
PERCEPCIÓN DE LOS HABITANTES DE ARMENIA SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE COMPUTADORES, PERIFÉRICOS Y CELULARES DOMICILIARIOS⁷

⁷ Este capítulo hace parte de la investigación denominada “Política pública para la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de la ciudad de Armenia”, financiada con recursos de la Universidad Santiago de Cali.

*José Fabián Ríos Obando
Bernardo Angarita de la Cruz*

INTRODUCCIÓN

La producción indiscriminada de desechos, producto de los avances tecnológicos, no ha sido manejada de la mejor manera. La comunidad científica y la sociedad en su conjunto deben prestar mayor importancia a la producción y uso desmedido e indiscriminado de elementos de origen electrónico, informático y telemático. Los residuos eléctricos y electrónicos, comúnmente conocidos como RAEE, hacen alusión a una serie de elementos y productos fabricados con ciertas especificaciones, que requieren del consumo de electricidad y/o baterías como fuente de alimentación para su funcionamiento.

Si damos un vistazo rápido a la historia de los sectores en la economía mundial, es inminente que el sector informático y de las telecomunicaciones se encuentra entre los de mayor crecimiento, presentando un vertiginoso ascenso en los niveles de producción y consumo durante el último siglo. (Pérez, Wanguel y Bovea, 2011)

En Colombia, el marco normativo para la gestión de residuos data de 1974 con la expedición del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Decreto Ley 2811 de 1974. Sin embargo, no se abordaba con suficiente especificidad las fracciones de los aparatos eléctricos y electrónicos AEE; los cuales, por sus características especiales, merecían ser legislados bajo un marco legal específico que reconociera por un lado, la peligrosidad de algunos de sus componentes, pero que también resaltara a los

RAEE por sus componentes aprovechables, como el oro, que los convierten en valiosos insumos para reincorporar a los ciclos de producción, coadyuvando a un manejo sostenibles de los recursos (López, Bringas, Iniestra y Vargas, 2014) . De esta forma se viene desarrollando desde el 2010, un constructo legal que reconoce la necesidad de gestionar un sistema de aprovechamiento y valorización de residuos de AEE, que convoque a la participación de diversos actores, para favorecer un escenario de sostenibilidad.

Este capítulo tiene como objetivo establecer la percepción de los habitantes de Armenia sobre el estado actual de la gestión de residuos de computadores, periféricos y celulares domiciliarios, el cual hace parte de la investigación denominada políticas públicas en la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) de la ciudad de Armenia y que constituye un esfuerzo por dinamizar un sistema de gestión integral eficiente y armonizado a los intereses propios de la sostenibilidad.

Mediante un método descriptivo, con un muestreo estratificado proporcionado, se aplicó un instrumento de recolección de información a 384 personas seleccionadas de forma aleatoria, que representan estadísticamente a la población de Armenia, según datos suministrados por el Departamento Administrativo de Planeación de Armenia (2016).

Se pudo recolectar información sobre el manejo y gestión de los residuos mencionados; referente a la tenencia de aparatos eléctricos y electrónicos en desuso, ciclo de vida útil y el destino final que reciben los aparatos obsoletos y averiados, entre otras variables, en aras de brindar insumos para la toma de decisiones por parte de la entidades competentes.

El capítulo está organizado en cuatro partes. La primera se ocupa de presentar resultados de estudios que validan la pertinencia de la investigación.

En la segunda parte se describen los aspectos metodológicos que posibilitaron la realización de la investigación; en la tercera se detallan los resultados y su respectiva discusión. Finalmente, se cierra con las conclusiones.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ESTADO DEL ARTE

Se observa a nivel de Latinoamérica que las investigaciones en relación a los RAEE datan principalmente, de la primera década del siglo XXI, particularmente por Fernández (2007), quien ofrece información sobre la gestión de los RAEE en Argentina, Chile, Bolivia y Venezuela.

Destaca el hecho que en ese momento se considerara la fuerte necesidad de establecer un marco jurídico específico para el manejo ambiental sostenible de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) en el Cono Sur, por cuanto hasta la fecha aún se encuentran en proceso de reglamentación los RAEE en algunos países de América, como Venezuela y Uruguay.

En la publicación “Lineamientos para la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en Latinoamérica: Resultados de una mesa regional de trabajo público – privado”, plataforma RELAC (2011), se resalta del trabajo realizado el protocolo de manejo en el ciclo de vida de los RAEE, con la propuesta de unos estándares mínimos de seguridad que garantizan la protección y salvaguarda de la seguridad laboral de los participantes y la minimización de los impactos antropogénicos hacia el medio ambiente.

Como resultado del trabajo intersectorial se presenta una propuesta que contiene unas recomendaciones sobre técnicas legislativas, normatividad para los sistemas de gestión de RAEE y la creación de espacios regionales de trabajo, para incorporar las necesidades de diferentes actores, garantizando igualmente su oportuna discusión, aprobación y retroalimentación.

Se considera que la investigación ofrece un soporte investigativo, en tanto establece una discusión sobre la estructuración de la agenda pública y su ruptura con la sostenibilidad, por cuanto dentro de las discusiones de planificación y ordenamiento no se ha incorporado las acepciones de la sostenibilidad, las cuales entretejen un sistema de relaciones complejas, que da lugar a relaciones causa efecto entre lo económico, social y ambiental.

Hoyos (2011) ofreció un modelo financiero para garantizar la sostenibilidad económica en la gestión de los RAEE, reconociendo posibles ingresos a partir de la descomposición y separación de los componentes en sus partes (de manufactura y de samblaje), que da lugar a la venta de materiales preciosos, ferrosos y no ferrosos, que tienen un valor comercial considerable y que hoy en día da lugar a una práctica conocida como minería urbana. Dichos ingresos

deben subsidiar y financiar el desarrollo de actividades operativamente costosas, como la pirólisis, termólisis y demás tratamientos químicos, para la separación y destino final de los elementos tóxicos.

La investigación de Mar, González y Adenso (2012) describe un modelo algorítmico que hace más eficiente el sistema de recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en México. De esta manera, mediante modelación de datos, en casos de estudio, se evidencia que el procedimiento propuesto sobresale por sobre los sistemas tradicionalmente desarrollados, mejorando los tiempos de respuesta, atención y costos asociados a dicha actividad.

Rodríguez, González, Reyes y Torres (2013), a partir del diseño de un modelo algorítmico realizaron simulaciones para entender la dinámica de gestión de los RAEE bajo la perspectiva de diversas políticas. Como uno de los resultados más significativos, se pudo reconocer que el sistema de recuperación que predomina en Bogotá es el informal, derivando en mayores barreras para el aprovechamiento óptimo de las fracciones residuales, de acuerdo con la investigación “la cantidad de material que puede ser aprovechado luego de este proceso es menor que aquel más tecnificado encontrado en el reciclaje formal”, aseverando el estudio de que las políticas con mayor efectividad son aquellas de carácter preventivo, en tanto inciden desde el diseño del producto, mediante la sustitución de materiales contaminantes por otros de menor impacto y con mayor potencial de recuperación, favoreciendo a la postre su reciclaje en términos operativos y de costo-eficiencia.

De acuerdo con Jiménez (2015), la gestión integral de residuos sólidos en América Latina ha presentado falencias en la instrumentación y concepción como política pública, de tal suerte que han estado sistemáticamente desarticuladas de un contexto, caracterizado por el incremento radical en la generación de residuos y disposición final en rellenos sanitarios, que ha desencadenado una serie de problemáticas, incluso de salud pública. Lo anterior, pone de manifiesto la consolidación de un nuevo marco regulatorio que reconozca dichas particularidades, generando alternativas financieras y socialmente sostenibles.

La investigación estableció finalmente, que se está en mora de proponer acciones integrales que aborden los residuos desde una perspectiva económica, social y ambiental, acudiendo a diferentes programas, como por ejemplo: separación en la fuente y clasificación de fracciones residuales, sistema de

compostaje y aprovechamiento y valorización, entre otros, los cuales deben orientarse hacia la protección del ecosistema, a partir de instrumentos económicos que coadyuven a generar bienestar en la sociedad.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, et al. (2015), publicaron un estudio denominado “Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina”, el cual define una posible ruta procedimental y metodológica que permita la gestión sostenible de los RAEE. El documento sintetiza el marco legal internacional de los residuos en discusión, haciendo un breve recuento sobre la regulación aplicable al respecto en Latinoamérica, posteriormente establece las principales brechas para la eficiente gestión de los RAEE, así como las oportunidades latentes derivadas de un déficit regulatorio y de disponibilidad de tecnología para el aprovechamiento, principalmente. Finalmente, se aduce la necesidad de implementar estándares internacionales que retribuyan las acciones en el marco de la Responsabilidad Extendida al Productor REP, como una estrategia para delegar de manera progresiva al sector industrial todas las actividades que coadyuven a la gestión sostenible durante la cadena de producción, comercialización, uso, aprovechamiento y destino final.

La publicación de Cárdenas, Fernández y Figueroa (2015) propone una nueva metodología para calcular la generación de RAEE en los hogares, mediante un modelo matemático aplicado en la ciudad de Culiacán, México, “de los resultados obtenidos se encontró que la probabilidad de desuso de los teléfonos celulares es del 48%, lo que representa el doble de la probabilidad si solo se considera al ciclo de vida del producto”, concluyendo que es probable calcular, mediante modelos acertados, la cantidad de residuos de AEE, al igual que las sustancias nocivas contenidas en ellos.

Se destaca el estudio de Casas, Cerón, Vidal, Peña y Osorio (2015) quienes proponen el diseño de una red de logística inversa para el manejo de los televisores de rayo catódico y monitores de cristal líquido. Del mismo modo se caracterizó los AEE de mayor presencia en el mercado colombiano, a partir de fuentes secundarias como “el método consumo y uso el cual toma en cuenta el número promedio de equipos en un hogar típico con accesorios eléctricos y electrónicos, y el método de suministro de mercado, que usa datos referentes a la producción y las ventas de una región geográfica dada”.

A partir del método implementado, se estableció que los televisores y las neveras son los aparatos que tienen mayor penetración en los hogares de Colombia,

con el 91.3% y 77%, respectivamente, y que los mismos representan un peso en toneladas de 32.811 y 34.594, respectivamente.

Del análisis anterior, se concluye que la dinámica con la cual se desarrollan nuevos productos y procesos de innovación tanto incremental como radical, ha conducido a un rápido descarte de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) que entran en desuso cada vez en menor tiempo. De acuerdo con investigaciones efectuadas por Ott y el Instituto Federal Suizo de Prueba e Investigación de Materiales y Tecnologías, EMPA (2009), el tiempo promedio de vida de un computador es de tres (3) a cuatro (4) años; por su parte, los celulares tienen un ciclo vida aproximado de un (1) año a un año y medio (1.5); con una tendencia a que el ciclo de vida se acorte.

Según la investigación adelantada por Kumar, Holuszko y Romano (2017) existe una relación lineal entre el PIB de las naciones y los residuos de AEE generados, de esta manera los desechos generados por cada habitante, aumentan en la medida en que mejora el bienestar individual y poder adquisitivo.

La investigación desarrollada por los autores arriba señalados, también menciona que la esperanza de vida de los aparatos eléctricos cada vez es menor, principalmente en pequeños dispositivos como tabletas y portátiles.

El crecimiento de la población resulta ser otro factor de riesgo a considerar. Particularmente, en los últimos años a nivel mundial ha aumentado el número de personas que pertenecen a la clase media, los cuales cada vez ostentan mayor poder adquisitivo, coadyuvando a dinamizar el consumo y descarte de AEE. La investigación adelantada por Awasthi et al., (2017) demuestra una fuerte correlación entre el crecimiento del PIB y los volúmenes de RAEE, mediante un modelo de regresión lineal simple, con datos de la Unión Europea periodo 2009-2014. El modelo tomó como variable independiente el PIB y dependiente, el peso de los residuos sólidos en toneladas, aseverando que ante un incremento de 1000 Euros en el estándar de poder adquisitivo, se generan 0.27 kg de residuos recolectados y 0.22 kg de residuos reusados o recuperados.

Del mismo modo, la investigación concluye que también existe una relación fuerte entre los volúmenes de residuos de AEE (variable Y) y la población (variable X), los datos obtenidos evidencian un incremento de 7.7 kilos de RAEE recolectados y 6.2 kilos de estos aparatos serán reusados o reciclados, por cada ciudadano adicional.

Esta compleja realidad trae consigo un ostensible aumento en la cantidad de residuos dispuestos, los cuales merecen un tratamiento especial en aras de evitar impactos irreversibles para la sociedad,

Con base a la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (DANE, 2017), el 45.2% de la población, al menos un tipo computador y el 95.6% celular, mientras que el 71.5% de las personas mayores a cinco años afirmó usar algún teléfono móvil.

Aun cuando se ha avanzado ostensiblemente en las últimas décadas, Colombia no cuenta con una adecuada infraestructura para el aprovechamiento de los RAEE, lo cual impone diversos retos que deben ser solventados a partir de procesos spin off, posibilitando el desarrollo de una agenda pública que atienda las particularidades de las fracciones residuales de los aparatos eléctricos y electrónicos, como un problema con una tendencia exponencial de crecimiento en la era digital (Uribe, Rodríguez, Hernández y Ott, 2010).

La ausencia de un sistema eficiente de gestión que convoque a los diversos actores del ecosistema digital, se refleja en la elevada participación del sector informal, como jugador principal en los procesos de aprovechamiento de los diferentes AEE, toda vez que “el 54% (o 4.374 toneladas) de los residuos de PC generados en el 2009 son desensamblados informalmente” (León, 2010, p. 49).

Lo anterior coadyuva a intensificar la carga contaminante, en tanto que en su mayoría tales fracciones residuales finalizan en rellenos sanitarios, derivando en múltiples impactos, particularmente por sus componentes de carácter peligroso.

Tal connotación hace parte de un complejo panorama a nivel mundial; generalmente los países en desarrollo se caracterizan por realizar la disposición final en rellenos sanitarios, debido al bajo costo y simplicidad del proceso (Ikhlayel, 2017).

Resulta preocupante dicho escenario, máxime cuando de acuerdo con la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y el Departamento Nacional de Planeación (2015), el relleno sanitario de Armenia cuenta con una vida útil inferior a cinco años, lo que pone de relieve la necesidad de garantizar acciones de recuperación y aprovechamiento que coadyuven a disminuir la presión en los sitios de disposición final.

En el año 2014, se originaron 252.2 kilo-toneladas de RAEE en Colombia, para una producción per cápita de 5,3 kilos (Unión Internacional de

Telecomunicaciones, et al., 2015). Por su parte, el Ministerio de Ambiente -en adelante Minambiente- (2016), puntualiza que en la vigencia 2014 se dio lugar a la generación de 41,8 millones de toneladas RAEE en todo el planeta; siendo tan solo el 16% gestionados adecuadamente.

En Colombia las cifras son semejantes, según Minambiente (2016), la tasa de aprovechamiento y valorización es del 17%, mientras que en el 2018 será del 20%.

Para la Contraloría Municipal de Armenia (2014), en el periodo 2014, la tasa de reciclaje y reutilización fue del 20.1%, creciendo significativamente en comparación a la vigencia 2013, en donde se reporta una tasa del 1.1%. En todo caso, se hace necesario fortalecer las iniciativas adelantadas, para lograr incrementar las tasas de aprovechamiento, coadyuvando a la conservación del ecosistema.

Dichos residuos contienen una cantidad significativa de metales recuperables que son demandados en el mercado, debido a la complejidad para obtener recursos primarios; factor que hace de la recuperación una alternativa viable. Los beneficios de esta alternativa se relacionan con la minimización de las tasas de explotación de recursos naturales, evitando múltiples impactos asociados a la intervención en la fuente -como la disminución en el consumo de energía-. Sin embargo, los procesos de reciclaje no han logrado el máximo desarrollo, en tanto persisten desafíos como la baja inversión en tal sector, problemas logísticos y de tecnología de fundición integrada o instalaciones de refinación en áreas próximas a las zonas urbanas (Tsfaye, Lindberg, Hamuyuni, Taskinen, Hupa, 2017).

Por lo anterior, resulta necesario avanzar en la consolidación de una institucionalidad que consolide un sistema para el manejo y tratamiento de las fracciones residuales. Desde el 2008, a partir de los esfuerzos del Ministerio de Comunicaciones, con el estudio titulado “Estudio piloto de recolección, clasificación, reacondicionamiento y reciclaje de computadores e impresoras usadas llevado a cabo en Bogotá en el marco del proyecto “inventario de e-waste en Sudamérica” del Centro Regional de Basilea”, mediante una campaña de recolección, permitió el acopio, clasificación y caracterización de algunos AEE, determinando el nivel de aprovechamiento a partir de sus componentes potencialmente recuperables.

Por su parte, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Centro Nacional de Producción Más Limpia, en el año 2010 expidió el

documento: “Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos”, que da lugar a unas consideraciones en calidad de manual frente al manejo de los RAEE en las etapas de: recolección; transporte y logística; reuso- reciclaje y disposición final.

Colombia ha dado pasos significativos en establecer un marco normativo de carácter vinculante frente a los AEE, de esta manera el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante la Resolución 1512 de 2010 “Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos y se adoptan otras disposiciones”.

Se espera que con esta reglamentación, los productores de 100 o más unidades al año en conjunto con proveedores y distribuidores, logren recolectar a 2016 por lo menos el 25%, los cuales deben ser, en lo posible, reacondicionados o aprovechados, para así reducir ostensiblemente la tasa de aparatos que ingresan a la fase de disposición final.

Para cumplir dicha meta y, según los términos establecidos en el capítulo II de la citada Resolución, los productores deben diseñar un sistema de recolección individual o colectivo que le facilite a los consumidores entregar los residuos por medio de puntos de recolección que sean accesibles.

Para el caso de los residuos de celulares no se ha desarrollado una normatividad especial particular como en el caso de los computadores o bombillas y pilas, residuos que tienen incluso metas y compromisos puntuales, tal cual como se observa en el párrafo anterior.

En 2013, Colombia dio un salto de vital importancia hacia la gestión integral de los RAEE, toda vez que expidió la primera Ley en Colombia relacionada directamente con el tema, es así como la ley 1672 de 2013 estableció unas directrices para adoptar una política pública de gestión integral de los RAEE.

Los artículos octavo y once de la Ley 1672 de 2013, establecen que es responsabilidad del Gobierno consolidar el Comité Nacional de RAEE, el cual se encargará de desarrollar una Política Pública de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE); en aras de trazar una hoja de ruta que garantice la gestión integral de los residuos de AEE; sin embargo, aún se encuentra en proceso de reglamentación, por lo cual no se han establecido compromisos específicos de recuperación y aprovechamiento para los generadores; tiempos previstos para su cumplimiento y los términos en los que se aplicarían sanciones legales a quienes incumplan.

El Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, en la estrategia tres “Mejorar la calidad ambiental a partir del fortalecimiento del desempeño ambiental de los sectores productivos, buscando mejorar su competitividad”; propone la adopción de acciones encaminadas hacia un consumo sostenible, que reconozca la capacidad de resiliencia del ecosistema, al igual que garantizar la reducción en la fuente, a partir del incremento de las tasas de aprovechamiento y valorización. De esta manera, dentro de las apuestas del instrumento de planeación se anuncia que “se reglamentará e implementará la Ley de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)” (Congreso de la República, 2015).

Para su reglamentación, es necesario realizar un diagnóstico nacional y por departamentos que suministre información actualizada, en aras de proponer estrategias eficaces y oportunas; por cuanto la información nacional más reciente data del 2014; siendo urgente adelantar estudios rigurosos que permitan mapear un escenario real, para que a partir del involucramiento y empoderamiento de diversos agentes de interés, se gesticione un sistema estructural que pueda a largo plazo servir de modelo en otras regiones.

En el 2017, el grupo asesor del Comité Nacional RAEE, dando cumplimiento a los preceptos de la Ley 1672 de 2013, llevó a cabo una Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE, donde a partir del reconocimiento del marco normativo y de un diagnóstico a nivel global y nacional, proponen un marco estratégico, así como un plan de acción con estrategias y líneas de actuación, que serán periódicamente revisadas, con una proyección hasta el 2032.

El documento propone cuatro estrategias; sensibilizar la producción y consumo responsable; desarrollar instrumentos para la gestión integral de los residuos; desarrollar infraestructura ambientalmente segura y dinamizar alianzas públicas privadas en beneficio del sistema.

Cada estrategia define metas para el corto, mediano y largo plazo, con sus respectivos indicadores de cumplimiento y responsables. Donde se destaca, entre otras, a mediano plazo, diseñar y aplicar un instrumento de recolección de información que capture datos estimativos de generación de RAEE en Colombia.

Por su parte, el plan de desarrollo 2016-2019 “Sigamos adelante” de la ciudad de Armenia, consideró el subprograma TIC y Medio Ambiente, el cual propende por desarrollar actividades de sensibilización y promoción para el buen manejo de RAEE, con un presupuesto proyectado de \$83.672.540 COP, para el periodo legislativo.

De esta manera, la administración municipal pretende adelantar acciones que coadyuven al buen manejo de las fracciones residuales; siendo una oportunidad para articular investigaciones desde la academia, propendiendo por generar masa crítica para la consolidación de un nuevo orden, frente a la gestión de los RAEE.

2. MÉTODO

2.1 Diseño

Investigación de tipo descriptivo, con uso de información estadística descriptiva. Se propende por reconocer la percepción de los habitantes de la ciudad de Armenia sobre el estado actual de la gestión de residuos de computadores, periféricos y celulares domiciliarios. Es de aclarar, que el instrumento de recolección se aplicó durante el primer semestre de 2017.

El municipio de Armenia, capital del departamento del Quindío, es una ciudad intermedia, ubicada en el centro occidente del país, sobre las coordenadas 4,5170 ° de latitud Norte, 75,6830 ° Oeste. (Consejo Municipal de Armenia, 2016).

2.2 Participantes

Mediante un muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional, se adelantó una encuesta aleatoria a trecientas ochenta y cuatro (384) personas de los diferentes estratos socioeconómicos en la ciudad de Armenia, para una probabilidad de ocurrencia de 0.5, con un error máximo de estimación del 5% y un nivel de confianza del 95%; representan estadísticamente una población de 298.197 habitantes, según el informe “Estratificación socioeconómica” para el año 2016; aportada por el Departamento Administrativo de Planeación de Armenia.

Tabla 15. Muestreo estratificado con afijación proporcional

Estrato	Identificación	Nº sujetos en el estrato	Proporción	Muestra a realizar
1	Estrato socioeconómico 1	60.949	20,4%	79
2	Estrato socioeconómico 2	88.907	29,8%	115
3	Estrato socioeconómico 3	88.587	29,7%	114
4	Estrato socioeconómico 4	24.949	8,4%	32
5	Estrato socioeconómico 5	30.659	10,3%	39
6	Estrato socioeconómico 6	4.148	1,4%	5

Fuente: elaboración propia con base a la estratificación socioeconómica de Armenia, Departamento Administrativo de Planeación (2016).

2.3. Instrumentos

Para la elaboración del instrumento se tomaron en cuenta los criterios y variables establecidas en el marco normativo especial para los RAEE en Colombia y Latinoamérica.

Así mismo, se analizaron los informes presentados por entidades oficiales a nivel nacional, departamental y local, como el Ministerio de Ambiente, Departamento Nacional de Planeación y Contralorías, los cuales hacen relación a ciertos criterios a considerar, en aras de fomentar un sistema de gestión ambiental sostenible para los RAEE, siendo un común denominador, entre ellos, variables como: los niveles de consumo, ciclo de vida y destino final de los AEE que se encuentran en el mercado.

Dentro de los procesos investigativos adelantados en otras urbes y que han sido exitosos, se establece la imperiosa necesidad de considerar la implantación de sistemas de gestión que involucre iniciativas políticas, legales, operativas y financieras, entre otras, para la prevención en el consumo, aprovechamiento - disposición final segura; en miras de prevenir ciertos impactos al medio ambiente y la salud humana.

Conforme a la Plataforma Relac (2011), se sugiere que al estructurar un sistema de gestión de RAEE se consideren aspectos relacionados al ciclo de vida útil; recolección y tratamiento; seguimiento y control, que bajo un marco

administrativo y financiero, coadyuvará a dinamizar los esfuerzos de los diferentes interesados en el cumplimiento del marco normativo.

Del mismo modo, se recopiló información sobre la disposición de los encuestados para recibir estímulos y beneficios que faciliten una gestión favorable de los residuos objeto de análisis.

La Directiva de la Unión Europea sobre RAEE, 2002, clasifica los productos o aparatos eléctricos y electrónicos en 10 categorías, a saber:

Tabla 16. Clasificación de los residuos electrónicos según la Directiva de la Unión Europea

No	Categoría	Etiqueta	Ejemplos
1	Grandes electrodomésticos	Grandes ED	Neveras, congeladores, lavadoras, lavaplatos, etc.
2	Pequeños electrodomésticos	Pequeños ED	Aspiradoras, planchas, secadores de pelo, etc.
3	Equipos de informática y telecomunicaciones	TIC	Procesadores de datos centralizados (minicomputadoras, impresoras), telecomunicaciones y elementos de computación personal (computadores personales, computadores portátiles, fotocopiadoras, télex, teléfonos, etc.).
4	Aparatos eléctricos de consumo	AEC	Aparatos de radio, televisores, cámaras de vídeo, etc.
5	Aparatos de alumbrado	Alumbrado	Luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad, etc.
6	Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura)	Herr. E & E	Taladros, sierras y máquinas de coser.
7	Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre	Juguetes	Trenes y carros eléctricos, consolas de vídeo y juegos de vídeo.
8	Aparatos médicos (con excepción de todos los productos implantados o infectados)	Eq. Médico	Aparatos de radioterapia, cardiología, diálisis, etc.
9	Instrumentos de vigilancia y control	V & C	Termostatos, detectores de humo o reguladores de calor.
10	Máquinas expendedoras	Exendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas calientes, botellas, latas o productos sólidos

Fuente: elaboración propia a partir de Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea (2003)

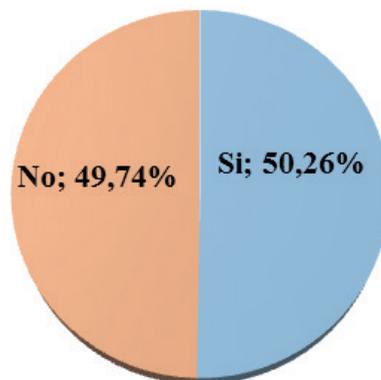
De esas diez categorías, fueron seleccionados los computadores, periféricos y celulares, que han sido abordados en diversas investigaciones, en tanto que representan dos corrientes residuales con un crecimiento exponencial, lo cual hace que se constituyan en un problema potencial en gestión de residuos, como menciona Casas, Cerón, Vidal, Peña y Osorio (2015, p.179) “los computadores y celulares han sido tratados en diferentes artículos debido a sus altos niveles de crecimiento en la penetración del mercado, acompañados de una acelerada disminución su ciclo de vida”, por lo que se hace interesante reconocer las condiciones de consumo y gestión para atender a futuro dos corrientes con alto potencial de generación de RAEE, que impactarán significativamente al ecosistema y la salud humana.

Debe hacerse la claridad de que periféricos son elementos como impresoras, mouse, escáner, entre otros.

3. DISCUSIONES Y RESULTADOS

A continuación se presenta el análisis de las variables que hacen parte del instrumento aplicado en la investigación y que dan cuenta de las variables mencionadas en la sección de materiales y métodos.

Figura 9. Población que conserva celular o computadores y periféricos en desuso (averiado o que no ya no use)

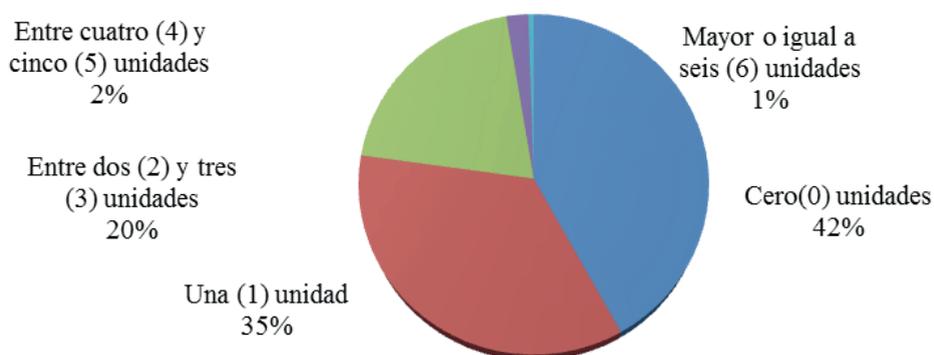


Fuente: elaboración propia (2017).

De los 384 encuestados, el 50.26% (193 personas) conservan en los hogares aparatos eléctricos y electrónicos en desuso, de esta manera resulta prioritario diseñar estrategias que garanticen un destino final seguro, de acuerdo a las consideraciones de la normatividad aplicable.

Los resultados también deben alertar a los distintos actores de la cadena de abastecimiento de dichos aparatos, en procura de adelantar estrategias de logística inversa que permita la retoma de dichos productos y cumplir con la normatividad vigente.

Figura 10. Cantidad de celulares que conserva la población en desuso

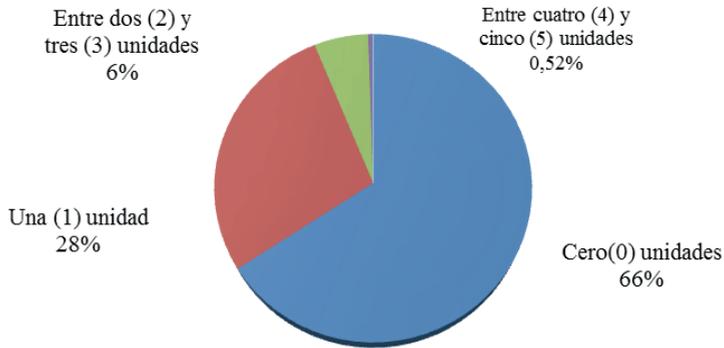


Fuente: elaboración propia (2017).

Los resultados demuestran que de 193 personas que conservan celulares; 68 personas conservan una unidad; 39 personas entre dos y tres unidades; 4 personas entre cuatro y cinco unidades; finalmente, una persona afirmó que almacena seis unidades o más.

De acuerdo a los resultados, se puede estimar como escenario tendencial que los encuestados almacenan como máximo alrededor de 211 unidades de celulares en desuso.

Figura 11. Cantidad de computadores y periféricos que conserva la población en desuso

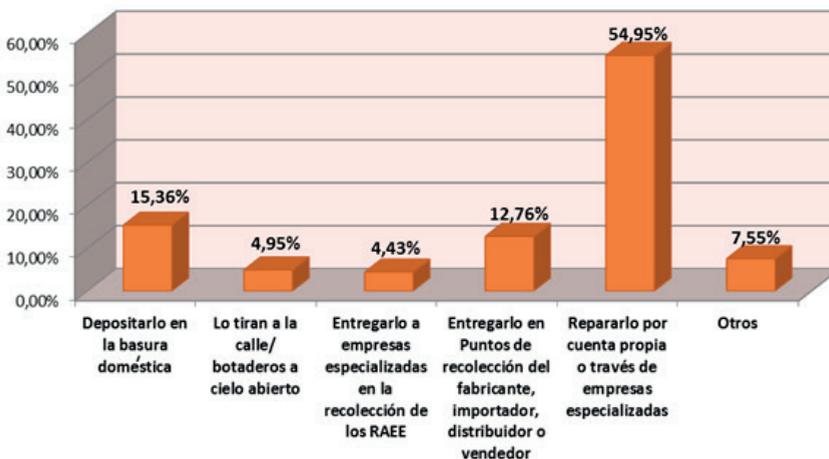


Fuente: elaboración propia (2017).

De las 193 personas que respondieron afirmativamente a la pregunta representada en el Figura 9, se puede establecer que 54 personas (28%) almacenan una unidad de computadores y periféricos, mientras que otros 11 encuestados almacenan entre dos y tres unidades.

Se puede establecer que en un escenario tendencial, como máximo, los encuestados tendrían en su poder alrededor de 87 unidades de computadores y periféricos en desuso.

Figura 12. Destino final de los celulares que se han dañado o averiado



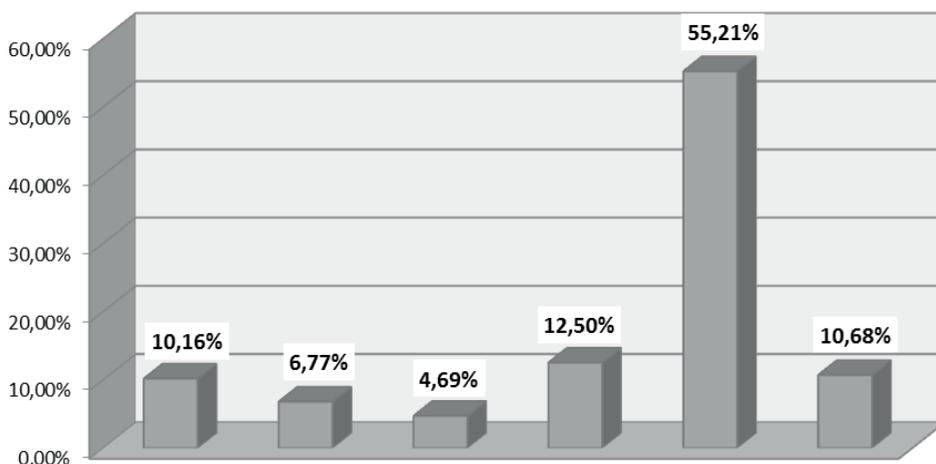
Fuente: elaboración propia (2017).

El 54.95% de los 384 encuestados deciden reparar los celulares dañados, sea por cuenta propia o a través de terceros; hecho significativo en tanto que da lugar a suponer que se está alargando el ciclo de vida de los aparatos, evitando disminuir temporalmente la carga contaminante por su posible disposición final.

Sin embargo, resulta preocupante que 59 encuestados (15.36%) acepten que los residuos son depositados a las basuras domésticas y que 19 personas (4.95%) reconozcan abiertamente que tiran los celulares a la calle o botaderos a cielo abierto.

Lo anterior genera un foco de contaminación, que sin lugar a dudas constituye un problema de salud pública a resolver, toda vez que dichos aparatos contienen materiales potencialmente peligrosos por sus características tóxicas, inflamables, entre otras, que pueden avocar a impactos irreversibles, como la contaminación del nivel freático, por su disposición en sitios no autorizados y, por consiguiente, enfermedades a quienes consuman líquido vital de los cuerpos de agua contaminados. Estos, entre otros numerosos riesgos deben ser una alerta para las autoridades municipales, particularmente las Empresas Públicas de Armenia ESP (como receptora del 15.36%) debe tomar acciones efectivas para canalizar dichos residuos a los gestores autorizados o encargarse directamente de dar una correcta disposición final en celdas de seguridad en rellenos sanitarios.

Figura 13. Destino final de los computadores y periféricos que se han dañado o averiado



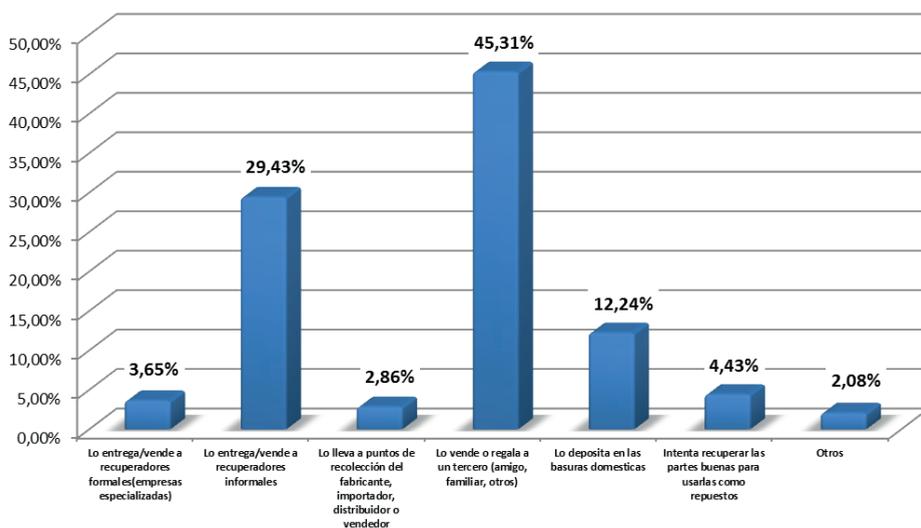
Fuente: elaboración propia (2017).

Semejante al caso anterior, el 55.21% de la muestra poblacional asevera que los computadores y periféricos que se han dañado, no ingresan directamente al sistema de disposición final; por lo que son reparados por cuenta propia o por medio de empresas especializadas y seguramente son reusados, evitando afectaciones e impactos al medio ambiente.

Sigue causando preocupación que el 10.16% de los encuestados (39 personas) depositen los computadores y periféricos en la basura doméstica, así como que el 6.77% los tiren a la calle en sitios no autorizados.

Es importante incentivar en la población la devolución de los RAEE a los diversos canales de distribución y a las empresas especializadas en la recolección, así como diversas acciones que posibiliten un aprovechamiento y valorización de los computadores y periféricos, toda vez que, de acuerdo con el Ministerio de Comunicaciones y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008), la unidad central de procesamiento CPU de un computador tiene aproximadamente un 80% de residuos no peligrosos que merecen ser recuperados para garantizar un aprovechamiento sostenible en la industria.

Figura 14. Destino para los celulares que se consideran obsoletos o que ya no les interesa tenerlos



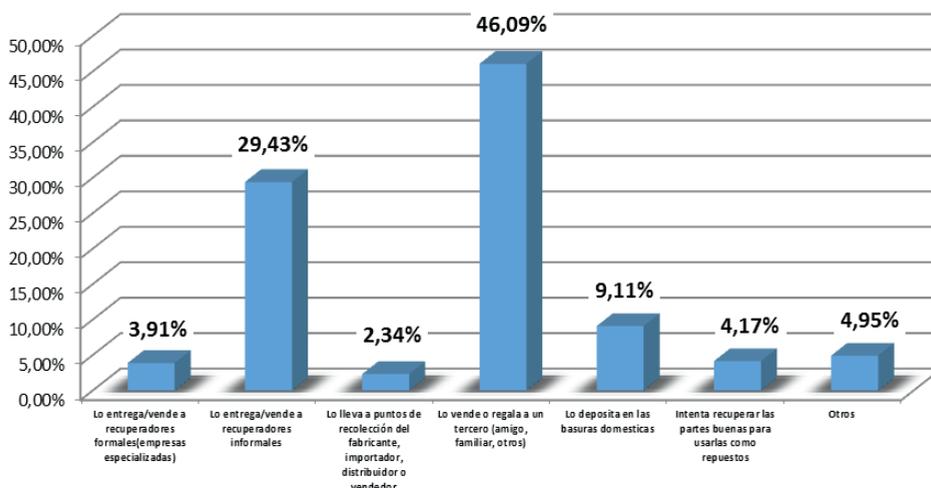
Fuente: elaboración propia (2017).

El 45% de los encuestados vende o regala a terceros los celulares - cuando los consideran obsoletos o que han cumplido la vida útil-, coadyuvando a que se extienda el ciclo de vida de los productos, lo cual genera beneficios ambientales de valor incalculable, por incrementar la tasa de reutilización; lo que genera un círculo virtuoso que disminuye la presión hacia las actividades de la fase posconsumo.

Sin embargo, preocupa que el 29.43% (113 personas) lo entreguen a recuperadores informales y que el 12.24% (47 personas) lo depositen en las basuras domésticas.

El delegar la actividad de aprovechamiento a actores del sistema informal reviste un problema de salud pública por sus prácticas poco seguras, que van en contra de la normatividad y que a su vez derivan en impactos al ecosistema; se ha establecido en algunas investigaciones que dichos actores usufructúan aquellos materiales recuperables (metales ferrosos, entre otros) y los demás elementos con componentes peligrosos son depositados en las basuras domésticas o tirados directamente a la calle.

Figura 15. Destino para los computadores y periféricos que se consideran obsoletos o que ya no les interesa tenerlos



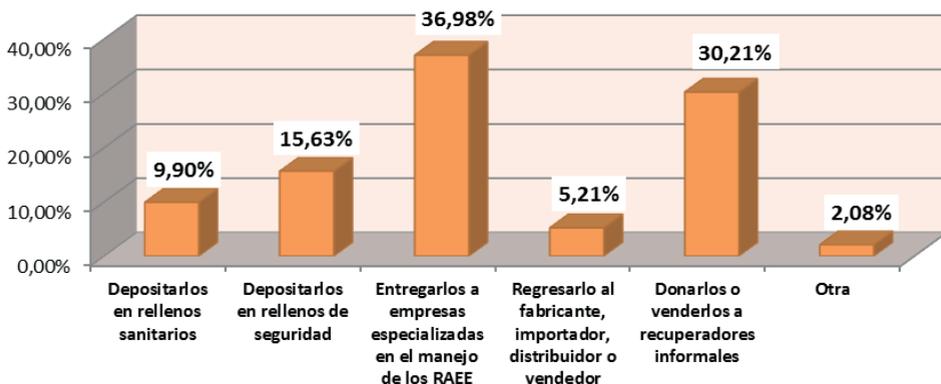
Fuente: elaboración propia (2017).

El 29.43% de los encuestados entregan los computadores y periféricos obsoletos a recuperadores informales, de esta manera se evidencia una participación significativa de gestores, que seguramente no cuentan con licencia ambiental y, por ende, no están autorizados para adelantar dichas acciones. Dicho sector evidentemente tiene mayor visibilidad y reconocimiento (por su participación) que las empresas especializadas del sector formal, que sí cuentan con los permisos para llevar a cabo su gestión y que deberían tener mayor protagonismo, en tanto que sus procesos (conforme a la licencia ambiental) dan plenas garantías para la protección del ecosistema y quienes intervengan en tales procesos.

Del mismo modo, existe una participación muy baja de los fabricantes, comercializadores y distribuidores, por cuanto solo el 2.34% de los encuestados afirma que lleva los aparatos a descartar a los puntos de recolección.

Se requiere mayores medidas para garantizar que los aparatos ingresen a un sistema de gestión integral que sea afín a los intereses ambientales, sociales y económicos del colectivo, coadyuvando a disminuir la presión de descarga a los rellenos sanitarios. El 9.11% de los encuestados los depositan en las basuras, aun cuando cumplen con su función y están en condiciones de ser usados, razón por la cual no deberían llegar al sitio de disposición final.

Figura 16. De acuerdo a su conocimiento, ¿cuál es la alternativa adecuada que debe darse para los aparatos eléctricos y electrónicos (celulares y computadores), una vez llegan al fin?



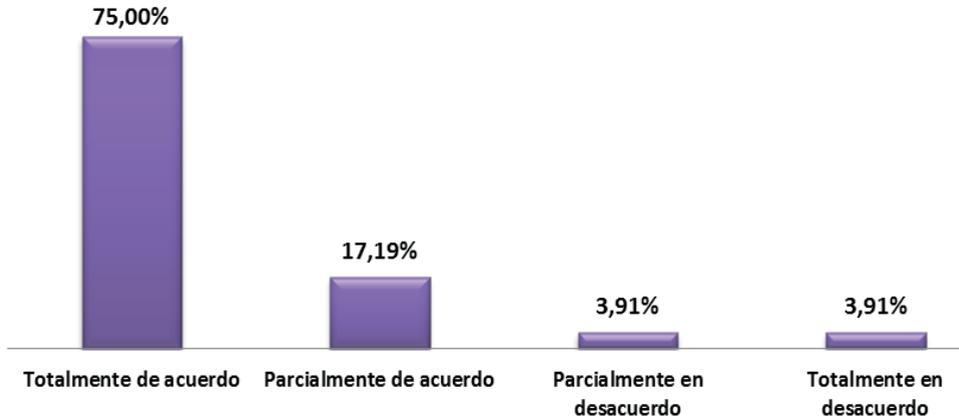
Fuente: elaboración propia (2017).

Destaca el hecho de que el 36.98% de los encuestados (142 personas) reconocieran como la alternativa adecuada el entregar dichos aparatos a las empresas especializadas en la recolección y manejo. Sin embargo, lo anterior no se refleja en el destino final de los residuos, debido a que tan solo el 4.69% efectivamente entrega los residuos de computadores y periféricos a tales empresas (Gráfica 5). Para el caso de celulares las cifras indican que el 4.43% de los encuestados usan estos canales.

Debe igualmente reconocerse de que la normatividad aplicable vigente, particularmente la Resolución 1511 de 2010 y la Ley 1672 de 2013; establecen la necesidad de incentivar la creación de empresas gestoras con licencia ambiental que permitan articular acciones efectivas para alcanzar unos mínimos de recolección; sin embargo, de acuerdo al listado actualizado a 2017 de empresas gestoras de residuos peligrosos, en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Quindío, en la ciudad de Armenia solo opera un gestor con licencia ambiental dedicado a la recolección y transporte de RAEE, de acuerdo a la Resolución 1277 de junio 16 de 2014.

Tal vez sea necesario adelantar acciones que permitan incrementar el número y visibilidad de las empresas gestoras de RAEE, estableciendo canales que permitan acercarse más a los consumidores y, a su vez, concientizar a los ciudadanos de la importancia de canalizar los AEE a través de este medio y de los mismos participantes en la distribución, de forma tal que se logren disminuir progresivamente las tasas de disposición en rellenos sanitarios (9.90%) y de donación o venta a recuperadores informales (30.21%). De acuerdo con (León, 2010, p.49), en Colombia “el 54% (o 4.374 toneladas) de los residuos de PC generados en el 2009 son desensamblados informalmente”. Dichas prácticas de desensamble y separación (en algunos casos sometiendo los aparatos a altas temperaturas) realizadas de manera no controlada y sin las garantías, deriva en algunos casos en accidentes y/o enfermedades de los recuperadores, así como en impactos al medio ambiente, en tanto los componentes que no pueden ser aprovechados por su potencial peligro, terminan siendo dispuestos en botaderos a cielo abierto y en algunos casos en los rellenos sanitarios, sin cumplir las medidas necesarias para los residuos peligrosos.

Figura 17. ¿Considera usted que se debería ofrecer beneficios a las personas que entreguen los RAEE a las empresas autorizadas para hacer una gestión eficiente de los residuos?



Fuente: elaboración propia (2017).

El 75% de los encuestados (288 personas) está totalmente de acuerdo con que se ofrezcan beneficios a quienes entreguen los AEE a las empresas autorizadas para una gestión adecuada, por su parte, el 17.19% menciona que está parcialmente de acuerdo.

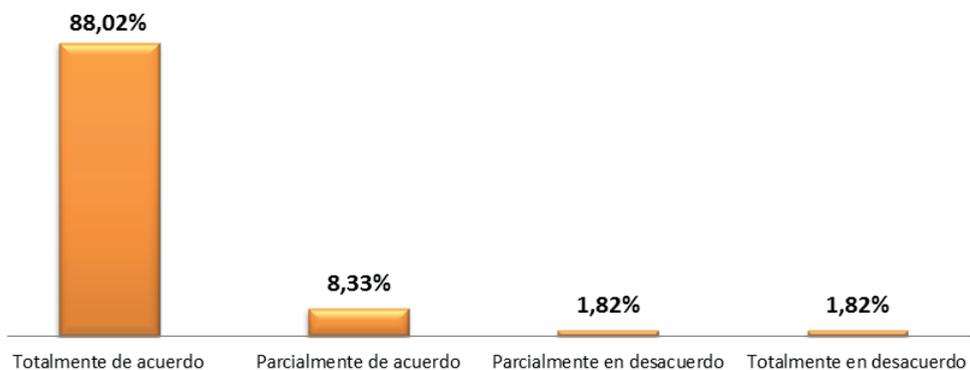
La alta disposición a recibir beneficios por la correcta gestión de residuos debe orientar una política pública municipal, que bajo la aplicación de diversos instrumentos económicos, logren persuadir a los ciudadanos hacia conductas amigables con el medio ambiente.

Si respondió en la pregunta anterior la opción total o parcialmente de acuerdo, ¿qué tipo de beneficios considera que se deben otorgar?

De los 354 encuestados que respondieron estar de acuerdo con recibir beneficios por disposición adecuada de los AEE en mención, un 27.97% (99 personas) se inclina hacia la disminución de impuestos como alternativa de beneficio, mientras que el 26.27% afirma que les gustaría recibir bonos o adquirir otros productos de la misma marca.

Unas 89 personas (25.14%) consideran como opción el recibir subsidios, mientras que el 20.34% una reducción en la tarifa del aseo domiciliario.

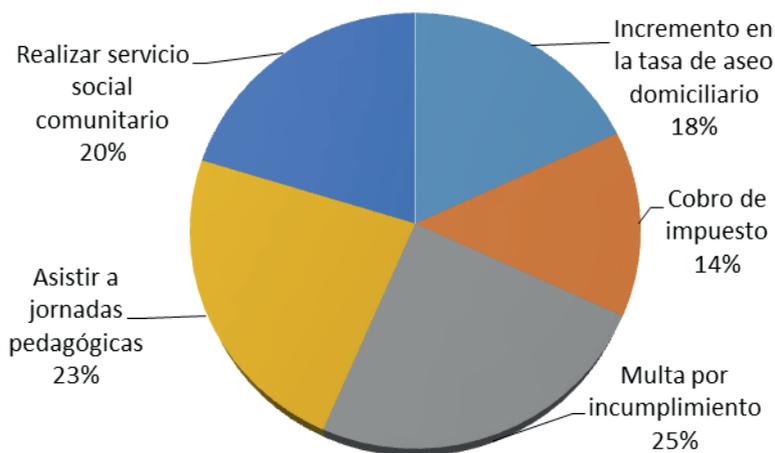
Figura 18. ¿Considera que las personas que desechen los RAEE a la calle o botaderos a cielo abierto, deben ser sancionadas?



Fuente: elaboración propia (2017).

El 88% de los encuestados (338 personas) está totalmente de acuerdo con que se generen sanciones para los que tiren a la calle los RAEE, así pues, se evidencia un consenso generalizado frente a la necesidad de establecer mecanismos coercitivos para lograr mejorar un problema recurrente en la ciudad con múltiples impactos.

Figura 19. Si respondió en la pregunta anterior la opción total o parcialmente de acuerdo, ¿qué tipo de sanciones considera que se deben imponer?



Fuente: elaboración propia (2017).

Sobresale entre los resultados que el 25% considere que se deben imponer multas por incumplimiento, el 18% incrementar la tasa de aseo domiciliario y el 14% un cobro de impuesto. La administración municipal deberá adelantar estudios frente a la valoración de costos ambientales, mediante los métodos propuestos en la economía ambiental, en aras de proponer alternativas para fijar tarifas por protección de ecosistemas, que coadyuven a financiar los esquemas de gestión y tratamiento final para los residuos objeto de análisis.

4. CONCLUSIONES

Con ocasión a los procesos de desarrollo tecnológico, se han disminuido las barreras económicas y sociales que impedían a gran proporción de la sociedad acceder a bienes de consumo, como los aparatos eléctricos y electrónicos. De esta manera, desde finales del siglo XX se ha masificado la penetración de celulares y computadores en la población, misma dinámica que ha derivado en un incremento significativo del descarte (cada vez en ciclos inferiores) de los AEE; esto ha fundado una problemática de suma importancia, particularmente por el reconocimiento de que los aparatos eléctricos y electrónicos además de tener componentes valiosos como el oro, también tienen otros como el plomo y cadmio, que por su potencial peligro merecen un tratamiento especial diferenciado, el cual dista del llevado a cabo para los tradicionales residuos ordinarios.

El 50.26% de los encuestados almacenan en sus hogares celulares y computadores en desuso. De ese segmento de la población, en promedio el 35% y el 28% conservan una unidad de celular y computador, ambos sin ser usados, respectivamente.

Este panorama que si bien es cierto no es tan crítico, en tanto no se está en frente de grandes cantidades de aparatos por disponer; no exime al Estado y demás agentes de interés frente a la necesidad de generar estrategias y alianzas público privadas, que garanticen un tránsito efectivo de dichas fracciones residuales hacia un sistema formal, que posibilite el aprovechamiento y disposición final segura para ellos.

Según el listado de empresas gestoras de residuos peligrosos en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Quindío (2015), en Armenia se evidencia una empresa especializada en la recolección de RAEE (Gestor RAEE), cuya razón social es la Fundación Nacional Contaminación Tecnológica Tesla;

empresa que cuenta con Licencia Ambiental RAEE, Resolución 1277 de 2014 expedida por la Corporación Autónoma Regional del Quindío.

Tal empresa (única hasta la fecha autorizada y reconocida por la CRQ) tiene una cobertura de recolección del 8.6% para computadores dañados u obsoletos, mientras que del 8.08% de celulares en el mismo estado.

Dichas cifras resultan contradictorias, por cuanto el 36,98% de los encuestados, reconoce que entregar los residuos de los AEE a los gestores especializados es la alternativa adecuada.

Se requiere incentivar conforme la Ley 1672 de 2013, la creación y consolidación de nuevas empresas gestoras, así como fundar un mayor compromiso por parte del ente municipal para promover campañas de sensibilización frente a la disposición ambiental segura, lo anterior, en aras de aumentar la cantidad de fracciones residuales gestionadas formalmente. “Los entes municipales y las autoridades ambientales realizarán actividades de divulgación, promoción y educación que orienten a los usuarios de aparatos eléctricos y electrónicos, sobre los sistemas de recolección y gestión de los residuos de estos productos y sus obligaciones”. (Congreso de la República, 2013 p. 5).

La Resolución 1512 de 2010 instituye la responsabilidad a los productores, así como distribuidores, de diseñar e implementar un sistema de recolección selectiva y gestión integral para computadores/periféricos, en procura de incrementar el aprovechamiento y recuperación de los mismos. Particularmente el artículo décimo propone una meta de recolección como mínimo del 5% de los aparatos a partir del 2012; mientras que en los años posteriores, lograr incrementos no menores al 5% anual hasta alcanzar recolectar por lo menos el 50%.

Para dar cumplimiento a las metas definidas, los productores pueden diseñar sistemas individuales o colectivos, creando si, fuera el caso, organizaciones dedicadas a garantizar el cumplimiento de la normatividad, según los términos previstos en Ley 1672 de 2013 en el capítulo II, artículo 6 “del productor”.

Se observó que los fabricantes y comercializadores recolectaron residuos domésticos hasta el primer semestre de 2017, correspondientes al 12.50% y 2.34% de computadores dañados y obsoletos, respectivamente, para un total de 14.84%.

Aun cuando la normatividad aplicable establece metas de recolección agregadas (para personales naturales y jurídicas) para el territorio nacional, resulta importante reconocer que para el caso de la ciudad de Armenia, la cantidad de

aparatos domiciliarios recolectados (sin contar aquellos que emerjan de personas jurídicas), denota la necesidad de seguir fortaleciendo los mecanismos de recolección y gestión integral, en tanto que para la vigencia 2016, el porcentaje de recolección debía ser de por lo menos el 25% de los computadores, *so pena* de las sanciones previstas en el artículo vigésimo del mencionado acto resolutivo (1512 de 2010).

Se deberán fortalecer la rendición de cuentas y veeduría ciudadana que obligue al cumplimiento normativo con el propósito de prevenir la degradación al ecosistema.

Para el caso de celulares obsoletos y dañados, los fabricantes recolectaron un 15.62%; sin embargo, es necesario reglamentar un sistema de gestión que garantice unas metas mínimas de recolección, lo cual proveerá un control en la fase de posconsumo en armonía con las demás disposiciones legales.

Debe ser un motivo de preocupación para los entes municipales el hecho de que el 27.6% de los celulares domiciliarios (dañados u obsoletos) sean eliminados a través del sistema tradicional de servicio público, mientras que para el caso de computadores y periféricos, la cifra es del 19.27%; lo que contraviene al artículo cuarto de la Ley 1672 de 2013, que prohíbe la disposición de RAEE en rellenos sanitarios.

Tal situación genera traumatismos para la empresa encargada del servicio de recolección y aseo (Empresas Públicas de Armenia EPA S.A ESP), si consideramos que, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017), Colombia tiene una infraestructura incipiente para realizar actividades de aprovechamiento y valorización para estas fracciones; por lo cual “en los países no industrializados hay una actividad y un sector informal ‘vibrantes’ que recolecta, repara y revende productos usados como de segunda mano y que recicla RAEE por sus materiales valiosos” (The Solving the E-Waste Problem (StEP) Initiative, 2015; citado en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017, p. 53).

Lo anterior, ha llevado a la EPA a realizar en los últimos años campañas coordinadas con la Alcaldía Municipal y la Fundación Tesla (empresa gestora autorizada), entre otros, para la recolección de residuos de AEE, lo cual favorece la implantación de un sistema de gestión integral en la ciudad.

Del mismo modo, se desconoce la posibilidad de aprovechar los componentes recuperables que tienen un valor considerable en el mercado, toda vez que

mediante el desensamble, se logra la separación de fracciones como metales preciosos o ferrosos, que son adquiridos por empresas, quienes la reincorporan a procesos de producción; generando beneficios económicos y sociales para la población en general; a los compradores por disminuir costos operativos, a los vendedores mediante la generación de ingresos y empleo, mientras que aporta considerablemente a la reducción en las tasas de extracción de recursos minerales y demás beneficios ambientales.

Constituye un reto desarrollar un sistema de gestión encaminado hacia la consideración de las alternativas de tratamiento y aprovechamiento de los residuos, así como las atinentes a un destino final seguro.

Urge adelantar procesos de socialización en la comunidad, sobre la importancia de llevar a cabo una gestión adecuada de los RAEE y reconocer las diferentes alternativas para su disposición correcta; de esta manera, se logrará dinamizar los sistemas de recolección selectiva, donde impere una nueva racionalidad ambiental (Leff, 2011), en beneficio de la sostenibilidad.

Lo anterior, dará un impulso hacia la construcción de una agenda pública con prevalencia de valores no económicos que garanticen un desarrollo sostenible, en el que las decisiones económicas, sociales y medioambientales son indisociables (Álvarez, 2016).

Se espera que estos estudios sean replicados en los demás residuos de AEE, lo cual deberá ser un llamado de alerta para los diferentes actores de la cadena, así como un insumo en la toma de decisiones por parte del Gobierno nacional y local; de forma tal que se invoque al principio de responsabilidad extendida del productor (Lindhqvist, Manomaivibool y Tojo, 2008) y se fortalezca la participación de estos en el sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A.M. (2016). Retos de América Latina: Agenda para el Desarrollo Sostenible y Negociaciones del siglo XXI. *Revista Problemas del Desarrollo*, 186 (47), 9-30.
- Awasthi, A. K., Cucchiella, F., D'Adamo, I., Li, J., Rosa, P., Terzi, S., ... y Zeng, X. (2017). Modelling the correlations of e-waste quantity with economic increase. *Science of The Total Environment*, 613, 46-53.
- Cárdenas, B.C., Fernández, E.R., y Figueroa, J.R. (2015). Modelo para la predicción de la generación de residuos electrónicos. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(6), 55-67.
- Casas, J. D. J., Cerón, K., Vidal, C. J., Peña, C. C., & Osorio, J. C. (2015). Priorización multicriterio de un residuo de aparato eléctrico y electrónico. *Ingeniería y Desarrollo*, 33(2). 172-197
- Colombia, Congreso de la República. Ley 1753 de 2015. (2015). Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”. Bogotá, D.C., 2015. D.O no. 49538.
- Colombia, Congreso de la República. Ley 1672 (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. Bogotá, D.C., 2013. no. 48856.
- Concejo Municipal de Armenia. (2016). Plan de Desarrollo del Municipio de Armenia 2016-2019 “Sigamos Adelante”. Recuperado de: http://www.concejodearmenia.gov.co/nuevositio/sites/default/files/02_PROYECTO_DE_ACUERDO_PDM%202016_2019.pdf.

- Contraloría Municipal de Armenia. (2014). Estado de los recursos naturales y de ambiente. pp. 227. Armenia, Colombia. Recuperado de: <http://contraloriarmenia.gov.co/files/editor/files/INFORME%20DEL%20ESTADO%20DE%20LOS%20RECURSOS%20NATURALES%20Y%20MEDIO%20AMBIENTE2014.pdf>
- Departamento Administrativo de Planeación de Armenia. (2016). Estratificación socioeconómica del Municipio de Armenia, Armenia: Alcaldía Municipal de Armenia.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2017). Encuesta nacional de calidad de vida. Boletín técnico, Bogotá: DANE.
- Fernández, G. (2007). Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Sudamérica. Informe Técnico. Recuperado de: http://www.inti.gov.ar/basilea/pdf/Informe_raee_arg.pdf.
- Hoyos, J. (2011). Desarrollo y aplicación de un modelo de simulación de un sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos asociados a las TIC en Colombia, para analizar su viabilidad tecnológica y financiera. . Tesis de Maestría. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- Ikhlayel, M. (2017). Environmental impacts and benefits of state-of-the-art technologies for E-waste management. *Waste Management*, 68. 458-474.
- Kumar, A., Holuszko, M., y Romano, D. C. (2017). E-waste: an overview on generation, collection, legislation and recycling practices. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 32-42.
- Leff, E. (2011). Sustentabilidad y racionalidad ambiental: hacia " otro" programa de sociología ambiental. *Revista mexicana de sociología*, 73(1), 5-46.
- León, J. (2010). Análisis de flujos de residuos de computadores en el sector formal e informal en Colombia. Tesis de maestría. St. Gallen, Suiza: Instituto Federal Suizo de Prueba e Investigación en materiales. Environmental Science and Engineering Section SSIE.
- Lindqvist, T., Manomaivibool., y P., Tojo, N. (2008). La responsabilidad extendida del productor en el contexto latinoamericano La gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Argentina. Lund University International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund Sweden.

- López, P. A., Bringas, M. V., Iniestra, J. G., & Vargas, M. G. (2014). Simulación de la tasa de reciclaje de productos electrónicos Un modelo de dinámica de sistemas para la red de logística inversa. *Contaduría y administración*, 59(1), 9-41.
- Mar, J., González, J., y Adenzo, D. (2012). Modelos y algoritmos para logística inversa: optimización de sistemas de recolección de RAEE. *Computación y Sistemas*, 16 (4), 491-496.
- Martínez, N. M. J. (2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (17), 29-56.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Política Nacional para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos- RAEE, Bogotá, D.C. Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Resolución N°1512 de 2010 “Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y/o periféricos y se adoptan otras disposiciones”. Bogotá, Colombia
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Bogotá, Colombia.
- Ott, D., y Instituto Federal Suizo de Prueba e Investigación de Materiales y Tecnologías EMPA. (2009). Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia Diagnóstico de Electrodomésticos y de Aparatos Electrónicos de Consumo. Informe Técnico, Medellín: EMPA.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2003). Directiva 2002/96/CE Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Parlamento Europeo y del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea 13.2.2003, Bruselas.
- Pérez-Belis, V., Wangel, J., y Bovea, M. D. (2013). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la comunicación (TICs) para fomentar la recogida selectiva de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Aplicación a la categoría de juguetes. Memorias Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos. España: Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume. 15-21.
- Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe. RELAC. (2011). Lineamientos para la gestión de los residuos de

- aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en Latinoamérica: Resultados de una mesa regional de trabajo público – privado. Informe Técnico, Medellín, Colombia.
- Rodríguez, L., González, N., Reyes, L., y Torres, A (2013). Sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Enfoque de dinámica de sistemas. *Revista Sistemas & Telemática*, 11 (24). 39-53.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y Departamento Nacional de Planeación DNP. (2015). Informe Sectorial del Servicio Público de Aseo. Informe Técnico. Bogotá D.C.
- Tesfaye, F., Lindberg, D., Hamuyuni, J., Taskinen, P., & Hupa, L. (2017). Improving urban mining practices for optimal recovery of resources from e-waste. *Minerals Engineering*, 111, 209-221.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, Basel convention, CR-BAS, CEPAL, UNESCO, ONUDI WIPO, World Health Organization, ITU. (2015). Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina. Informe Técnico. Ginebra, Suiza.
- Uribe, L.M., Rodríguez, S.M., Hernández, C.A. y Ott, D. (2010). Manejo de los RAEE a través del Sector Informal en Bogotá, Cali y Barranquilla. Programa Seco/Empa sobre la Gestión de RAEE en América Latina, Informe Técnico, Bogotá, D.C. Recuperado de: http://www.ewasteguide.info/files/100427_SectorInfomal_BOG-CAL-BQL.pdf