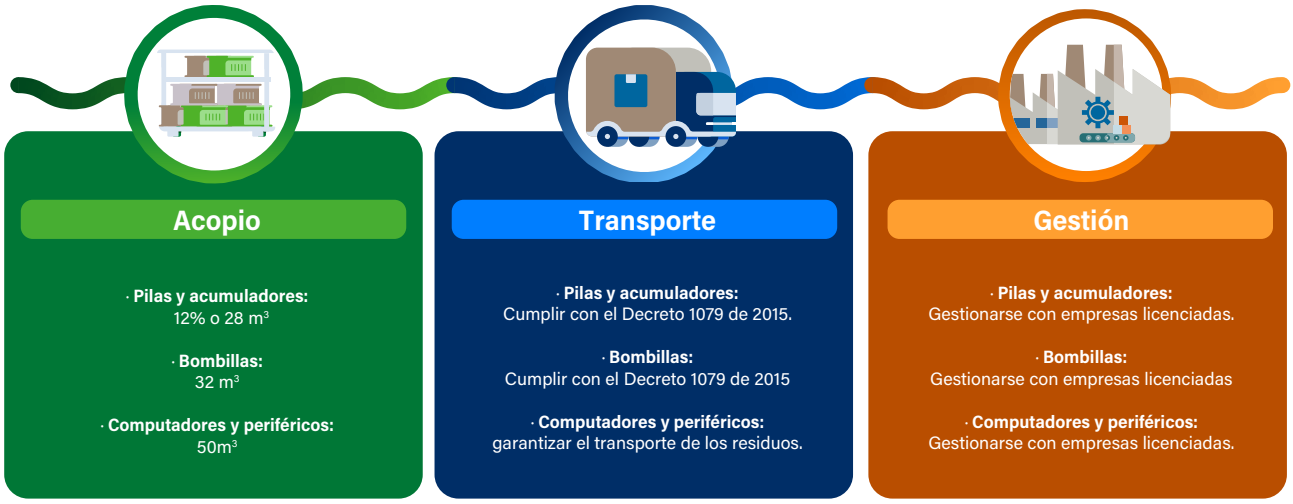
Resoluciones 1297, 1511 y 1512 de 2010	Resolución 0851 de 2022
El espectro de gestión de los RAEE se circunscribía a unas partidas parciales	Establece la clasificación nacional de los AEE y sus residuos, ampliando su espectro de gestión.
Metas mínimas de recolección y gestión anual de residuos, que se calcula y es igual al promedio de los productos puestos en el mercado por el productor en los dos años anteriores al año de evaluación, excepto para el caso de residuos de bombillas donde la base de cálculo es el promedio de los productos puestos en el mercado en los seis años anteriores, multiplicado por el porcentaje correspondiente el cual va incrementando anualmente.	Para las 3 corrientes de residuos, las metas mínimas de recolección y gestión anual de residuos, se calcula y es igual al promedio de los productos puestos en el mercado por el productor en los tres (3) años anteriores al año de evaluación, multiplicado por el porcentaje de recolección asignada a cada corriente, el cual va incrementando anualmente.
Lineamientos mínimos para la conformación del Sistema de Recolección Selectiva y Gestion Ambiental y presentación ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, para efectos de evaluación y seguimiento ambiental.	Define la información a presentar para la aprobación del Sistema de Recolección y Gestión de RAEE, el cual deberá presentarse a más tardar el 30 de abril del año siguiente a la conformación de este y estará sujeto a aprobación por parte de la ANLA de conformidad con lo dispuesto en el Art. 2.2.7A.4.4 del Decreto 1076 de 2015 - Único Reglamentario del Sector de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Resoluciones 1297, 1511 y 1512 de 2010	Resoluciones 1297, 1511 y 1512 de 2010
Para la evaluación de los Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental, únicamente se evaluaba el cumplimiento de la meta física de recolección, como la relación entre la cantidad de unidades y peso de los RAEE recolectados y gestionados, respecto de la meta establecida en unidades y peso a recolectar en el año de evaluación.	Se establece un sistema de indicadores multicriterio de gestión por resultados para la evaluación y monitoreo de los Sistemas de Recolección y Gestion de RAEE, el cual contempla los siguientes indicadores: (i) de recolección y gestión; (ii) de información y sensibilización a los consumidores; (iii) de cobertura geográfica; (iv) de investigación aplicada y desarrollo experimental en aprovechamiento de residuos; y (v) de fomento a la economía circular, con una ponderación mínima de 75 puntos sobre 100.
Anualmente y antes del 31 de marzo los sistemas que estén aprobados y en seguimiento por la ANLA, deben presentar un informe de actualización y avance de resultados frente a las diferentes obligaciones establecidas.	El informe anual de evaluación y seguimiento al Sistema de Recolección y Gestión deberá presentarse entre los meses de febrero y marzo del año siguiente, según nomenclatura de identificación del respectivo expediente.
Condiciones técnicas mínimas que permitan garantizar la gestión ambientalmente adecuada de los residuos en las etapas de recolección, acopio, transporte y gestión final (aprovechamiento, tratamiento o disposición final).	Se regula sobre los requisitos generales para la recolección de RAEE según los mecanismos que se implementen para tales efectos; requisitos específicos respecto de cada tipo de residuos para garantizar la integridad de los RAEE; establece 2 tipos de Sistemas de Recolección y Gestion, según se trate de residuos de consumo masivo o de uso industrial o profesional.
Condiciones técnicas mínimas que permitan garantizar la gestión ambientalmente adecuada de los residuos en las etapas de recolección, acopio, transporte y gestión final (aprovechamiento, tratamiento o disposición final).	Se regula sobre los requisitos generales para la recolección de RAEE según los mecanismos que se implementen para tales efectos; requisitos específicos respecto de cada tipo de residuos para garantizar la integridad de los RAEE; establece 2 tipos de Sistemas de Recolección y Gestion, según se trate de residuos de consumo masivo o de uso industrial o profesional.
Obligaciones para los diferentes actores de la cadena como productores, distribuidores y comercializadores, consumidores finales y entidades territoriales y ambientales, estos últimos con la obligación de poner en marcha y apoyar activamente los procesos de concientización y educación de la ciudadanía en relación con el posconsumo.	Amplia el ámbito de aplicación a los gestores de RAEE, quienes realizan el manejo integral de los residuos, en apoyo a los Sistema de Recolección y Gestion; así mismo establece las obligaciones de los comercializadores a AEE respecto de las condiciones para la aceptación de los RAEE en sus establecimientos de comercio.
El espectro de gestión de los RAEE se circunscribía a unas partidas parciales	Establece la clasificación nacional de los AEE y sus residuos, ampliando su espectro de gestión.
Metas mínimas de recolección y gestión anual de residuos, que se calcula y es igual al promedio de los productos puestos en el mercado por el productor en los dos años anteriores al año de evaluación, excepto para el caso de residuos de bombillas donde la base de cálculo es el promedio de los productos puestos en el mercado en los seis años anteriores, multiplicado por el porcentaje correspondiente el cual va incrementando anualmente.	Para las 3 corrientes de residuos, las metas mínimas de recolección y gestión anual de residuos, se calcula y es igual al promedio de los productos puestos en el mercado por el productor en los tres (3) años anteriores al año de evaluación, multiplicado por el porcentaje de recolección asignada a cada corriente, el cual va incrementando

Fuente: EcoCómputo, 2022

Cabe resaltar que con base en las obligaciones establecidas en las Resoluciones 1297, 1511 y 1512 de 2010, en relación con la obligación de destinar únicamente a actividades de aprovechamiento y valorización los residuos recolectados desde el año 2016, se incrementó la capacidad nacional para la gestión de este tipo de residuos, contando con diferentes plantas licenciadas que realizan la separación y recuperación de materiales presentes en las pilas primarias y las bombillas con contenido de mercurio y para el caso de computadores y periféricos, con centros de reacondicionamiento de equipos.

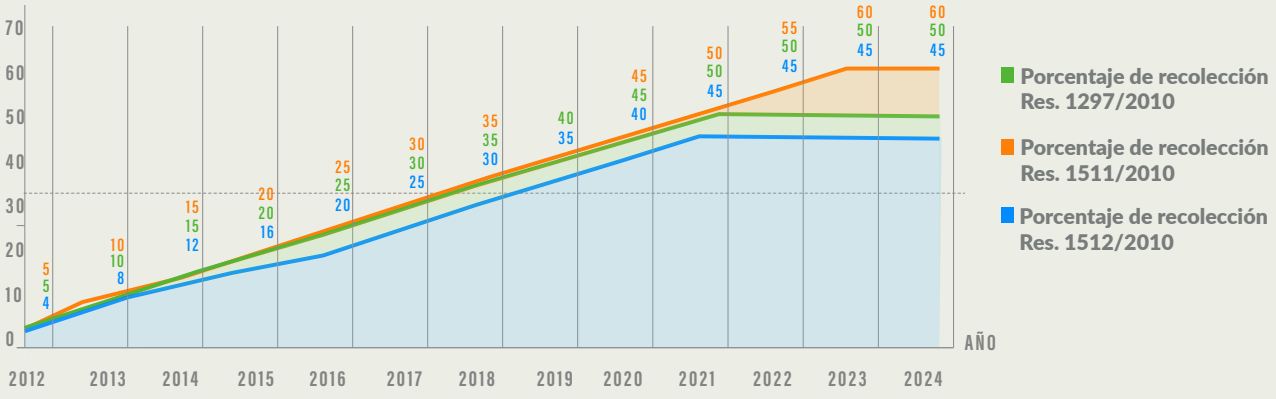
Ilustración 3 Comparativo resoluciones Sistemas de Recolección selectiva de RAEE



Fuente: Proyecto COL/98842, 2020

Frente a las metas mínimas de recolección y gestión de residuos, las resoluciones establecieron los siguientes porcentajes anuales de cumplimiento:

Gráfica 7. Porcentajes mínimos de recolección y gestión anual por cada resolución reglamentada desde el año 2012.

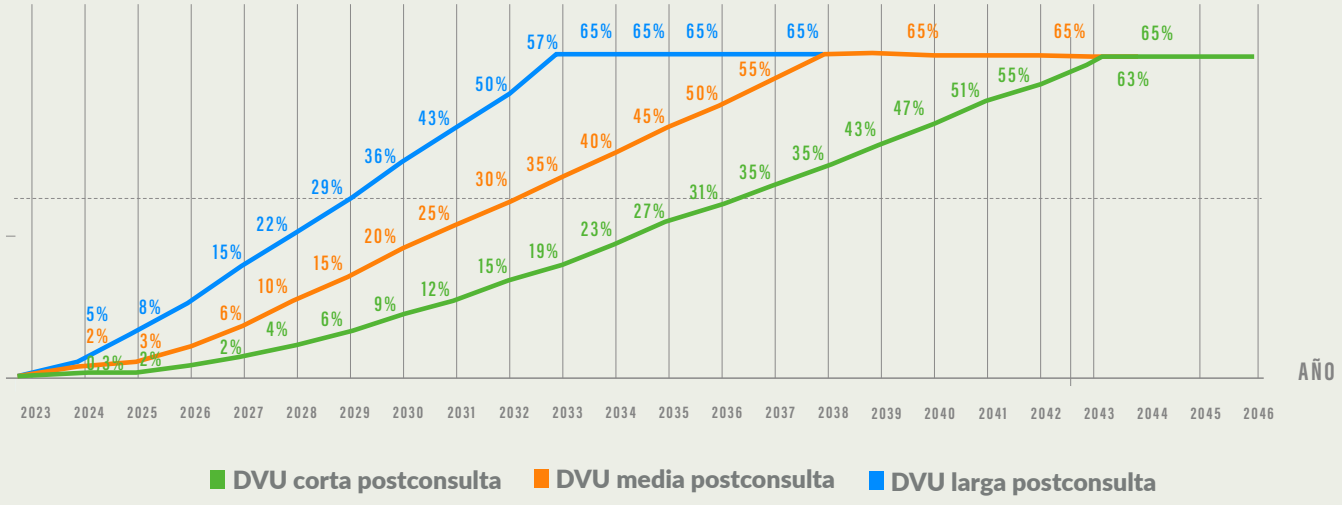


Fuente: Proyecto COL/98842, 2020

Respecto a la gráfica anterior, es importante anotar que las metas de recolección fueron modificadas mediante Resolución 0851 de 2022[27], según nuevos lineamientos establecidos en Ley 1672 de 2013 sobre la gestión integral de los RAEE en el país, con el fin de establecer un sistema de evaluación que incorpora indicadores de gestión por resultados tales como: (i) de recolección y gestión; (ii) de información y sensibilización a los consumidores; (iii) de cobertura geográfica; (iv) de investigación aplicada y desarrollo experimental en aprovechamiento de residuos; y (v) de fomento a la economía circular, con una ponderación mínima de 75 puntos sobre 100. Esta innovadora propuesta reconoce las inversiones propias e inherentes en la operación de los sistemas de recolección y gestión de los residuos recolectados, y paralelamente motiva a los productores a continuar implementando y mejorando las estrategias de información y sensibilización a los consumidores, a aumentar la cobertura geográfica y capacidad de recolección progresivamente y a invertir recursos en investigación y desarrollo de tecnologías que permitan realizar un aprovechamiento de los diferentes tipos de residuos regulados en el país. Se prevé que esto derivará en una mejora sustancial en material de educación y cultura del consumidor hacia la responsabilidad de la gestión posconsumo y como consecuencia el aumento de las cantidades de residuos entregados para su adecuada gestión; lo que representa una disminución del impacto negativo que está implicando la disposición de los RAEE en los sistemas de recolección de residuos ordinarios, su abandono en el espacio público o su gestión informal e inadecuada por parte de particulares, instalaciones o empresas no licenciadas.

La modificación realizada establece los criterios, la forma de cálculo y la valoración concedida a cada indicador, los mecanismos de verificación y la metodología de calificación para la evaluación y seguimiento anual del desempeño de los sistemas de recolección y gestión de RAEE.

Gráfica 8 Nuevas metas según Resolución 0851 de 2022



Fuente: EcoCómputo, 2022

Teniendo en cuenta que sólo hasta el año 2023, todos los productores entran en este nuevo esquema de evaluación, según el periodo de transición establecido, los efectos de esta nueva metodología aún no han sido evaluados.[27]

[27] Resolución 0851 de agosto 5 de 2022 y documento de soporte técnico.

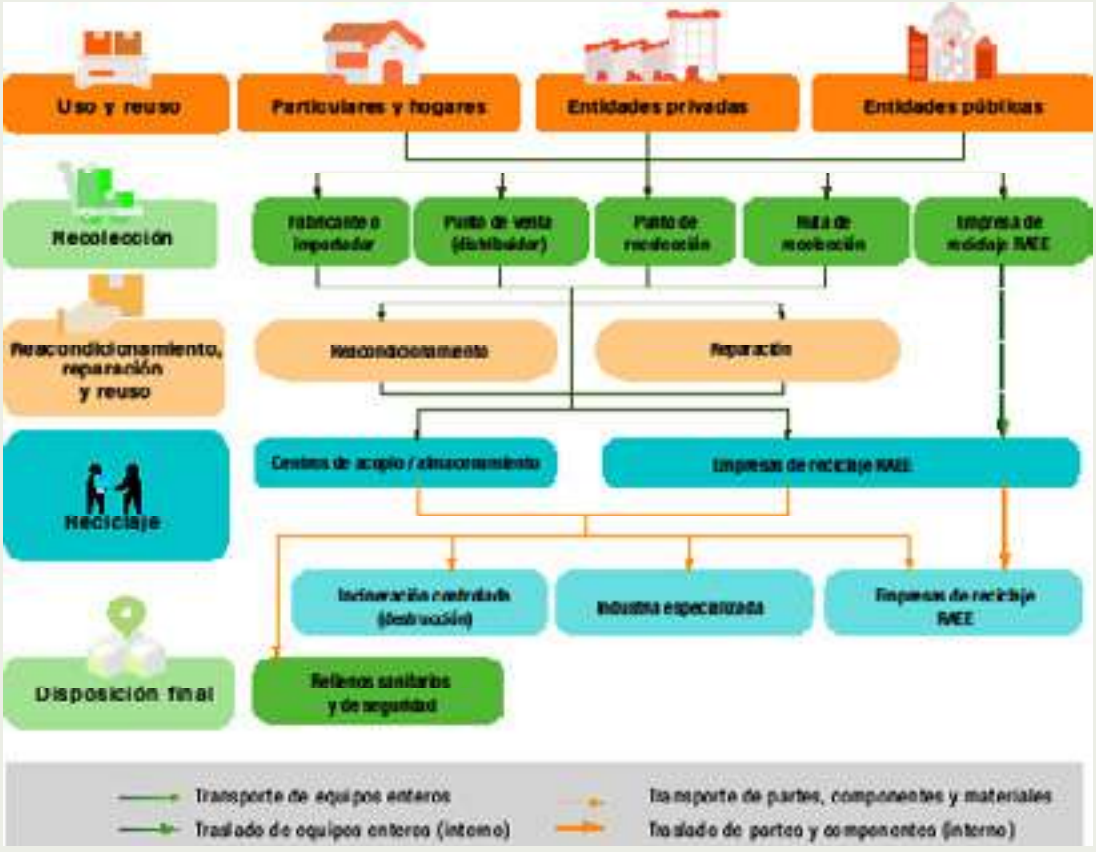
II. Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) – 2011.

Este documento contentivo de los lineamientos técnicos establecidos por el Ministerio tiene como principal objetivo determinar los aspectos técnicos que se deben considerar en las diferentes etapas del manejo de los RAEE, de tal forma que se busque la prevención y reducción de los impactos ambientales.

Para el cumplimiento de este objetivo, se presenta un contexto general en relación con la problemática existente, en aquel entonces, en torno a los RAEE[28]. Y posteriormente se establecen lineamientos generales para cada una de las diferentes etapas del manejo, incluyendo la recolección, el almacenamiento, transporte, desensamble, aprovechamiento y disposición final, y por último se dan recomendaciones sobre el cuidado y correcto manejo de casos específicos en algunos RAEE.

Según este documento, dentro de las actividades de retoma, recolección y demás relacionadas con la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos – RAEE existen las siguientes opciones o rutas:

Ilustración 4. Posibles puntos de recolección y retoma de los RAEE.



Fuente: Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial/2011.

[28] Este documento está siendo actualizado teniendo en cuenta los avances nacionales e internacionales en materia de gestión integral de RAEE.

Dentro de los lineamientos y bases técnicas para los puntos de recolección o retoma de RAEE, el documento propone los siguientes:

- *"Instalarse en un lugar techado protegido de las condiciones del ambiente.*

- *Depositar temporalmente los RAEE en contenedores, sobre estibas, o en cajas de rejas o de madera, facilitando su carga en el transporte hacia el punto de almacenamiento, por un tiempo limitado de acuerdo con las características de los contenedores y las condiciones del sitio. Estos recipientes deben estar debidamente señalizados.*

- *Realizar la clasificación por diferentes categorías o tipos de aparatos para facilitar su posterior entrega a empresas especializadas.*

- *Establecer mecanismos de control para evitar hurtos.*

- *Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que se depositen en el punto de recolección no deben ser desensamblados ni manipulados."*

Estos lineamientos técnicos enfatizan especial cuidado en el almacenamiento y empaque para casos especiales de la siguiente manera:

- *"Componentes que pueden contener sustancias peligrosas: Después de un desensamble, los componentes peligrosos que pueden estar presentes en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se deben almacenar, envasar, embalar, rotular, etiquetar y transportar contemplando la legislación vigente.*

- *Baterías: Para prevenir el riesgo de inflamación, las baterías Ni-Cd y Litio Ion se deben empacar de manera independiente (por ejemplo, en bolsas de plástico) previo a su almacenamiento en contenedores para evitar el contacto entre las mismas.*

- *Monitores TRC (Tubos de rayos catódicos): Los monitores TRC enteros se deben empacar de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de fractura durante condiciones de envío normales. Además, el empaque debe reducir al mínimo emisiones de material al ambiente si una fractura ocurre durante el transporte, por ejemplo, utilizando cajas de madera o cajas Gaylord. Los monitores TRC con el vidrio quebrado, los pedazos de cristal y el vidrio de desecho de cristal se deben empacar en envases impermeables para evitar la pérdida de partículas y pedazos".*

En su parte final, la Guía establece una serie de sugerencias en relación con las condiciones técnicas para cada etapa, igualmente proponen unas fichas técnicas por cada RAEE analizado (computadores, periféricos de las TIC, equipos con tubos de imagen -televisores, monitores y otros monitores-, equipos con pantallas planas, impresoras, fotocopiadoras, celulares y juegos eléctricos y electrónicos), mencionando los componentes peligrosos que posiblemente contengan y la forma para su adecuada gestión, cómo realizar un desensamble adecuado y cómo realizar la recuperación de materiales valiosos.

III. Ley 1672 de 2013, "por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una Política Pública de Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones".

Esta Ley es el marco legal de la gestión integral de RAEE en Colombia en la actualidad. Fue promovida y promulgada por el Senado de la República y tiene por objeto establecer los lineamientos, estrategias y obligaciones generales para los diferentes actores involucrados en la cadena de gestión de estos residuos. Actualmente la Ley se ha desarrollado mediante la expedición de la Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE en el año 2017 y el Decreto 284 de 2018.

Esta Ley establece que los RAEE son residuos que deben gestionarse de manera diferenciada bajo los principios de la Responsabilidad Extendida del Productor, Gradualidad y Prevención en la generación, entre otros.

La Ley establece diferentes obligaciones a los actores tales como Gobierno Nacional, productores, comercializadores, usuarios o consumidores finales y gestores que realicen el manejo y la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

Otro aspecto importante para destacar dentro de la Ley y sus estrategias con el fin de lograr una gestión integral de RAEE, es el enfoque tecnológico en cuanto a la gestión de la información, desde las actividades de producción (importación/fabricación) hasta la gestión de los residuos generados.

La finalidad principal es mantener un flujo de información en tiempo real que permita mantener un control efectivo sobre la gestión de RAEE, a través de herramientas informáticas que los diferentes actores deben generar, principalmente el Gobierno nacional, tales como el Registro de Productores y Comercializadores RPC de AEE (reglamentado mediante la Resolución 0480 de 2020 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y de la cual se ampliará información más adelante) y la información relacionada con la generación y gestión de RAEE.

En la actualidad el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible viene trabajando conjuntamente con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y el IDEAM, en el desarrollo del marco conceptual de los diferentes registros y herramientas informáticas que establece la Ley, incluyendo la implementación del RPCAEE; al respecto es importante hacer énfasis en el enfoque integral que se ha dado a estas herramientas, para que puedan ser interoperables entre sí, a fin de que los flujos de información estén disponibles en tiempo real y sirvan de insumo para la toma de decisiones por parte de los diferentes actores.

IV. Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE, promulgada por el MADS en el año 2017.

En cumplimiento del artículo 7° del Capítulo III de la Ley 1672 de 2013, en el año 2017 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitió la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

La Política define "la hoja de ruta hasta el año 2032 que deben seguir, en un accionar sistémico y coordinado, el Estado, en cabeza de las diferentes entidades de los órdenes nacional, regional y local; los diversos sectores productivos y empresariales del país –involucrados en la gestión de este tipo de residuos– y la sociedad colombiana en general para afrontar la problemática global y local que representa la generación creciente de los RAEE y su manejo inadecuado, que puede producir afectaciones a la salud humana y al ambiente."

Durante su formulación se aplicó la metodología participativa donde se buscó que los diferentes actores de la gestión integral de RAEE estuvieran relacionados con los planteamientos y discusiones que finalmente derivaron en los objetivos, estrategias y líneas de acción establecidos en la Política. Con base en los resultados (problemáticas identificadas), traducidos a un árbol de causas y efectos, se diseñaron las estrategias y planes de acción correspondientes.

El principal objetivo de la Política es el de promover la gestión integral de RAEE a nivel nacional; de acuerdo con este objetivo y según los análisis realizados las principales causas de la gestión inadecuada de estos residuos, con base en las problemáticas identificadas fueron, en orden según la valoración otorgada, las siguientes:

1. Falta de la reglamentación completa de la Ley 1672 de 2013.
2. Deficiente coordinación interinstitucional (pública).
3. Falta de capacitación permanente de los funcionarios.
4. Debilidad en la vigilancia a la gestión formal e informal.
5. Insuficiente cooperación de instituciones privadas o públicas.
6. Débil integración de la temática a programas de educación nacional.
7. Deficiencia de información sobre gestión diferenciada y obligación de devolver los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).
8. Débil vigilancia basada en Responsabilidad Extendida del Productor para implementar sistemas de recolección y gestión de RAEE (SRyG).
9. Falta de un sistema de información para vigilancia y control.
10. Insuficiente difusión de información relacionada con el tema a los consumidores, para potenciar la devolución a Sistemas de Recolección y Gestión de RAEE (SRyG).
11. Débil control a exportaciones de los RAEE.
12. Débil vigilancia de aduanas a la importación de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
13. Falta de implementación de logística inversa.
14. Falta de normativa para la enajenación y baja de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y residuos de éstos (RAEE), como bienes del Estado.
15. Existencia de la oportunidad de generación de ingreso directo que potencia informalidad.
16. Existencia de una fuerte expectativa de valorización positiva del consumidor.
17. Falta de estándares técnicos para la gestión de los RAEE.
18. Débil transmisión, de los productores a los gestores, de información relacionada, incluyendo elementos peligrosos.
19. Insuficiencia de mecanismos de recolección selectiva.

20. Insuficiente capacidad técnica e investigación.
21. Falta de estándares para Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
22. Reconocimiento de externalidades al consumidor.

La Política consta de seis capítulos donde se describen (1) los antecedentes en materia de gestión de los RAEE, (2) el marco de referencia en el que se incluyen los marcos conceptual, normativo, de políticas, institucional y socioeconómico, (3) el diagnóstico de la problemática de la gestión de los RAEE en Colombia, (4) el marco estratégico que comprende los principios y objetivos de la política, (5) el plan de acción que incluye las estrategias, líneas de acción, indicadores y responsables y (6) lo relacionado con las actividades de seguimiento y evaluación de la política.

lustración 5. Objetivos de la Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE

Fuente: Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE.

Para el desarrollo de cada objetivo específico planteado se establecieron, por cada uno de éstos, estrategias, metas, indicadores, actores responsables y actores de apoyo. Asimismo, las actividades planteadas se establecieron para ser desarrolladas a corto (5 años), mediano (10 años) y largo plazo (15 años).

En el siguiente enlace se podrá consultar más en detalle los lineamientos de la Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE (versión E-Book, que trae diferentes ayudas didácticas y audiovisuales: *http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/anexo_3.html*

V. Decreto 284 de 2018 "Por el cual se adiciona el Decreto número 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y se dictan otras disposiciones".

Este decreto fue expedido por el gobierno nacional conjuntamente con los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y de Comercio, Industria y Turismo. El Decreto 284 de 2018, establece en su artículo 1° lo siguiente:

El Libro 2, Parte 2 del Decreto número 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, tendrá un nuevo Título 7A sobre la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

Como antecedentes para su elaboración se tuvieron los siguientes:

1. La generación de los RAEE a nivel mundial y su tendencia a seguir aumentando.
2. Que los RAEE (tal como lo estableció la Ley 1672 de 2013) son de manejo diferenciado y que el Minambiente debe reglamentar su gestión.
3. Como principio rector se establece la REP (Responsabilidad Extendida del Productor).
4. Se establecen obligaciones a toda la cadena de valor de los AEE (Aparatos Eléctricos y Electrónicos) y sus residuos.
5. Expedición de la Política Nacional para la Gestión Integral de los RAEE.
6. La implementación del Registro de productores y comercializadores de AEE a cargo del MINCIT.
7. Y finalmente la obligación que tiene el Gobierno nacional de reglamentar la Ley 1672 de 2013.

El citado decreto tiene como objetivo principal "reglamentar la gestión integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), con el fin de prevenir y minimizar los impactos adversos al ambiente;" y está desarrollado en cuatro capítulos a través de los cuales se buscó puntualizar las obligaciones de los diferentes actores de la gestión de RAEE.

VI. Resolución 076 de 2019, Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, para el trámite de licencia ambiental de proyectos para la construcción

y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, y/o aprovechamiento (recuperación/reciclado) de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos (RAEE), emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Para el desarrollo de los términos se tomó como principal referente la Resolución 1402 de 2018 "Por la cual se adopta la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales".

Se espera que, con la implementación gradual de estos términos de referencia, las autoridades ambientales regionales y locales, tenga claridad sobre los procesos realizados al interior de cada planta de manejo integral de RAEE, se obtengan datos confiables acerca de dicho manejo a nivel nacional incluyendo los flujos, se estandaricen las licencias ambientales otorgadas y se minimice la ilegalidad e informalidad en el gremio del manejo integral de RAEE.

VII. Resolución 480 de 2020, por la cual se implementa el Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RPCAEE) y se establecen sus requisitos.

Considerando lo establecido en los artículos 6o y 9o de la Ley 1672 de 2013, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo debía implementar un Registro de Productores y Comercializadores Permanentes o Esporádicos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, con el fin de promover el control en la adopción de los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de los residuos de estos productos.

Es por ello por lo que con esta resolución se establece que la inscripción en el Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RPCAEE es obligatoria para todas las personas naturales o jurídicas que importen, produzcan o comercialicen de manera permanente o esporádica aparatos eléctricos y electrónicos – AEE, clasificados en las subpartidas arancelarias que supere el umbral anual del año anterior determinadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Dicho registro se debe realizar a través de la página de la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE) www.vuce.gov.co por el Módulo "Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RPCAE

VIII. Resolución 0851 de 2022

En resumen, el nuevo reglamento del Gobierno Nacional, en cabeza del Minambiente (Resolución 0851 del 5 de agosto de 2022) establece:

- Los lineamientos y requisitos que deberán cumplir los SRyG de RAEE, y los indicadores de gestión por resultados para su evaluación y monitoreo.
- Las condiciones técnicas de los principales mecanismos de recolección a implementar para asegurar la eficiencia de los SRyG de RAEE y la seguridad en la recolección.
- Lista clasificada y categorizada de los AEE y sus residuos.
- Condiciones para la aceptación de los RAEE por parte de los comercializadores de AEE.
- Requisitos que deben cumplir los certificados de gestión de RAEE.
- Los Sistemas de Recolección y Gestión de RAEE tendrán las siguientes características:
  - Puede ser Individual o colectivo.
  - Deberán estar conformados exclusivamente por productores de AEE; sin que esta entidad sustituya las responsabilidades y obligaciones de cada productor.
  - Su terminación se dará a través de su representante e informar a la ANLA con 6 meses de antelación.
- Se reglamenta también la migración de productores a otros Sistemas de Recolección y Gestión:
- Notificación de ambas partes a la ANLA (retiro-aceptación).
- Plazo hasta el 30 de noviembre de cada año.

Las obligaciones del productor en el SRyG permanecen hasta el cumplimiento de la anualidad (1 enero -31 diciembre).

2.5. Implementación de REP en Colombia

En afinidad con los principios y los avances en la legislación internacional, la estrategia nacional de residuos posconsumo se ha basado en el principio internacional de la Responsabilidad Extendida del Productor – REP siendo este, como se esbozó anteriormente, un enfoque de política ambiental que los Gobiernos aplican en las regulaciones para alcanzar principalmente dos objetivos: i) la mejora en el diseño de productos/ servicios, y sus sistemas de producción y ii) la recolección y gestión ambientalmente adecuada del producto una vez es descartado o desechado por el consumidor final.

Los principales objetivos de la estrategia posconsumo asociados a la Política Nacional para la Gestión Integral de los de Residuos Peligrosos son:

a. Establecer mecanismos de recolección selectiva para este tipo de residuos con el fin de que se separen, recolecten y gestionen de manera diferenciada y adecuada a través de empresas autorizadas, para prevenir y controlar la contaminación.

b. Promover la separación en la fuente por parte de los consumidores finales y la devolución de los residuos por parte de éstos, a través de los planes o sistemas establecidos por el fabricante o importador y su cadena de comercialización.

c. Evitar que estos residuos se dispongan junto con los demás residuos domésticos, a cielo abierto o a través de la cadena informal causando impactos sobre la salud humana y el ambiente.[29]

Estas iniciativas adicionalmente buscan incidir en el cambio de los patrones de consumo de la sociedad colombiana y en los patrones de producción de estos productos, disminuir la generación de esta clase de residuos y fomentar su reutilización, aprovechamiento, valorización y reciclaje a través de empresas debidamente licenciadas por las autoridades ambientales regionales.

Entre los logros armonizados a estos objetivos se encuentra también el impacto indirecto de generación de capacidad especializada tanto en la logística de recolección como en la gestión de este tipo de residuos, promoviendo a su vez la generación de empleo.
A continuación, se exponen las normas que han regulado la gestión REP a nivel nacional:

1. Envases de plaguicidas (Resolución 1675 de 2013, la cual derogó la Resolución 693 de 2007),
2. Medicamentos o fármacos vencidos (Resolución 0371 de 2009),
3. Baterías usadas plomo ácido (Resolución 0372 de 2009, modificada parcialmente por la Resolución 0361 de 2011),
4. Pilas y/o acumuladores (Resolución 1297 de 2010, modificada parcialmente por la Resolución 2246 de 2017, a su vez derogada a partir del 1 de enero de 2023 por la Resolución 0851 de 2022),
5. Llantas usadas (Resolución 1326 de 2017, la cual derogó la Resolución 1457 de 2010),
6. Bombillas (Resolución 1511 de 2010, derogada a partir del 1 de enero de 2023 por la Resolución 0851 de 2022), y
7. Computadores y periféricos (Resolución 1512 de 2010 derogada a partir del 1 de enero de 2023 por la Resolución 0851 de 2022).
8. Envases y empaques (Resolución 1407 de 2018, modificada por la Resolución 1342 de 2020).

De igual forma, existen programas voluntarios con enfoque REP, los cuales son establecidos y desarrollados como iniciativas del sector privado con el apoyo de entidades del sector público, estos son el posconsumo de neveras, lavadoras, aires acondicionados, hornos microondas, televisores (ejemplo el programa RED VERDE) y cartuchos de tinta para impresora (HP Hewlett Packard).

En la práctica y con el fin de dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en las resoluciones, los fabricantes e importadores (conocidos en la gestión de residuos posconsumo en Colombia como productores) que se encuentran en el ámbito de aplicación de las normas[30] deben establecer, implementar y mantener estrategias para lograr la devolución de los residuos por parte de los consumidores finales, lo cual se puede realizar de manera individual o colectiva.

[29] Texto tomado y adaptado de la evaluación de la Política RESPEL adelantada por el MADS, 2018-2019. Documento sin publicar.
[30] El ámbito de aplicación se determina bajo dos parámetros: 1. Importar o fabricar cierto tipo de productos y 2. Superar los umbrales establecidos en cada norma posconsumo.

Para dar cumplimiento, los productores deben definir, organizar, dirigir y financiar Sistemas de Recolección Selectiva de los RAEE, determinando los lineamientos de ejecución del sistema, dando cumplimiento a las resoluciones subrayadas anteriormente, para lo que deben implementar mecanismos de recolección tales como puntos permanentes de recolección, centros de acopio, logística inversa, entre otros; así como estrategias de comunicación, socialización y sensibilización dirigidas al consumidor, para que éste conozca el funcionamiento y la finalidad de los programas y puedan retornar los residuos a los mecanismos definidos.

Adicional a los puntos fijos de recolección y otros equivalentes citados anteriormente, los programas implementan campañas de recolección y rutas de recolección selectiva en zonas específicas del territorio nacional.

De esta manera la implementación del principio REP en Colombia incorpora un modelo de gestión que ha ido evolucionando hacia la economía circular, basado en tres pilares:

1. Territorio: la división político-administrativa del país.
2. Actores, personas naturales: comunidad en general, y personas jurídicas: instituciones públicas y privadas que interactúan como partes interesadas en el cumplimiento legal, o como partes que contribuyen en la mejora del desempeño ambiental del país: entidades públicas, que acompañan la implementación de los diferentes instrumentos de gestión.
3. Herramientas facilitadoras de la gestión: facilitan la labor de consolidación de los sistemas, la ampliación de la cobertura geográfica, la consecución de los RAEE y en últimas, el cambio de cultura ambiental en el ciudadano colombiano respecto a los RAEE.

Estas tres variables conjugadas ayudan en la operacionalización de los SRyG que, en el caso del Sistema líder en el país, EcoCómputo, cuenta con una operación estructurada según el canal en el que se enfoca, por ejemplo, para el consumidor final, dado por:

- Puntos fijos de recolección
- Campañas regionales de educación ambiental, participación ciudadana y de recolección de RAEE.

Fotografía 2. Ejemplo de puntos limpios de recolección, en centros comerciales, Bogotá.

Fuente: EcoCómputo, 2021

Para el canal institucional:

- Atención de solicitudes
- Campañas sectoriales

Según las normas que regulan la gestión integral de los residuos posconsumo, las estrategias y demás actividades mencionadas anteriormente, deben ser documentadas y soportadas, para ser entregadas a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, quien según las funciones establecidas en el Decreto 3573 de 2011, es la entidad encargada de realizar la evaluación, control y seguimiento en materia de gestión de residuos posconsumo.

A continuación, se realizará una descripción de las diferentes etapas relacionadas con el manejo integral de RAEE, en el marco de los Sistemas de Recolección y Gestion de estos residuos; tomando como referencia principal, los resultados obtenidos en la evaluación de la Política RESPEL realizada por el Minambiente en 2018-2019 y la implementación de las herramientas diseñadas para tal fin.

Fotografía 3. Ejemplo de contenedores de diferentes corrientes posconsumo en una misma área.

Fuente: EcoCómputo, 2021

Recolección de RAEE

Los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos han implementado diferentes mecanismos y estrategias para realizar la recolección de los residuos posconsumo y de esta forma aumentar la cantidad de residuos gestionados. Principalmente para las tres corrientes de residuos los SRS han optado por realizar la recolección mediante puntos fijos de recolección que se instalan en establecimientos comerciales, entidades públicas y privadas, etc.

También se implementan otro tipo de estrategias como las campañas de recolección o la recolección programada con el usuario final, ésta última principalmente para casos institucionales, empresariales o gremiales.

Con base en los lineamientos establecidos en cada resolución posconsumo de RAEE en materia de acopio, algunos programas han optado por la implementación de centros de acopio temporal, que tiene como finalidad principal la minimización en costos operativos, por los volúmenes recolectados que se puedan alcanzar.

Fotografía 4. Modelo de punto de recolección programas posconsumo. Fuente: EcoCómputo, 2021

Fuente: EcoCómputo, 2021

Fotografía 5. Ejemplo de área donde se ubican diferentes contenedores en jornada de recolección, Manizales, Caldas.

Fuente: EcoCómputo, 2021

Los resultados del análisis en esta etapa de la gestión muestran que, aunque se han instalado más de 7000 puntos de recolección en más de 560 municipios del territorio nacional, como es el caso de pilas, los resultados esperados en materia de devolución del residuo pese a que han mejorado, aún no son los esperados.

Asimismo, se evidencia que en general los mecanismos de recolección implementados por los SRS de las tres corrientes reguladas se concentran en las grandes ciudades y municipios cercanos a estas, desplegando un cubrimiento máximo a nivel municipal del 50% como en el caso de pilas y acumuladores.

Lo anterior, según manifiestan los productores, se atribuye principalmente a los costos asociados con las operaciones logísticas en materia de implementación física del punto y a las actividades de recolección, acopio y transporte de los residuos hacia las instalaciones donde se les da manejo, las cuales principalmente se encuentran en el Valle del Cauca (Yumbo), Antioquia (área metropolitana de Medellín), Risaralda (Dosquebradas) Bolívar(Cartagena) y Cundinamarca (municipios aledaños a Bogotá D.C).

Por tal razón, departamentos como Amazonas, Chocó, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés y Vichada poseen escasos mecanismos de recolección implementados por los productores.

De igual forma y con base en los análisis realizados, no ha sido posible determinar si el radio de influencia de los puntos de recolección y centros de acopio instalados por los productores van en concordancia con la población a cubrir, ya que en algunos casos se evidencia saturación de los mecanismos de recolección en un radio de acción muy bajo.

Fotografía 6. Ejemplo de centro de acopio programa posconsumo de residuos de computadores y periféricos, Bogotá.

Fuente: Sebastián Santa

Por otra parte y teniendo en cuenta que para ampliar la cobertura geográfica de recolección es necesario aumentar la inversión económica por parte de los productores, no se debe dejar pasar por alto que los productos objeto de regulación, al ser considerados como de consumo masivo, en su mayoría son distribuidos en todo el territorio nacional y por ende los SRS deberán hacer su máximo esfuerzo para implementar acciones y estrategias que permitan a los consumidores, donde quiera que se encuentren, la posibilidad de realizar una devolución del residuo para una gestión ambientalmente adecuada; esto debe darse especialmente en aquellas áreas y territorios apartados de las grandes ciudades, donde por la particularidad de los ecosistemas la afectación al ambiente puede ser mayor.[31]

Fotografía 7. Ejemplo de RAEE listos para entregar por entidad pública en jornada de recolección, Villavicencio – Meta.

Fuente: Sebastián Santa

[31] Tomado del documento de la valuación de la Política RESPEL. Documento sin publicar.

Fotografía 8. Alistamiento de RAEE recolectado para ser transportado en jornada de recolección Reciclatón Bogotá I, 2021

Transporte

En materia de transporte, aunque las resoluciones de RAEE establecen la obligación de dar cumplimiento al Decreto 1609 de 2002 (Hoy compilado en el Decreto 1079 de 2015), excepto la Resolución 1512 de 2010 (residuos de computadores y periféricos), se evidenció que la principal oportunidad de mejora se encuentra en las prácticas realizadas en el cargue, traslado y descargue de los RAEE.

Durante el desarrollo de estas actividades, se evidenció que los vehículos destinados para el transporte no poseen mecanismos para evitar y prevenir el riesgo de rotura de los diferentes RAEE, así como el apilamiento excesivo de los mismos; por otra parte, se evidenció que los operarios que intervienen en las actividades no son concienzudos en relación con las buenas prácticas para la manipulación de los RAEE.

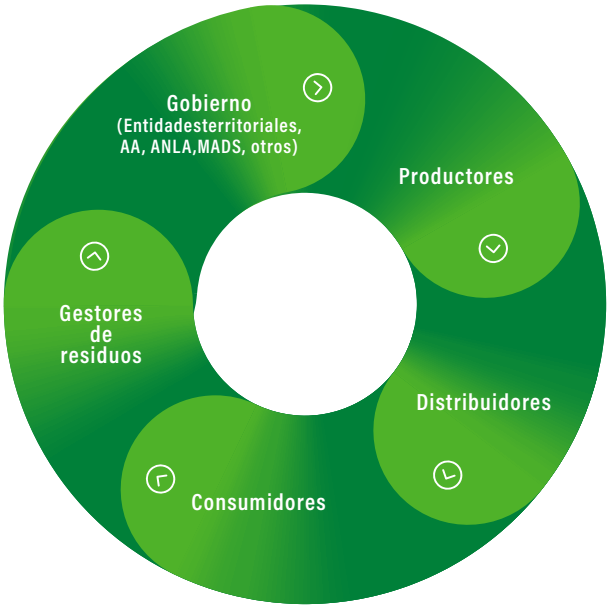
Con base en lo mencionado se considera que esta etapa es la de mayor relevancia en la cadena de manejo, teniendo como base que una mala práctica durante el transporte, disminuye la posibilidad de que un RAEE pueda ser reutilizado o reacondicionado.

Fuente: Sebastián Santa

2.6. Actores de la cadena de gestión de RAEE

La gestión de RAEE en Colombia involucra diferentes actores, iniciando con los productores e importadores que deben financiar(atendiendo al principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), adoptado por el Gobierno Nacional) los Sistemas de Recolección y Gestión para los residuos de estos aparatos (que han finalizado su ciclo de vida útil), y adicionalmente deben implementar mecanismos y herramientas para la divulgación y socialización de sus programas; de igual forma, los distribuidores, comercializadores, consumidores, autoridades ambientales y territoriales, tienen obligaciones y responsabilidades claramente definidas frente a la gestión integral de los RAEE a nivel nacional, regional o local según corresponda, así como los gestores de residuos para el desarrollo de los procesos de reciclaje, que en los últimos años, han evidenciado un incremento en el número de empresas formales dedicadas al manejo ambiental o reciclaje de RAEE.

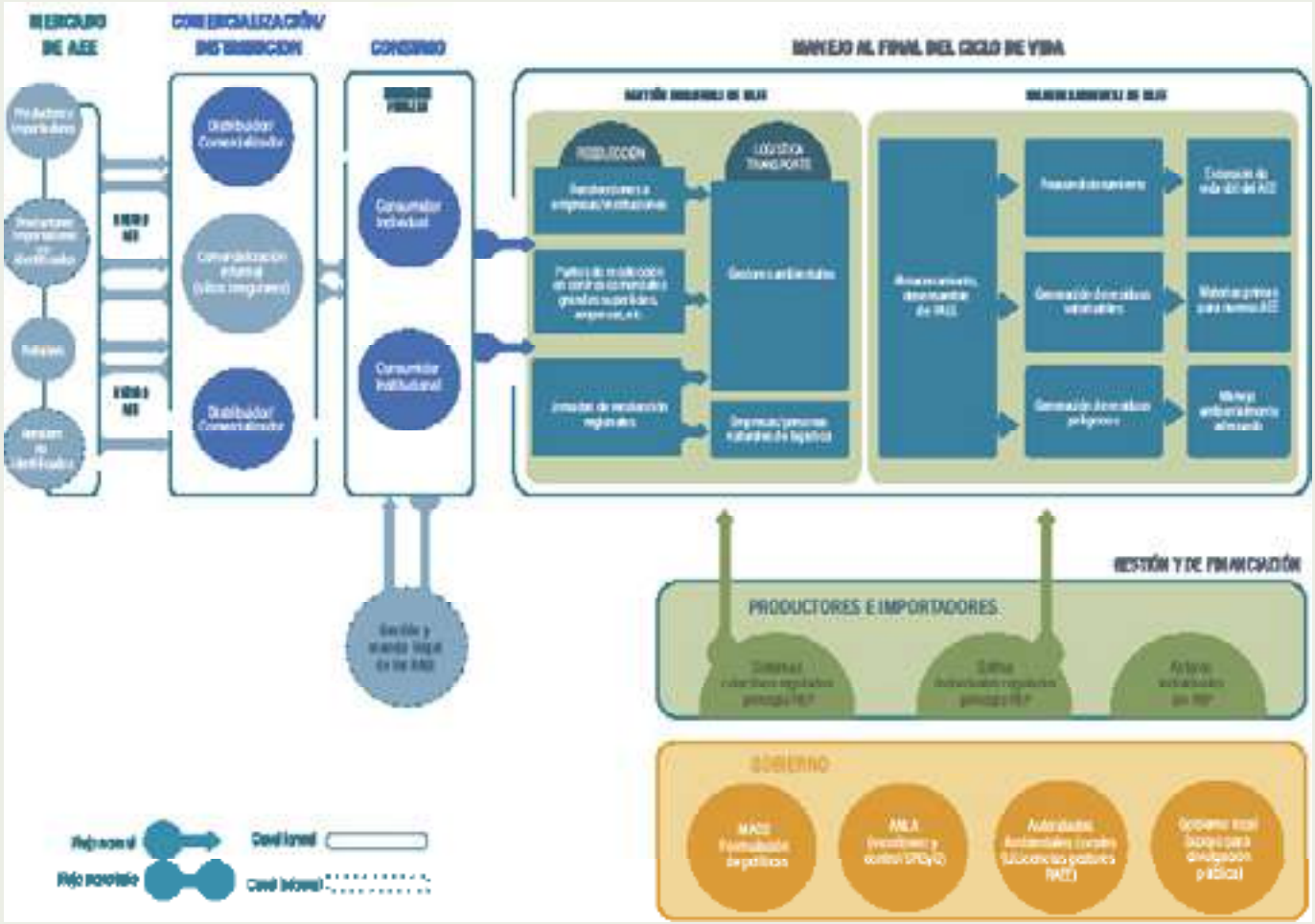
Ilustración 6. Actores de la cadena de gestión en materia de posconsumo en Colombia.



Fuente: Adaptado de: Proyecto COL/98842, 2020

En el siguiente gráfico se expande el mapa de actores identificados en cada una de las etapas de la cadena de valor de los AEE y la gestión de éstos al final del ciclo de vida útil como RAEE; en el mercado de los AEE, en primer lugar se encuentran, los productores, incluidos allí los importadores objeto de seguimiento ambiental, así como los de no de seguimiento o los Retailers; seguidos de la cadena de comercialización, donde se incluyen los distribuidores y comercializadores formales e informales de los AEE; y posteriormente los consumidores o usuarios finales de los AEE que pueden ser individuales o institucionales y son quienes tienen la decisión final de devolver los RAEE para una gestión y manejo integral de los mismos a través de puntos de recolección, jornadas o recolecciones directas, que corresponde a la fase de la gestión ambiental de los RAEE a cargo de los posconsumo y posteriormente el manejo ambiental de los mismos a cargo de los gestores de RAEE, toda esta gestión y manejo financiado por los productores e importadores regulados bajo el principio REP, gracias a la normativa y política expedidas por el Gobierno Nacional.

Gráfica 9. Actores involucrados en la gestión integral de RAEE



Fuente: EcoCómputo, 2021

Igualmente, a través de la siguiente gráfica se resume la operación de los Sistemas de Recolección y Gestión (SRyG) de RAEE, con un enfoque circular que se inicia desde la necesidad de extracción de materias primas para la producción de los AEE, la obligación de los productores, fabricantes e importadores de implementar el Sistema de Recolección y Gestión de RAEE, utilizando como mecanismo de recolección representativo, los puntos de recolección ubicados en comercios o instituciones, para lo que se requiere de sensibilización y educación en consumo responsable para los consumidores domésticos e institucionales, quienes toman la decisión de entregar sus AEE una vez deciden que son RAEE, para lo cual los SRyG financian la recolección, el transporte, así como su manejo integral en plantas gestoras de RAEE, donde también se llevan a cabo procesos de reacondicionamiento, que consisten en procesos de reconversión técnica (que no requieren licencia ambiental) para prolongar el tiempo de vida útil de los AEE. No obstante, el ciclo circular se cierra cuando estos RAEE se desmantelan separando sus partes y componentes y se producen envíos a diferentes destinos para distintos fines para el cierre de ciclo de materiales, con la posibilidad de tener materias primas para nuevos AEE.

Gráfica 10. Resumen de Operación SRyG

Fuente: EcoCómputo, 2022

3 Capítulo
CASO DE ÉXITO EN LA GESTIÓN DE PLÁSTICOS DE RAEE

A través del Acuerdo de Colaboración No. 02 de 2019 suscrito entre la Corporación EcoCómputo y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para el desarrollo de actividades encaminadas a poner en marcha un proyecto demostrativo enfocado en la separación y manejo ambientalmente adecuado de plásticos bromados que se encuentran en Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE, se desarrolló una herramienta que permitió conocer y evaluar las capacidades de los gestores preseleccionados para el manejo de RAEE y en particular de los plásticos generados en la operación.

Los resultados obtenidos luego de la aplicación del instrumento de evaluación en las ocho (8) empresas gestoras de RAEE, fueron sometidos a análisis y juicio de expertos. De esta manera, para la selección de las cuatro (4) instalaciones beneficiarias del proyecto, se consideraron las categorías de aplicación de la herramienta, así como criterios estratégicos y de interés de las empresas para el desarrollo del proyecto tales como cantidades y tipos de RAEE gestionados, volumen de plásticos generados, capacidad instalada, tamaño de la empresa en cuanto a colaboradores y personal disponible, ubicación geográfica y presencia en el sector. Con las empresas beneficiarias se estableció un protocolo que describe las actividades para realizar la separación de plásticos provenientes de RAEE, en instalaciones licenciadas para la gestión de estos residuos en Colombia, con el fin de identificar y gestionar de manera diferencial, aquellos que puedan contener retardantes de llama bromados COP, regulados por la Convención de Estocolmo.

En dicho protocolo se describe secuencialmente las actividades que deben realizar los diferentes actores (operarios, técnicos y administrativos de los gestores RAEE) para obtener sistemáticamente resultados del contenido de Bromo en los plásticos seleccionados, mediante la técnica de fluorescencia de Rayos X (XRF); en el caso en referencia se utilizó un equipo de fluorescencia de rayos XRF portátil, marca Olympus de la serie Vanta, provisto de un software para medición de contaminantes contemplados en la Directiva Europea RoHs. Es de resaltar que en la empresa gestora LITO SAS se utilizó el equipo portátil Thermo de la serie Niton, también configurado para detectar y analizar la presencia de Bromo.

Debido a las dinámicas de la pandemia y la falta de tiempo para analizar muestras y cumplir la meta, se firmó el 5 de marzo de 2020 un Otrosí modificatorio para ampliar seis (6) meses más la ejecución de este acuerdo, pues durante el primer año de ejecución del proyecto no se realizaron análisis de cromatografías; éstos se llevaron a cabo a partir del año 2021 con el fin de identificar y cuantificar si el plástico procesado contiene moléculas de retardantes de llama bromados, contemplados en la Convención de Estocolmo como Contaminantes Orgánicos Persistentes COP (HBB,c-otca-BDE, c-penta-BDE, c-deca-BDE, HBCDD). Esto se debió a que no se logró captar la cantidad suficiente de plástico para el desarrollo de estos análisis desde el inicio del proyecto.

No obstante, durante el proyecto se tenía la meta de gestionar 1000 toneladas de plástico y se gestionaron 2.260 Toneladas sobrepasando la meta en un 126%.

Igualmente con este proyecto se realizaron (i) más de 18mil análisis de Fluorescencia de rayos X con equipo portátil, a muestras que fueron seleccionadas, a partir de un esquema de perfil de riesgo; (ii) 40 pruebas confirmatorias por cromatografía de gases acoplado a masas que es la capacidad analítica más eficiente en el país; sólo se tiene un laboratorio que tiene implementada la técnica pero no ofrece el servicio comercialmente, por lo tanto los análisis que se realizaron inicialmente se enviaron a Suiza; y (iii) gestionaron, (luego de realizar los cálculos del contenido de retardantes de llama bromado efectivamente presente en los RAEE) 125 toneladas de plástico contaminado, evitando que 454 Kg de COP se liberaran al ambiente, con los efectos adversos en la salud y el ambiente.

Esa fracción de plástico resultante del desensamble de los RAEE antes del inicio del acuerdo de colaboración entre el Minambiente y EcoCómputo, estaba siendo clasificada en algunas de las empresas gestoras de RAEE por color: plástico blanco, plástico negro y otros tipos de plástico multicolor; algunas empresas hacían la clasificación por color (visualmente), para los diferentes tipos de plásticos, y para ello identificaban las marcas de cada plástico de forma individual, que, aunque es un método económico y al parecer simple para identificar y clasificar los plásticos, consume bastante tiempo y puede demorar los procesos de desensamble y clasificación de los materiales, por lo cual no todas las veces se puede llevar a cabo.

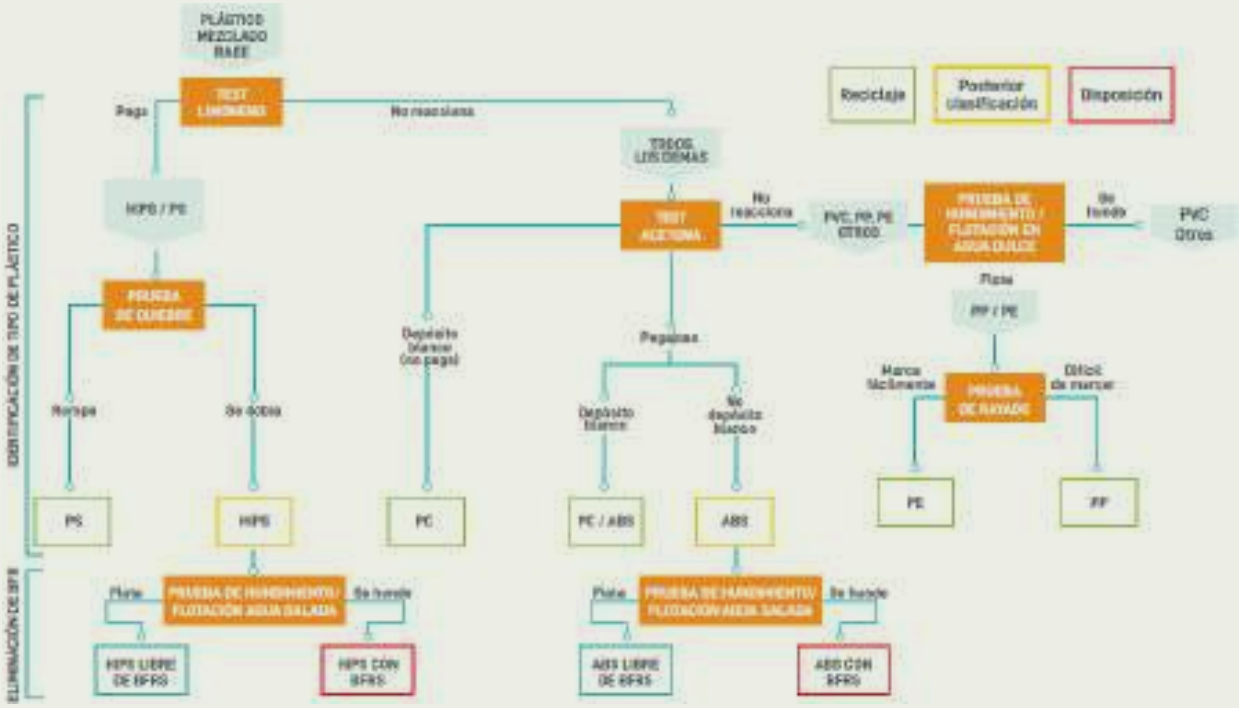
Si todas las piezas de plástico que conforman los RAEE se marcaran siguiendo estrictamente los símbolos y abreviaturas indicadas en la serie de normas ISO 1043 (ISO 1043-1: polímeros de base y sus características especiales, ISO 1043-2: cargas y materiales de refuerzo, ISO 1043-3: plastificantes y la ISO 1043-4: retardantes de llama), los plásticos con retardantes de llama bromados podrían reconocerse simplemente leyendo las marcas. Sin embargo, en la práctica, muchos plásticos no están marcados, tienen marcas erróneas o su marcación no es de fácil acceso y lectura.

Fotografía 9. Plástico ABS Negro proveniente de RAEE

Fuente: EcoCómputo, 2019

Lo anterior demostró la necesidad de adoptar un método unificado que permitiera a los gestores identificar en campo, el tipo de plástico para su correcta separación. Para ello, se organizó un procedimiento de pruebas sencillas y rápidas haciendo uso de disolventes como el limoneno y la acetona, como se muestra en la Gráfica 10, para la identificación de los plásticos relevantes, pues debido a que el proceso de separación y selección de los plásticos contaminados es manual, existe alta probabilidad de mezclarlos con los plásticos libres de COP y hacerles perder valor.

Gráfica 11 Árbol de decisión para identificar plásticos RAEE



Fuente: EcoCómputo, 2019: Adaptado de Processing of WEEE plastics Sustaniable Recycling Industries, 2019

Adicionalmente, la pérdida de valor también se da porque puede haber mezcla de diferentes tipos de plástico que son incompatibles en su procesamiento. Por ello para el proyecto entre EcoCómputo y el Minambiente, fue importante fortalecer a las plantas gestoras de RAEE con capacidad técnica para que realicen una separación adecuada y para que la fracción con contenido confirmado de retardante de llama bromado se envíe a procesos de eliminación, y evitar que los plásticos contaminados lleguen a productos de consumo masivo, fortaleciendo así la capacidad nacional en el manejo ambientalmente adecuado de estos residuos.

De esta manera, se puede afirmar que previo al desarrollo del proyecto demostrativo en instalaciones de gestores RAEE, los plásticos de estos residuos se destinaban de forma indiscriminada hacia procesos de transformación/aprovechamiento, sin tener una clasificación previa.

Igualmente, de acuerdo con los diagnósticos del reciclaje desarrollados por el Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho - ICIPC, dos de los gestores más grandes del proyecto vendían a terceros los plásticos recuperados del desensamble de RAEE para su aprovechamiento y en la mayoría de los casos se desconocían las aplicaciones finales de estos materiales. Sin embargo, se identificaron a inicio del proyecto algunas aplicaciones del uso de los plásticos de RAEE en su momento, entre las que se encontraban: baldes, películas, y madera plástica.

Durante el desarrollo del proyecto, en el marco del acuerdo entre el ICIPC y el Minambiente, el ICIPC identificó algunas aplicaciones de alto valor para los plásticos provenientes de RAEE, tal es el caso de los filamentos para impresión 3D, su reincorporación en otros AEE o en piezas para el sector automotriz. Lo anterior es posible gracias a un proceso elaboración de compuestos y el control de calidad requerido para atender este tipo de industria.

Igualmente, el ICIPC identificó un potencial elevado de aprovechamiento de los plásticos recuperados en productos de consumo e industriales, como es el caso de canastas, pisos, cuñetes, juguetes, algunos recipientes, entre otros, los cuales tienen exigencias menores a las de los productos de alto valor agregado, pero conservan valores muy interesantes para los recuperadores en el consumo y fabricación de productos plásticos en el entorno colombiano.

REFERENCIAS CONSULTADAS

Basel Action Network (BAN) e IPEN (2020) La entrada en vigor de la enmienda de prohibición del Convenio de Basilea. Implicaciones y próximos alcances. Recuperado el 12 de febrero de 2020, de: https://ipen.org/sites/default/files/documents/ban-basel-fact-sheet-v2_1-es.pdf

Convenio de Estocolmo (SCE), Instituto de Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR), Naciones Unidas (ONU), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2012) Orientaciones sobre las mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales para el reciclaje y eliminación de artículos que contienen éteres de difenilo polibromado (PBDE) enunciados en el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (Borrador)

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. Resolución 000491 de 2020. Por medio de la cual se modifica la Resolución 2944 del 30 de diciembre de 2005 y se toman otras determinaciones
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017). COP de uso industrial aspectos básicos. Bogotá D.C.: Minambiente; GEF; PNUD, 2017, 28 p.

Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – coorganizadores del programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), Bonn/Ginebra/Rotterdam. ISBN – Versión digital: 978-92-808-9127-0

https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development/environment-and-natural-capital/montreal-protocol.html

http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=192:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-8

https://www.boe.es/doue/2008/312/L00003-00030.pdf Directiva 2008/98/CE

https://www.boe.es/doue/2012/197/L00038-00071.pdf Directiva 2012/19/UE

http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=252:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-18#enlaces

https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/stockholm_sp.pdf

http://tfig.unece.org/SP/contents/HS-convention.htm

https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/ley_1672_2013.htm

https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_0284_2018.htm

https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_1297_2010.htm
https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_1511_2010.htm

https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_1512_2010.htm

http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3c-res%202246%20de%202017.pdf

https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_4741_2005.htm

http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM%202017/GEM%202017-S.pdf

http://www.futurosostenible.elmundo.es/mitigacion/residuos-electronicos-la-plaga-del-siglo-xxi

http://www.futurosostenible.elmundo.es/sostenibilidad/economia-circular-un-cambio-hacia-la-sostenibilidad

https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/aplicaciones-de-la-economia-circular-a-la-sostenibilidad/

https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/stockholm_sp.pdf

https://www.boe.es/doue/2012/197/L00038-00071.pdf

https://www.boe.es/doue/2008/312/L00003-00030.pdf

http://www.andi.com.co/Uploads/RES%201402%20DE%202018.pdf

https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:ES:PDF

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS **DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS - RAEE** EN COLOMBIA

ISBN Obra independiente: 978-628-95515-0-1