

# APORTES AL DESARROLLO SOSTENIBLE DESDE LA IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRÓNICOS HOSPITALARIOS EN 24 HOSPITALES DE BOGOTÁ-COLOMBIA

CAROLINA DÍAZ<sup>1</sup>,

*Artículo de investigación científica y tecnológica<sup>2</sup>*

## Resumen

*Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos - RAEE tipo biomédicos, tienen diferencias en cuanto a cantidades generadas en cada hospital y en las formas de darles manejo, lo cual trae como consecuencia riesgos para el ambiente y salud. Se pretende conocer la problemática generando una propuesta de aportes al desarrollo sostenible. Así mismo, cuáles y cuantos son los residuos tipo RAEE hospitalarios que se producen en 24 hospitales públicos de Bogotá en los últimos 5 años, siguiendo un diseño de investigación, positivista, no experimental cuantitativa. Se encontró equipos biomédicos en común entre hospitales de uso más frecuente que serán futuros RAEE, pero baja claridad en la secuencia entre un aparato eléctrico y electrónico AEE hasta ser un RAEE, y la cantidad generada hacia los años 2010-2014. Sumando los datos de los últimos 5 años da un peso generado de 794,7 kg significativo a la hora de pensar en su disposición final. Es importante investigar sobre componentes de cada equipo, y por último, es fundamental hacer una revisión exhaustiva y minuciosa a la actual cadena de gestión de RAEE en Colombia, desde todas sus partes interesadas*

**Palabras Claves:** Residuos RAEE, equipos biomédicos.

## Abstract

*Waste electrical and electronic equipment - WEEE biomedical type have differences in quantities generated in each hospital and ways of handling them, which results in risks to the environment and health. It seeks to know the problem generating a proposal for contributions to sustainable development. It is intended to know which and how many are waste type WEEE hospital that occur in 24 public hospitals in Bogotá in the last 5 years, following a research design, positivist, quantitative experimental. Biomedical equipment was found in common among hospitals with more frequent use will be future WEEE but low clarity in the sequence between an electric and electronic equipment EEE to be a WEEE and the amount generated to the years 2010-2014. Adding up the data of the last 5 years giving a weight of 794.7 kg generated in 5 years, this is more than ¾ ton of WEEE significant when thinking about their disposal. It is important to investigate components of each team, and finally, it is essential to do a thorough and careful review of the current management of WEEE chain in Colombia, from all its stakeholders*

**Keywords:** Waste WEEE, biomedical equipmen.

---

<sup>1</sup>Administradora Ambiental, Especialista en Ambiente y Desarrollo Local. Universidad de Manizales. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: caroldiazfranky@gmail.com

<sup>2</sup>Artículo proveniente del proyecto "Tipos y cantidad de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos hospitalarios generados durante el periodo de 2010-2014 en los hospitales públicos de Bogotá, D.C." ejecutado en el periodo Enero 2015 – Mayo 2016, e inscrito en el grupo de investigación Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, de la Universidad de Manizales. Opción de grado dirigido por la Dra. Marleny Cardona.

## Introducción

Para el desarrollo de este trabajo se realizó una revisión documental y bibliográfica inicial respecto a residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de ahora en adelante RAEE, para determinar antecedentes investigativos y el grado de profundidad de información existente respecto al tema seleccionado y así generar el marco teórico, la propuesta metodológica, resultados, análisis y conclusiones

La presente investigación se desarrolla mediante los siguientes pasos: a) Se detectan los tipos y cantidades de RAEE hospitalarios generados en Bogotá en el sector público hospitalario durante los años 2010 a 2014, b) Se identifican problemáticas encontradas frente al manejo de los RAEE hospitalarios, por parte de los generadores.

Los residuos sólidos en Colombia han sido objeto de diversos estudios tanto cuantitativos como cualitativos, siendo un tema que aún no tiene el manejo idóneo en el país ni en la capital, donde aún existen muchos interrogantes por resolver, para mejorar y fortalecer las políticas y acciones actuales frente a la gestión de residuos, y particularmente de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, los cuales actualmente se encuentran en estudio a nivel mundial por su gran diversidad, al ser generados en actividades industriales, comerciales, de servicios e incluso residenciales, convirtiéndose en un aspecto ambiental fundamental a conocer, controlar y de ser posible disminuir, para contribuir al desarrollo sustentable.

Los RAEE en Colombia se integran en la población de Residuos Peligrosos. Los niveles de consumo, los procesos productivos y el desarrollo tecnológico asociado al desconocimiento de la normatividad ambiental, ha generado un incremento en la cantidad de residuos peligrosos, los cuales requieren políticas claras y acciones precisas que conduzcan a su identificación y gestión (IDEAM, 2011).

Lo anterior pretende brindar a partes interesadas, cómo la academia, el sector salud, autoridades locales y nacionales, una línea base para toma de decisiones y acciones enfocadas a la investigación, aportes normativos, técnicos, entre otros.

En el sector hospitalario, particularmente el biomédico, se presentan constantes avances instrumentales que demandan un permanente recambio y adaptación tecnológica. Las ventas de equipos eléctricos y electrónicos se han disparado en los últimos años, y en poco tiempo estos aparatos serán descartados por sus usuarios convirtiéndose en residuos.

El tema de residuos sólidos, particularmente los peligrosos y especiales, ha sido objeto de gran interés por parte de la autora de la presente investigación, por sus implicaciones en el desarrollo sustentable local, regional, nacional e internacional, por observar con los años tantas dificultades por resolver en el área, y por creer en la necesidad de “eliminar la palabra residuo”. Cada producto elaborado debería

asumirse desde todas las dimensiones (política, económica, industrial, social, ambiental, cultural, tecnológica, etc.), logrando un ciclo de vida con énfasis ecológico, donde una vez terminado su uso original, su cuerpo y sus partes sean utilizados en nuevos procesos hasta que lo que se requiera disponer cómo residuo, sea finalmente el más mínimo componente o ninguno, y así lograr minimizar los impactos que suelen generar los residuos sólidos en cada zona del planeta.

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos cada vez más aumentan exponencialmente, en primer lugar, debido a que no se contemplaba anteriormente el tipo de residuo que un equipo generaría, y en segundo lugar, no se ha logrado un claro y exacto conocimiento de la clasificación y subclasificación que se puede derivar de los RAEE, debido a la creciente variedad de residuos que se van originando por las nuevas tecnologías.

Para las autoridades ambientales y sanitarias en Colombia, particularmente en Bogotá D.C., conocer los residuos tipo RAEE hospitalarios generados actualmente, su manejo y conocimiento sobre la gestión por parte de los generadores, es un tema prioritario para poder orientar políticas, planes y normatividad hacia una gestión adecuada (Minambiente, 2013).

## **1. Fundamento Teórico**

### **1. Marco Teórico**

#### **1.1. Problemáticas ambientales de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.**

##### **1.1.1. ¿Qué son los RAEE?**

Para su definición, primero es necesario tener claridad sobre el concepto de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos-AEE. De acuerdo con la Ley Colombiana 1672 de 2013, los aparatos eléctricos y electrónicos son todos los aparatos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, así como los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir dichas corrientes.

Ahora, un productor de AEE para Colombia, es cualquier persona natural o jurídica que, con independencia de la técnica de venta utilizada, incluidas la venta a distancia o la electrónica: i) Fabrique aparatos eléctricos y electrónicos. ii); Importe aparatos eléctricos y electrónicos, o iii) Arme o ensamble equipos sobre la base de componentes de múltiples productores; iv) Introduzca al territorio nacional aparatos eléctricos y electrónicos. v) Remanufacture aparatos eléctricos y electrónicos de su propia marca o remanufacture marcas de terceros no vinculados con él, en cuyo caso estampa su marca, siempre que se realice con ánimo de lucro o ejercicio de

actividad comercial.

Entonces conforme a la misma ley, los 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. Incluye los aparatos como computadores, equipos electrónicos de consumo, teléfonos móviles y electrodomésticos que ya no son utilizados o deseados.

Ahora bien, la ley 1672 de 2013, deja abierto el tema de la clasificación de RAEE en Colombia, probablemente hasta que se regule la misma ley mediante la nueva política en proyecto:

*“Artículo 5°. Clasificación de Residuos de Aparatos Eléctricos y ~ Electrónicos (RAEE). Para la clasificación nacional de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) se tendrán en cuenta las disposiciones que para el efecto establezca el Ministerio de Ambiente~ Vivienda y Desarrollo Territorial de conformidad con las normativas internacionales.”*

Sin embargo, es relevante traer a colación la clasificación por categorías que tiene la Unión Europea bajo su Directiva 2012/19/UE, que actualiza la Directiva 2002/96/UE respecto a las mismas:

1. Grandes electrodomésticos
2. Pequeños electrodomésticos
3. Equipos de informática y telecomunicaciones
4. Aparatos electrónicos de consumo y paneles fotovoltaicos
5. Aparatos de alumbrado
6. Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura)
7. Juguetes o equipos deportivos y de ocio
8. Productos sanitarios (con excepción de todos los productos implantados e infectados)
9. Instrumentos de vigilancia y control
10. Máquinas expendedoras

Dentro de la categoría 8 “Productos Sanitarios” se contempla: Aparatos de diálisis, ventiladores pulmonares, aparatos de medicina nuclear, aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro, analizadores, congeladores (neveras), pruebas de fertilización y otros aparatos para detectar, prevenir, vigilar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades. Los anteriores elementos que una vez terminen su ciclo de vida útil serán RAEE, para el caso, del sector salud u

hospitalarios.

### **1.1.2. Problemáticas**

Devia (UNESCO, 2010), menciona que factores como el recambio tecnológico, el acortamiento de la brecha digital y el consumo de equipos electrónicos (computadoras, celulares, televisores) son generadores de una problemática especial respecto al manejo de residuos, y que por ello, existen varios proyectos de ley en América Latina que tratan de reducir la disposición final, promover la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de los mencionados residuos. El modelo de vida actual está haciendo aumentar la demanda y la producción de aparatos eléctricos y electrónicos de consumo diario (doméstico, en oficinas, profesional, etc.). Tanto la producción como la eliminación de este tipo de productos llevan consigo asociada una problemática ambiental y sanitaria.

Al final del ciclo de su vida útil muchas computadoras y celulares terminan en la basura común intoxicando los terrenos alrededor de los vertederos donde son depositados. Sustancias químicas y metales pesados como Berilio, Cromo, Cadmio, Arsénico, Selenio, Antimonio, Mercurio y Plomo contenidos en aparatos eléctricos y/o electrónicos son altamente peligrosos y necesitan un depósito especial para no contaminar e intoxicar el medio ambiente, teniendo en cuenta que algunos de los componentes con mayor impacto son los materiales ignífugos bromados y los metales pesados.(Fundacion Ecotic, 2010). Por consiguiente, la recolección y el tratamiento sustentable de los equipamientos electrónicos en desuso son indispensables

El control del manejo informal de RAEE en América Latina es complejo, y los daños a la salud de los manipuladores podrían ser de leves a graves, teniendo en cuenta, que según la Unión Europea, el Plomo, el Mercurio, el Cadmio, el Cromo Hexavalente, los Bifenilos Polibromados (PBB) y los Difenil éteres polibromados (PBDE) contenidos en los aparatos eléctricos y electrónicos debían sustituirse por otras sustancias, a partir del 1 de julio de 2006. En caso de no ser factible la supresión en forma total de estas sustancias la Comisión previó una tolerancia del 0,1 % para el Plomo, el Mercurio, el Cromo Hexavalente, los Polibromobifenilos (PBB) y los Polibromodifeniléteres (PBDE) y una tolerancia del 0,01 % para el Cadmio y se toleran algunas utilidades mencionadas en el anexo de esta directiva.

Para su fabricación se necesitan grandes cantidades de energía y de materias primas, algunas muy perjudiciales tanto para el medio ambiente como para el ser

humano. Por otra parte, los equipos electrónicos contienen hasta 17 metales preciosos incluyendo oro, plata y cobre, los cuales siguen teniendo un valor económico significativo cuando los aparatos caen en desuso. Si bien el reciclaje de los residuos electrónicos es considerado como un ámbito de negocio lucrativo, en muchos países faltan tanto reglamentaciones específicas como iniciativas empresariales. El reacondicionamiento y el reciclaje de residuos electrónicos son dejados al sector informal, lo que expone a miles de recicladores a graves riesgos de salud por falta de conocimiento de los peligros causados por la incineración abierta de desechos.

Así mismo, la tecnología en otras áreas del desarrollo, cómo en la industria, la producción de energía, la biomedicina, la aeronáutica, entre otras, siguen generando nuevos aparatos eléctricos y electrónicos de los que siempre solemos demorarnos en conocer tanto sus componentes como su peligrosidad y opciones de disposición final. Por lo tanto, el crecimiento de RAEE en el mundo y específicamente en Colombia, depende del planteamiento de políticas e implementación en cada país de procesos de fabricación contemplando el ciclo de vida de los productos y su potencial de reducción, reuso, reciclaje y hasta de “re-think” o “re-planteamiento” de sus partes, favoreciendo la NO generación del residuo tipo RAEE para disminuir el crecimiento exponencial con el que vienen en Colombia y América Latina éste tipo de productos tecnológicos.

De acuerdo con un informe del periódico El Tiempo basado en datos de la Secretaría Distrital de Ambiente en el año 2014, en Colombia, se generan 100 mil toneladas al año de RAEE, de las cuales en Bogotá son generadas alrededor de 22 mil toneladas, de residuos entre neveras, lavadoras, televisores, hornos microondas, licuadoras, equipos de sonido, de video, planchas, secadores, cafeteras, computadores, celulares y todos sus accesorios. Aunque el volumen de RAEE que llegan al relleno sanitario Doña Juana en la ciudad, no parece tan alto comparado con las cantidades dadas por Confidencial Colombia (2012), cómo escombros (800 Ton/día) y material orgánico (3500 Ton/día), si hacen parte de las 2000 Ton/día restantes del total de 6300 toneladas diarias, sin contar con que una gran parte (no hay datos puntuales), debe ser entregada a desmanteladores que comercializan partes de los RAEE, y en el caso del sector salud, los RAEE tipo equipo biomédico no salen de una vez como residuo, se dan “de baja” para entregarse a entidades subastadoras principalmente de bancos, que subastan éstos equipos y no se logra conocer hasta donde llega la vida útil de éstos finalmente residuos RAEE.

Teniendo en cuenta la tesis de la Universidad del Rosario de Jenny Montenegro (2014) “al año 2013 Colombia podría haber acumulado entre 80.000 y 140.000 toneladas de residuos de computadores y periféricos si no se avanza en su recolección y disposición final adecuada”, si esta estimación solo es en

computadores, cuanto más estará sin contabilizarse frente a neveras, hornos microondas, televisores, equipos biomédicos, entre otros.

El “Documento diagnóstico del Plan para la gestión integral de Residuos Peligrosos del D. C.” realizado en 2010, presenta un panorama de los antecedentes de los residuos peligrosos en Bogotá y algunas proyecciones a futuro. A continuación se presenta los principales resultados

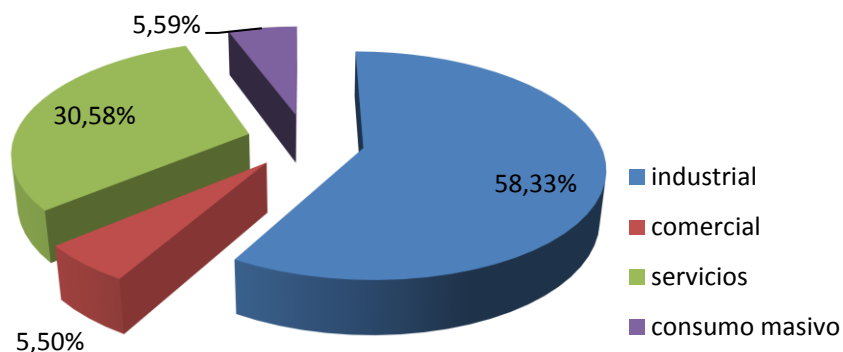
**Tabla 1. Proyección de residuos peligrosos en Bogotá, D.C.**

Año	Promedio Generado (Ton/Año)	Año	Promedio Generado (Ton/Año)
2003	49.944	2014	182.500
2004	62.034	2015	187.500
2005	78.747	2016	192.500
2006	88.548	2017	196.500
2007	113.197	2018	203.500
2008	132.629	2019	205.000
2009	135.269	2020	205.500
2010	145.634	2021	204.500
2011	159.119	2022	204.500
2012	164.887	2023	204.000
2013	176.089	2024	203.500

Fuente: UAESP-JICA, 2010.

Según el pronóstico anterior, para el presente año 2016 en Bogotá, se están generando 192.500 Toneladas de residuos peligrosos, dentro de los cuales los RAEE forman parte de dicho indicador.

**Gráfico 3. Participación en la generación de residuos peligrosos por sectores**



Fuente: UAESP-JICA, 2010.

El sector que más genera residuos peligrosos en Bogotá es el industrial con un 58.33%, seguido del sector servicios en un 30.6%, donde se ubica el sector salud, evidenciando así, la necesidad de mejorar la problemática de generación de RAEE en los hospitales.

**Tabla 2. Actividades empresariales prioritarias según su generación de RESPEL**

ORDEN	CIIU	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL
1	8511	Actividades de las instituciones prestadoras de servicios de salud, con internación
2	3430	Fabricación de partes, piezas y accesorios (autopartes) para vehículos automotores y para sus motores.
3	2529	Fabricación de artículos de plástico ncp
4	2423	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos
5	3410	Fabricación de vehículos automotores y sus motores
6	2220	Actividades de impresión
7	8512	Actividades de la práctica médica
8	6021	Transporte urbano colectivo regular de pasajeros
9	2429	Fabricación de otros productos químicos ncp
10	2322	Elaboración de productos derivados del petróleo fuera de refinería

Fuente: UAESP-JICA. 2010

Conforme a la tabla 2, se observa cómo el servicio de salud se ubica de primero en la lista de actividad prioritaria para darle manejo, control, mejora y fortalecimiento en la gestión de sus residuos peligrosos.

Al revisar diferente literatura sobre los RAEE, en especial de Latinoamérica, se encuentra un énfasis en definir a los equipos de cómputo como las principales fuentes de éstos residuos, dejando a un lado la diversidad de equipos eléctricos y electrónicos que se usan en otros tipos de industrias, como el caso de la biomedicina, perteneciente al sector de servicios hospitalarios, donde se generan unos RAEE específicos tipo biomédicos u hospitalarios.

## **2. Gestión en Colombia de Residuos tipo RAEE**

La gestión adecuada de los residuos sólidos toma una importante trascendencia para el desarrollo del país, debido a los graves problemas sanitarios presentados



en anteriores décadas causados por la deficiente gestión pública de residuos tanto a nivel rural como a nivel urbano, sumada al incremento constante en la generación de residuos per cápita y el continuo cambio en la composición de los mismos, especialmente de los residuos peligrosos y particularmente los RAEE.

Una regulación integral de los RAEE propone Leila Devia en el documento de la UNESCO (2010), por su complejidad. Así mismo la autora señala las clasificaciones existentes en materia de residuos, como los residuos sólidos urbanos, los peligrosos o especiales, los radiactivos o nucleares, los patógenos, los provenientes de las operaciones de buques y aeronaves, siendo la anterior, una clasificación diferente a la usada en Colombia, donde se contempla los residuos radiactivos o nucleares, los patógenos dentro de los peligrosos, teniendo aún vacíos respecto a la clasificación de los llamados “especiales” debido a falta de investigación respecto a su caracterización de peligrosidad y su difícil manejo como el icopor o las llantas.

Los residuos sólidos en Colombia constituyen un tema ambiental de especial importancia a razón de su volumen cada vez en aumento, como consecuencia del proceso de desarrollo económico. Su problemática está asociada a diversas causas como por ejemplo, la alta generación y baja recuperación (reuso o reciclaje), presencia de impurezas de los materiales, la baja tecnología de proceso, las deficiencias de las prácticas operacionales o las características de los productos y sustancias al final de su vida útil, entre otras. Los casos que generan la mayor preocupación social se derivan de los efectos evidenciados sobre la salud y el ambiente, como las enfermedades respiratorias, la contaminación de suelos por lixiviados, la contaminación de agua, entre otros, resultantes de una disposición inadecuada de este tipo de residuos.

La Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos peligrosos, expedida en diciembre de 2005 por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Plan para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos para el Distrito Capital (resolución 1754 de 2011), establecen como objetivo general el prevenir la generación de los residuos peligrosos y promover el manejo ambientalmente adecuado de los que se generen. Sin embargo, queda a consideración la clasificación de los RAEE de manera general en Colombia, debido a que algunos, no todos, pueden contener elementos que los conviertan en residuos peligrosos.

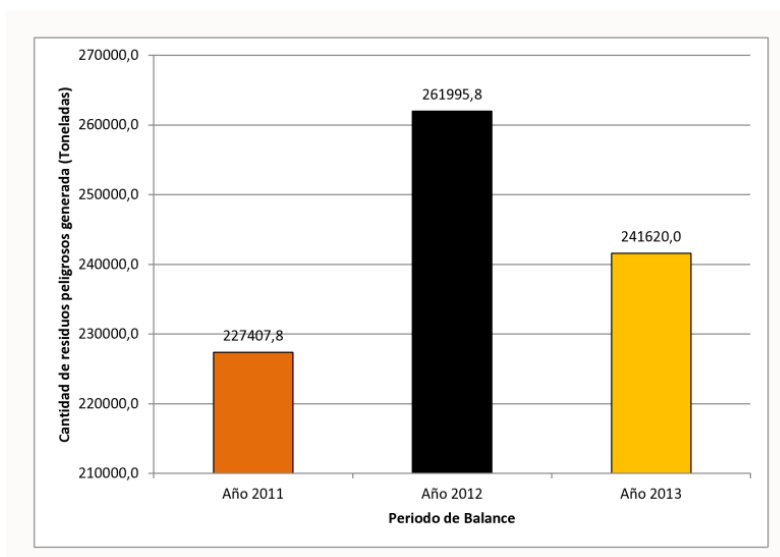
Debido al efecto negativo en el ambiente, por parte de los Residuos Peligrosos, el gobierno Colombiano expide el decreto 4741 de 2005, que exige un tratamiento adecuado, planes a nivel empresarial con responsabilidad compartida, así como la gestión integral de este tipo de residuos. Así mismo el acuerdo Distrital 322 de 2008, ordena diseñar la Estrategia de Gestión Integral para este tipo de Residuos y la ley 1672 de 2013, establece que el Gobierno proveerá mecanismos de participación necesarios para la elaboración de programas y proyectos que traten sobre la gestión integral de los residuos RAEE.

Si se revisa el anexo I del decreto 4741 de 2005, el cual contiene los códigos para cada tipo de residuo o desecho peligroso. Los códigos más cercanos a declarar un RAEE peligroso, hasta la actualidad son A1180, A1010 y A1150.

En diciembre de 2011, el entonces Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia – MADS -, en colaboración con el Instituto Suizo para la Ciencia y la Investigación de Materiales, – EMPA – y el Centro Nacional de Producción Más Limpia – CNPML., elaboraron la Guía de Lineamientos Técnicos para el Manejo de RAEE como una contribución a la solución de esta problemática, esta Guía que ofrece unos lineamientos técnicos generales, para que cada una de las etapas que se realiza durante la gestión del residuo sea desarrollada de manera que se prevenga y evite el daño al ambiente y a la salud de las personas. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible está formulando una política particular para su manejo adecuado en el país (Minambiente, 2015), para lo cual se requiere contar con información detallada de los sectores donde se genera, de cuanto se genera, del manejo actual, del conocimiento de su manejo, entre otros datos; por lo anterior, es fundamental la investigación académica frente a los RAEE que actualmente se generan, pero aún más importante, sobre los equipos que se van creando y serán futuros RAEE, y así se logre una aproximación al mejoramiento y fortalecimiento de la gestión adecuada de dichos residuos y aportar ésta información a la política nacional de RAEE en formulación.

**Figura 4. Generación de residuos peligrosos en Colombia en el periodo 2011 a 2013**



Fuente: (IDEAM, 2014).

La figura 4 expone la cantidad reportada oficialmente por generadores registrados ante las autoridades ambientales, quienes a su vez han transmitido ésta información al IDEAM, entidad que consolida los datos de todo el país. Sin embargo en el informe hasta el año 2013 del IDEAM, se encuentran falencias en la transmisión de datos hacia el IDEAM desde algunas autoridades ambientales, lo que deja en duda la realidad de la generación de RESPEL del país, y si se suma a la generación informal e ilegal de empresas y población residencial, probablemente las cantidades sean mayores.

No obstante, se podría decir que se compare éstas cantidades reportadas oficialmente contra las cantidades reales que llegan a rellenos sanitarios, y lo que ocurriría es que no coincidirían los datos, teniendo en cuenta que los residuos peligrosos padecen también de la ilegalidad, debido a que algunas empresas, o cualquier habitante, puede estarse saltando la legalidad, al entregarlo a empresas o personas que no cuentan con licencia para su gestión. Caso que también se presenta en la etapa del transporte de los residuos, etapa que por falta de trazabilidad en tiempo real, ha favorecido las pérdidas de residuos que no llegan al sitio indicado de disposición final.

Desde luego, si se habla de RAEE, residuos que tienen muchas partes por ser aprovechadas, indiscriminadamente, si esas partes son o no peligrosas, en el mercado informal, lo que no permite tener el dato exacto de generación de RAEE tanto en Colombia cómo en Bogotá.

## **2.1. Gestión de RAEE en Bogotá**

Actualmente en Bogotá se recicla un porcentaje muy bajo de las miles de toneladas de residuos sólidos que genera la ciudad, de acuerdo con Secretaría Distrital de Ambiente (2015), razón por la cual el relleno sanitario de Doña Juana (RSDJ), donde hoy Bogotá disponen sus residuos, colmará su capacidad en el año 2023, lo que significa que la ciudad perderá la oportunidad del uso económico de los residuos y de bajar el impacto ambiental por la disminución de la demanda de todo tipo de insumos.

El Plan Maestro para Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, tiene como meta para el 2027 reducir en un 20% los residuos sólidos urbanos. La minimización consiste principalmente en tres medidas, el reciclaje de materiales, compostaje, y reciclaje de residuos de construcción y demolición. Así mismo, tiene tres objetivos, dentro de los cuales contempla: a. Garantizar la calidad y continuidad del servicio aseo a los usuarios, b. Minimizar la cantidad de residuos sólidos; c. Garantizar la

adecuada disposición final para los residuos sólidos no aprovechados. Cobrando gran importancia el control de generación de residuos de AEE, su minimización, y su disposición adecuada con gestores autorizados por la autoridad ambiental.

El mismo plan menciona que para el fortalecimiento de la gestión integral de los residuos peligrosos y especiales generados, se implementará el Plan para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos, con el desarrollo de acciones de prevención, promoción del manejo de residuos peligrosos generados en los sectores industrial, comercial, servicios y residencial, promoción y cumplimiento de los compromisos internacionales relacionados con sustancias y residuos peligrosos y el fortalecimiento de instrumentos de gestión y de la capacidad institucional. Considerando los componentes con características de peligrosidad incluidos en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE, se implementará una estrategia de gestión que permita fomentar y posicionar el desarrollo de modelos de retoma de estos residuos, lo que permitirá establecer en el territorio distrital canales para que los consumidores de aparatos eléctricos y electrónicos gestionen de manera responsable los RAEE.

Siendo los RAEE considerados peligrosos por la sospecha científica de contener elementos con características de peligrosidad o por estudiar, debe ser todo un reto de las 196.000 Ton/año de RESPEL generadas en Bogotá, disminuir la fracción de un 20% que corresponde a los RAEE. Pero ésta cantidad no contempla los RAEE que se desechan de manera informal e ilegal, los cuales no son fácilmente contabilizados, sumado a que a parte el sector empresarial cómo generador, existe el sector residencial, el cual por falta de conocimiento de la existencia de los planes posconsumo existentes para ciertos RAEE, ya entrega de manera informal sus residuos, y tiene dificultades en la entrega de otros RAEE no contemplados en dichos planes posconsumo cómo lavadoras, secadoras de ropa, entre otros de gran tamaño.

## 2.2. Resumen de Marco Normativo en Colombia

<b>Tabla 4. Marco Normativo de los Residuos Peligrosos en Colombia</b>
<b>Constitución Política de Colombia</b>
Los <b>artículos 8, 79 y 80</b> de la Constitución Política señalan que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, fomentar la educación para el logro de estos fines, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Que así mismo, el <b>artículo 8 y el numeral 8 del artículo 95</b> de la Constitución Política disponen que sea obligación de los particulares proteger los recursos naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

**Artículo 84**, señala que cuando una actividad haya sido reglamentada de manera general, las autoridades públicas no podrán establecer ni exigir permisos, licencias o requisitos adicionales para su ejercicio.

**Artículo 95**, numeral 8 establece como deberes y derechos de las personas y los ciudadanos proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

**Artículo 209**, sobre la función administrativa expresa que debe desarrollarse con fundamento en los principios de eficiencia y economía.

Se expone el resto de legislación vigente que compromete el tema de RAEE:

<b>Normatividad respect a RAEE</b>	
<b>Ley</b>	
<b>Decreto Ley 2811 de 1974</b>	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En su artículo 8, se considera factor que deteriora el ambiente, la acumulación o disposición inadecuada de residuos, basuras, desechos y desperdicios.
<b>Ley 09 de 1979</b>	Por la cual se dictan medidas sanitarias, advierte en su artículo 129 sobre los riesgos a la salud de trabajadores y contaminación del ambiente.
<b>Ley 99 de 1993</b>	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente, dentro de ésta, el tema de residuos sólidos y los recursos naturales renovables, y también se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA.
<b>Ley 253 de 1996</b>	Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Convenio vigente, del que se originan las siguientes legislaciones frente a residuos peligrosos.
<b>Ley 430 de 1998</b>	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos, donde encontramos los RAEE. Otorga responsabilidad al generador del residuo peligroso y al receptor.
<b>Ley 1252 de 2008</b>	Regula la importación y exportación de residuos peligrosos en el Colombia, según lo establecido en el Convenio de Basilea, asumiendo la responsabilidad de minimizar la generación de residuos peligrosos en la fuente, optando por políticas de producción más limpia; proveyendo la disposición adecuada de los residuos peligrosos generados dentro del territorio nacional, así como la eliminación responsable de las existencias de estos dentro del país. Así mismo se regula la infraestructura de la que deben ser dotadas las autoridades aduaneras y zonas francas y portuarias, con el fin de detectar de manera eficaz la introducción de estos residuos, y se amplían las sanciones que trae la ley 99 de 1993.
<b>Ley 1672 de 2013</b>	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).
<b>Decretos</b>	
<b>Decreto 1713 de 2002 y sus modificaciones</b>	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley

	99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos
<b>Decreto 1609 de 2002</b>	Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
<b>Decreto 4741 de 2005</b>	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral, dentro de los que se pueden considerar los RAEE de acuerdo a sus características de peligrosidad.
<b>Resoluciones</b>	
<b>Resolución 1362 de 2007</b>	Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.
<b>Resolución 1297 de 2010</b>	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores.
<b>Resolución 1511 de 2010</b>	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas.
<b>Resolución 1512 de 2010</b>	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos.
<b><u>Resolución 1754 de 2011 (Distrital):</u></b>	"Por la cual se adopta el Plan para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos para el Distrito Capital"
<b><u>Resolución 1164 de 2002</u></b>	"Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares"

Fuente: Autora, 2015

### 3. Aproximaciones al Conocimiento sobre tipos de Residuos RAEE Hospitalarios

#### 3.1. Equipos Biomédicos encontrados durante la investigación: Futuros RAEE hospitalarios

Se busca identificar en literatura algunos de los tipos de equipos biomédicos usados frecuentemente en los hospitales, para conocer sus características, en algunos sus partes y sus usos, con el fin de tener un panorama más claro sobre si un equipo es un aparato eléctrico y/o electrónico o no, y posteriormente en análisis determinar si el residuo que cada equipo genere será un RAEE. A continuación se describen.

**Monitor de signos vitales:** De acuerdo con USON (2014), es un aparato que procesa y amplifica la actividad bioeléctrica del corazón, permitiendo a el usuario escuchar o ver una señal que presenta el latido cardiaco y, posteriormente, observar la frecuencia cardiaca en una pantalla con el propósito de garantizar la seguridad del paciente y facilitar las decisiones médicas. Hace el estudio de las señales eléctricas y acústicas del corazón señalándolas con una curva electrocardiográfica un sonido audible y un aviso luminoso, interpretándolos de tal forma que se pueda realizar un diagnóstico médico. Existen aparatos que al mismo tiempo muestran presión arterial, temperatura, concentración de CO<sub>2</sub> y oxígeno, oximetría de pulso, frecuencia respiratoria y cardiaca, esto depende de la marca y modelo de cada equipo. Su servicio es en quirófano y unidad de cuidados intensivos. Este ÁEE usa cables de para el paciente de 3, 5 o más derivaciones, brazaletes de diversos tamaños para presión no invasiva, sensor de oximetría, y requiere corriente eléctrica 120 v/60 hz., contacto polarizado y clavija de seguridad.

**Centrífuga:** La centrífuga es un instrumento de laboratorio que ha sido diseñada para utilizar la fuerza centrífuga que se genera en los movimientos de rotación, con el fin de separar los elementos constituyentes de una mezcla. Existe una amplia diversidad de centrífugas para poder atender necesidades específicas de la industria y la investigación. (Ortialresa, 2014). Los componentes más importantes de una centrífuga son los siguientes:

- El control eléctrico/electrónico que dispone generalmente de los siguientes elementos: Control de encendido y apagado, control de tiempo de operación – temporizador–, control de velocidad de rotación –en algunas centrífugas–, control de temperatura –en centrífugas refrigeradas–, control de vibraciones –mecanismo de seguridad– y sistema de freno.
- Sistema de refrigeración, en las centrífugas refrigeradas.
- Sistema de vacío, en ultracentrífugas
- Base
- Tapa
- Carcasa
- Motor eléctrico
- Rotor. Existen rotores de diverso tipo, los más comunes son los de ángulo fijo, los de cubo pivotante, los de tubo vertical y los de tubo casi vertical, los cuales se explican a continuación.

*Equipo de Rayos X:* Los rayos X constituyen una parte de las radiaciones electromagnéticas que dan forma a lo que generalmente se reconoce como el espectro electromagnético. Los rayos X se ubican en la región del espectro que se encuentra por encima de la radiación ultravioleta. (CENETEC, 2014). El espectro electromagnético está constituido por ondas electromagnéticas tal como son las ondas de radio (AM y FM), las ondas de televisión, las microondas, los rayos infrarrojos, los rayos ultravioleta, los rayos gamma y los rayos cósmicos, incluyendo dentro de éstas el espectro visible con el cual nuestros ojos captan la luz que percibimos.

*Microscopio:*Tipos (Tiposdemicroscopio, 2014):

El mayormente utilizado en los hospitales, es el microscopio compuesto, el cual es un aparato óptico hecho para agrandar objetos, consiste en un número de lentes formando la imagen por lentes o una combinación de lentes posicionados cerca del objeto, proyectándolo hacia los lentes oculares o el ocular. Es un aparato eléctrico porque tiene fuente para conectar a corriente para iluminar la observación. También se encuentra, el microscopio digital tiene una cámara adjunta y está conectada a un LCD, o a una pantalla de computadora. Un microscopio digital usualmente no tiene ocular para ver los objetos directamente. El tipo triocular de los microscopios digitales tienen la posibilidad de montar una cámara, que será un microscopio USB.

*Baño Serológico:* De acuerdo con ACEQUILABS (2014), el baño de maría o baño serológico para laboratorio es un equipo que se utiliza en laboratorios de química, este equipo se utiliza para el calentamiento indirecto, por convección térmica del medio y de sustancia, se basa en un método empleado para conferir la temperatura uniforme a una sustancia líquida o sólida, sumergiendo el recipiente que lo contiene en otro mayor con agua que se lleva hasta la ebullición.

Especificaciones generales: Baño serológico por unidad. Baños de agua (baños serológicos) en acero inoxidable, rango de temperatura: WB+10 a \*95°C OB + 20 a 200°C, pilotos indicadores de encendido, alarma y calefacción, temperatura controlada por microprocesador, sistema auto-diagnóstico de fallas, función de reloj digital integrado, limitador sobre-temperatura clase 1, para corriente eléctrica de 110V +/- 15V 60 Hz. (HOYFARMA,2014).



*Nevera:* Tomando como referencia a DARTICO (2014), la nevera de uso hospitalario o biomédico, se define como cadena de frío a la serie de elementos y actividades necesarias para garantizar la potencia inmunizante de las vacunas desde su fabricación hasta la administración de éstas a la población. Congeladores y neveras para vacunas, reactivos, sangre y tejidos, usa corriente eléctrica y puede ser frost, no frost y de plasma. (BDPFRIO, 2014).

*Termómetro digital:* Es un instrumento de medición de la temperatura que utiliza dispositivos transductores y circuitos electrónicos que indican la temperatura de forma numérica a través de una pantalla. Este tipo de termómetro es ampliamente utilizado tanto en los hogares como en el área de la salud. Una de las principales ventajas de los termómetros digitales es que no producen contaminación por mercurio. Además, son de fácil uso y lectura, aportar información rápida y pueden registrar los datos. Sin embargo usan pila, dejando un residuo peligroso para gestionar. (Significados, 2014).

*Tensiómetro digital:* De acuerdo con Rodríguez (2014), el tensiómetro digital es un medidor de presión sanguínea digital, que posee un sensor de presión integrado, circuito de acondicionamiento de señal analógica, un microcontrolador y un grupo de visualizadores. Este diseño, lee la presión de la manga y extrae los pulsos para el análisis y determinación de la presión sistólica, diastólica y las pulsaciones por minuto.

*Electro bisturí:* Por definición un equipo de electrocirugía es un artilugio basado en la tecnología electrónica capaz de producir una serie de ondas electromagnéticas de alta frecuencia con el fin de cortar o eliminar tejido blando. (Biomédica, 2014). En el mercado dirigido a la odontología podemos encontrar dos tipos de instrumentos que se diferencian en la frecuencia portadora de su generador: Electro bisturís, con frecuencias hasta 3MHz y los Radio bisturís con frecuencias por encima de 3.5Mhz. En cuanto a las funciones que realizan, existen pocas diferencias. Todos realizan electro sección pura y combinada, así como electrocoagulación. Algunos incluyen toma bipolar y/u otros fulguración. Todos garantizan potencias eficaces entre 50 y 100 W e incluyen entre sus accesorios todo lo necesario para funcionar inmediatamente, a excepción de un juego de pinzas bipolares que es opcional.

*Electrocardiógrafos:* Los electrocardiógrafos detectan las señales eléctricas asociadas con la actividad cardíaca y producen un electrocardiograma (ECG), que no es sino un registro gráfico del voltaje contra el tiempo de la actividad eléctrica del corazón. Son usados frecuentemente para diagnosticar algunas enfermedades cardíacas y arritmias. Tanto los electrocardiógrafos monocanales como los multicanales, son usados para diagnosticar anormalidades cardíacas, determinar la respuesta del paciente a algún tratamiento con medicamentos específicos y observar tendencias o cambios en la función cardíaca. Los electrocardiógrafos multicanales registran las señales de dos o más derivaciones simultáneamente y son usados reemplazando a los de un solo canal. (CENETEC, 2014).

*Desfibrilador:* El desfibrilador es un aparato que ayuda a recuperar las constantes vitales después de una parada cardiorrespiratoria mediante una descarga eléctrica. Esta parada puede producirse por la ausencia de actividad eléctrica del corazón (asistolia), especialmente en casos de arritmias muy graves como la fibrilación ventricular. También sirve para evitar la muerte súbita tras tener un infarto. (NLM, 2014).

*Analizadores:* Los analizadores en hospitales pueden ser, analizadores, transmisores y dispositivos inalámbricos que hacen la monitorización de pH, ORP, conductividad de contacto, conductividad toroidal, oxígeno disuelto, oxígeno gaseoso, cloro, ozono y turbidez, en procesos continuos. Pueden llevar corriente eléctrica o pila. (Emerson, 2014).

*Incubadora neonatal:* Estos aparatos tienen la función común de crear un ambiente con la humedad y temperatura adecuadas para el crecimiento o reproducción de seres vivos, además, proporcionan un entorno controlado para recién nacidos que necesitan cuidados especiales. Han sido diseñadas para cubrir las necesidades mínimas en los hospitales, de modo que el personal médico pueda controlar el entorno del neonato. Usan fuente de poder. (Restrepo, L. 2007).

#### **4. Clasificación de los residuos hospitalarios y similares**

Teniendo en cuenta la importancia de establecer los RAEE hospitalarios dentro de ésta investigación, se ha revisado el tema de la clasificación de los residuos hospitalarios en Colombia, identificando que no se observa el término Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares adoptado por la resolución 1164 del 2002, sin embargo, se mencionan equipos y partes en desuso dentro de la clasificación de “reciclables” y partes que puede tener un RAEE como plástico o vidrio igualmente. Pero es de anotar que no es claro ni detallado el manejo de los

RAEE bajo el manual, y sumado a lo anterior, se encuentra la clasificación de Residuo Infeccioso o Biológico, que puede convertir un RAEE en peligroso si éste ha tenido contacto con microorganismos patógenos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos, virus oncogénicos y recombinantes como sus toxinas, con el suficiente grado de virulencia y concentración que pueda producir una enfermedad infecciosa.

La resolución hace referencia a que los residuos no peligrosos son los que no presentan riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente, y los clasifican cómo biodegradables, reciclables, inertes y ordinarios.

Respecto a los residuos peligrosos, retoma la definición del Decreto 4741 de 2005 frente a tener características de peligrosidad tales cómo inflamabilidad, explosividad, reactividad, infectividad, combustibilidad, volatilidad, corrosividad y toxicidad, y aclara que si un residuo hospitalario no peligroso entra en contacto con alguno peligroso se convierte en peligroso para su manejo, incluyendo restos de alimentos parcialmente consumidos o sin consumir que han tenido contacto con pacientes considerados de alto riesgo) o genere dudas en su clasificación, debe ser tratado como tal.

## **2. Metodología**

El objetivo principal de investigación pretende conocer cuáles y cuantos son los residuos tipo RAEE hospitalarios que se producen en 24 hospitales públicos de Bogotá en los últimos 5 años. Al respecto del tema y como no existen investigaciones previas sobre el objeto de estudio además que el conocimiento del tema es tan vago e impreciso que impide sacar conclusiones provisorias sobre los aspectos relevantes respecto al manejo y disposición final de residuos biomédicos tipo RAEE en el Distrito Capital, se identifica la necesidad en primer término explorar e indagar, a través de una investigación exploratoria, dirigida a la solución del problema y la obtención de nuevos conocimientos. (Universidad San Carlos, 2013).

Siguiendo las posturas planteadas por Sampieri (2010) frente a los tipos de investigación, se define el presente proyecto bajo una investigación no experimental cuantitativa, que sigue el diseño transeccional exploratorio por ser un tema poco conocido o poco estudiado, y se elaborará cómo instrumento una encuesta virtual con preguntas básicas sobre tipos y cantidad de RAEE hospitalarios.

Será retrospectiva principalmente al revisar los últimos cinco años, y la medición de escala objetiva para las preguntas de cantidad Kg/año. Así mismo, las respuestas de cuales equipos biomédicos existen y se generan, serán agrupadas por frecuencias y la cantidad de veces que repiten el equipo. La población del proyecto (universo) son los hospitales públicos de Bogotá, siendo una cantidad total de 24 cada uno con varias sedes, pero responde un encargado del área ambiental que maneja todas las sedes. Al ser una pequeña cantidad de hospitales y ser de fácil

acceso a la información, se realizó un censo del 100%, con un nivel deseado de confianza 95%= 22.8 = 23 hospitales que contesten completas las preguntas con un nivel máximo aceptable de error: 5% = 1 hospital puede no contestar. Se realizó una prueba piloto indagando en dos hospitales los nombres de los equipos biomédicos eléctricos y/o electrónicos existentes, para definir la mejor forma de direccionar el cuestionario.

La zona de estudio se ubica en la ciudad de Bogotá, D.C.- Colombia, en 24 hospitales que cubren 19 localidades de la ciudad.

Las fases de la investigación fueron:

1. Fase exploratoria: Revisión de estado del tema de RAEE en Bogotá, de RAEE hospitalarios y acceso a información, delimitando la investigación a los 24 hospitales públicos y planteando el problema.
2. Fase descriptiva: Se construye la justificación y objetivos
3. Fase teórica: Revisión de literatura y construcción de capítulos teóricos
4. Fase proyectiva: Criterios metodológicos
5. Fase interactiva: Recolección de datos
6. Fase analítica: Análisis de resultados
7. Fase de conclusión: Presentación de conclusiones

**Materiales:** Se diseñó una Encuesta y se revisó literatura respectiva.

Categorías evaluadas:

- Tipos de RAEE generados en hospitales
- Cantidades de RAEE en los últimos 5 años
- Cantidades agrupadas por rangos de peso
  - < 1 Kg
  - 1 Kg y < 10 Kg
  - 10 Kg y <100 Kg
  - > 100 Kg

Análisis de información a utilizar: Se revisó la literatura técnica sobre equipos biomédicos, gestión de RAEE en Colombia y Bogotá, para comparar con lo encontrado en la investigación.

El análisis de las respuestas al censo, se realiza en Excel, mediante tablas y gráficas y comparación con marco teórico construido.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1 Descripción de resultados

##### 3.1.1. Tipos y cantidades de RAEE hospitalarios generados en Bogotá en el 24 hospitales de Bogotá en los últimos 5 años

Para dar respuesta al primer objetivo de la investigación, se desarrolló una encuesta anteriormente mencionada en metodología, y a continuación se relacionan las respuestas encontradas.

##### *3.1.1.1. Tipo de equipos de diagnóstico médico y/o de procedimientos que sean eléctricos y electrónicos utilizados*

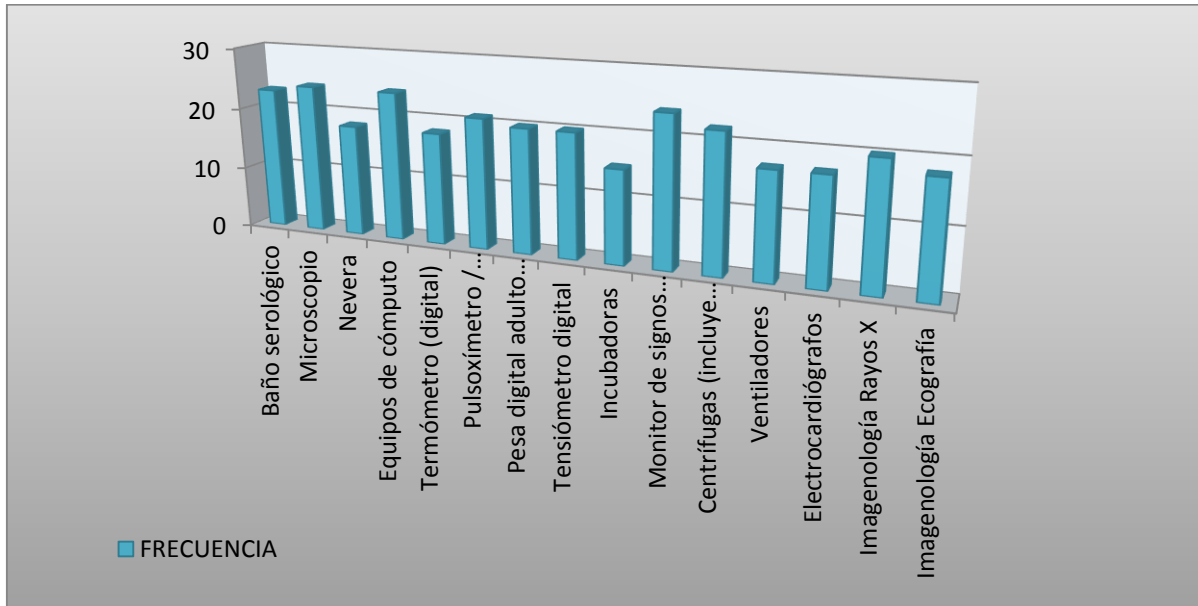
En la población de estudio se encontraron 160 equipos definidos y diferenciados. Así es cómo encontramos los equipos biomédicos electrónicos y eléctricos más usados en la población objeto de estudio:

**Tabla 5. Equipos más usados en población estudio**

EQUIPO MAS USADO	FRECUENCIA	%
Bañoserológico	23	95.8
Microscopio	24	100
Nevera	18	75
Equipos de cómputo	24	100
Termómetro (digital)	18	75
Pulsoxímetro / Electrocardiopulsoxímetro / Pinzas de pulsoximetría	21	87.5
Pesa digital adulto (básculas)	20	83.3
Tensiómetro digital	20	83.3
Incubadoras	15	62.5
Monitor de signos vitales	24	100
Centrífugas (incluye Microcentrífuga)	22	91.7
Ventiladores	17	70.8
Electrocardiógrafos	17	70.8
ImagenologíaRayos X	20	83.3
ImagenologíaEcografía	18	75

Fuente: Autora, 2016.

**Grafica 6. Equipos más usados en población estudio**



Fuente: Autora. 2016.

Los equipos principalmente usados en los hospitales son el microscopio, equipos de cómputo para análisis y resultados, pulsoxímetro (también denominado oxímetro, electrocardiooxímetro), monitor de signos vitales y centrifugas.

A parte se dejaron los siguientes equipos sin nombre por lo genéricos que no tienen datos más concretos para definirlos en la lista

**Tabla 6. Equipos sin nombre específico**

EQUIPO	IPS QUE INFORMA
Equipos de laboratorio* (no especifican)	2
Equipos biomédicos estéticos (sin especificar)	1
Equipo de instrumentación por especialidad (no especifican)	1
Equipos de odontología (no especifican)	2
Equipos de optometría (no especifican)	1

Fuente: Autora, 2016.

Se encontraron 160 diferentes equipos biomédicos tipo aparato eléctrico y/o electrónico, claramente identificados, sin embargo hay 5 instituciones que informaron equipos sin nombre específico, generalizando por estéticos, instrumentación por especialidad, odontología y de optometría, lo cual deja abierta la posibilidad a la existencia de más equipos no mencionados por las otras instituciones que si especificaron los nombres técnicos.

### 3.1.1.2. Tipos de Residuos RAEE reportados por los hospitales

**Tabla 7. RAEE reportados por los Hospitales**

EQUIPO RESIDUO RAEE	FRECUENCIA DE GENERACIÓN EN HOSPITALES
Equipos de cómputo y periféricos (teclado, CPU, mouse)	24
Aparatos con monitores y pantallas (TV, LCD).	20
Lámparas, aparatos de alumbrado, Bombillas de bajo consumo y fluorescentes.	24
Baterías – pilas	4
Pequeños electrodomésticos (planchas, radios)	10
Herramientas electrónicas y/o eléctricas	11
Partes de equipos biomédicos que no sean monitores	12
toners,	3
Balastos	1
perforadoras, cosedoras.	1
Cd's,	1
Procesadoras para revelado de radiografías	1

Fuente: Autora. 2016.

En la anterior tabla de respuestas abiertas con nombre de RAEE que genera cada institución, se encuentra que la mayoría genera residuos de Equipos de cómputo y periféricos (teclado, CPU, mouse), lámparas y aparatos con pantallas (tv, LCD), y el 50% responde que generan partes de equipos biomédicos, pero no especifican cuáles.

### 3.1.1.3. Promedio de Residuos RAEE generados

Frente a la respuesta de la pregunta sobre el promedio de RAEE generados, el 87,5% conoce cuantos RAEE genera en promedio, solo 3 instituciones dicen no conocer, mientras que 21 instituciones dicen si conocer cuántos generan. Para revisar más globalmente esta respuesta, pasemos a la siguiente respuesta.

**3.1.1.4. Cantidad (en kg) de RAEE generada en los siguientes períodos de tiempo: 1 año, 3 años, 5 años, nunca ha generado, no sabe.**

Para mayor comprensión se dan las repuestas por rangos de peso y años

**Cuadro 1. Cantidad de RAEE en Kg/ año**

CANTIDAD	Sumatoria de Kg reportados por los hospitales para cada período					
	Hospitales	Kg en 1 año	Hospitales	Kg/ en 3 años	Hospitales	Kg/en 5 años
Mayor a 100 kg	0	0	0	0	2	250
Entre 10 Kg y menos de 100 Kg	0	0	0	0	5	429
Entre 1 Kg y menos de 10 Kg	7	29,8	1	1	18	104,2
Menos de 1 Kg	15	9,4	20	4,2	20	11,5
Total		39,2		5,2		794,7
No sabe	2	2	3	3	0	0

Fuente: Autora. 2016

El cuadro anterior muestra las cantidades generadas de RAEE en los hospitales en los últimos períodos de 1 año, 3 años y 5 años, y también indica cuantos hospitales tuvieron respuestas dentro de cada rango de peso en kilogramos de RAEE.

El 8,3% de los hospitales no tenían conocimiento de lo generado en el último año ni en 3 años, informando que son nuevas personas contratadas para la gestión, y el 1,4% informa no conocer lo generado en los últimos 3 años por la misma razón.

El rango de generación de RAEE con peso entre 1 kg y menos de 10 kg para el período de los últimos 5 años (2010 – 2014), es el rango que más cantidad ha generado entre 5 hospitales, por un peso de 429 Kg de RAEE. Esto corresponde al 20,83% de la población. El rango de generación de RAEE con peso entre 10 kg y menos de 100 kg y de más de 100 Kg para el período de los últimos 1 y 3 años, no reportan generación de residuos. El 29,2% de hospitales ha generado en total



29,1 Kg de RAEE en el rango de entre 1 kg y menos de 10 Kg en el último año (año 2014).

En el mismo rango de entre 1 kg y menos de 10 Kg en los últimos 3 años (2012-2014), un hospital ha generado 1 kg. Sin embargo, en el mismo rango de entre 1 kg y menos de 10 Kg de RAEE en los últimos 3 años (2012- 2014), el 75% de los hospitales han generado 104,2 kg.

Para el rango de más de 100 kg, el 8,3% reportó generar 250 kg de RAEE en los últimos 5 años (2010-2014). En el rango menor a 1 kg, el 62,5% reportó generar 9,4 kg de RAEE en el último año (2014).

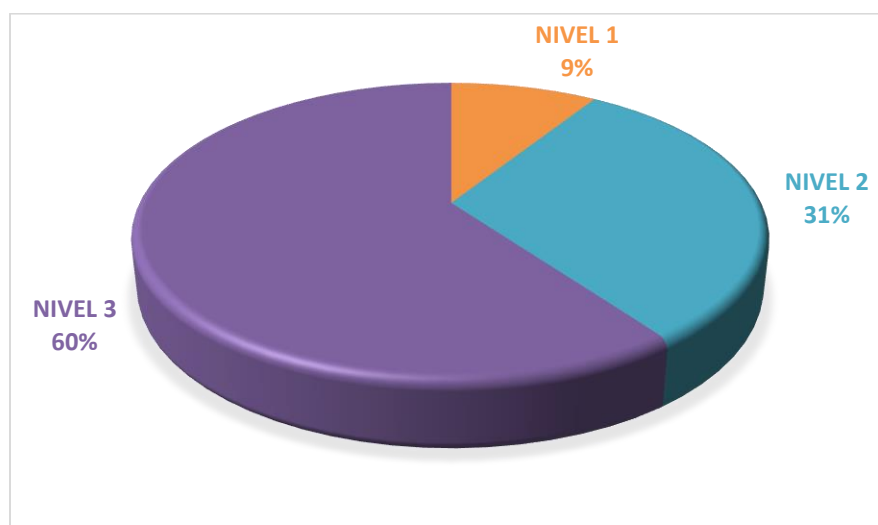
Bajo el mismo rango menor a 1 kg, el 83,3% reportó generar 4,2 kg de RAEE en los últimos 3 años (2012-2014) y 11,5 kg de RAEE en los últimos 5 años (2010-2014)

Se obtiene los siguientes datos totales:

- **794,7 kg en 5 años**
- **5,2 kg en 3 años**
- **39,2 kg en 1 año**

Fue importante presentar el porcentaje de RAEE hospitalarios por cada nivel de atención en salud , tal cómo se presenta en la gráfica 7:

**Gráfica 7. Cantidad en porcentaje de RAEE por Niveles de Atención en Salud**

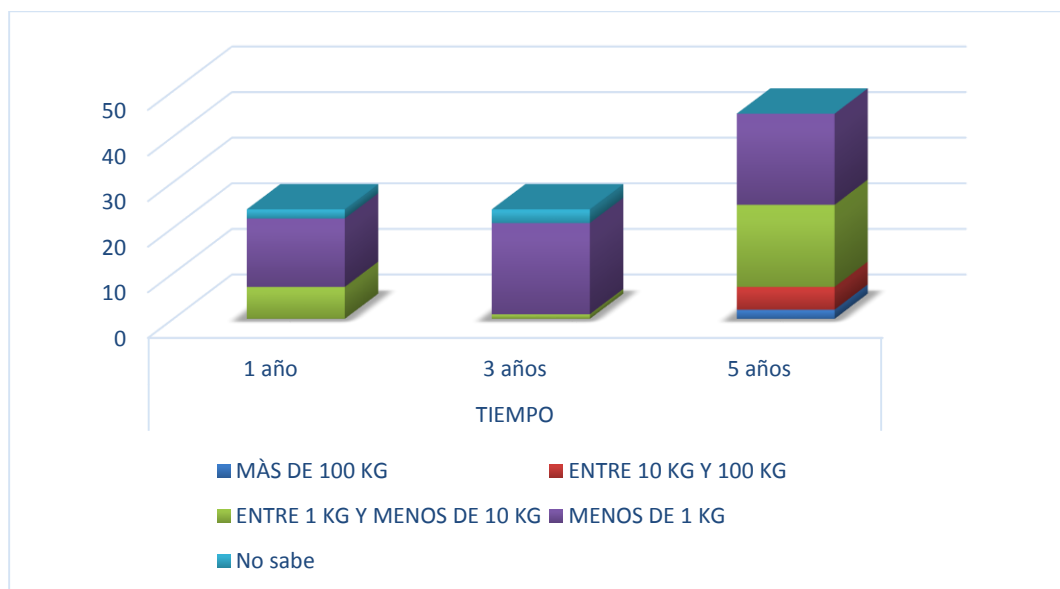


Fuente: Autora. 2016.

El nivel 3 de atención en salud tuvo el más alto porcentaje de aporte en cantidades de RAEE, seguido por el nivel 2, y el de menor aporte fue el nivel 1.

### 3.1.1.5. Rangos de generación

**Gráfico 8. Rangos reportados por hospitales**



Fuente: Autora. 2016

El gráfico 8 presenta los rangos obtenidos para cada período de tiempo, de acuerdo al cuadro 1. Ahora, en el cuadro 2, se observan cantidades de hospitales que reportan para cada rango y cada período de tiempo, cómo se ve a continuación:

**Cuadro 2. Rangos generados en 1, 3 y 5 años**

CANTIDAD	TIEMPO		
	1 año	3 años	5 años
Más de 100 kg	0	0	2
Entre 10 kg y 100 kg	0	0	5
Entre 1 kg y menos de 10 kg	7	1	18

Menos de 1 kg	15	20	20
No sabe	2	3	0

Fuente: Autora. 2016

De los 24 hospitales, 20 informan que en 3 y 5 años han salido RAEE por un peso menor a 1 kg. 15 hospitales reportan en el mismo rango menor a 1 kg que han generado RAEE en el último año (2014).

Solo 2 hospitales reportan en rango de más de 100 kg para el período de los últimos 5 años (2010-2014), 5 hospitales reportan en rango de entre 1 kg y menos de 100 kg, durante el período de los últimos 5 años (2010-2014).

7 hospitales reportan en rango de entre 1 kg y menos de 10 kg, generación de RAEE en el último año (2014). En el mismo rango pero para el periodo de los últimos 3 años, solo un hospital ha generado RAEE (2012-2014). Y para los últimos 5 años (2010-2014) en el mismo rango, 18 hospitales generaron RAEE.

Ningún hospital genera o reporta para rangos de más de 100 kg en el último año y los últimos 3 años, así como para el rango entre 10 kg y menos de 100 kg, no reportan para 1 año y 3 años.

### 3.1.1.6. Gestión y disposición de los residuos RAEE al final de su uso

**Tabla 12. Gestión al final de vida útil de RAEE en hospitales**

Gestión y/o disposición final	Frecuencia	%
Entrega a empresa gestora autorizada por autoridad ambiental si son RESPEL	24	100
Envía a un plan posconsumo	10	2.4
Aprovechamiento de otra forma (donaciones, chatarra, reciclaje etc)	20	4.8
Entrega o devuelve al proveedor	3	0.7
De algunos no sabe que hacer / almacenados	2	0.5

Fuente: Autora. 2016

Respecto a la gestión y disposición final de los RAEE, el 100% de las instituciones mencionan entregar a gestores autorizados por la autoridad ambiental, el 2.4% de ellos envían principalmente luminarias al plan posconsumo “lúmina” en Bogotá, el 4.8% de ellos, hacen donaciones de equipos a universidades o fundaciones, otros para reciclaje o chatarra, solo el 0.7% de ellos devuelven al proveedor al que compraron el equipo, y tan solo el 0.5% no saben qué hacer aún, porque aún los tienen almacenados y no han tenido que dar de baja.

### 3.1.1.7. Dificultades con la gestión y/o disposición final de RAEE

Tabla 13. Residuos RAEE con dificultad de gestión y/o disposición final

Residuos informados por hospitales	Frecuencia
Monitores de signos vitales	1
Baterías	1
Pilas	1
CD	1
Partes de fotocopidora	1
Microondas	1
Equipos médicos que deben desinfectarse	1
Monitores de Computadores	1
CPU	1
Luminarias	1
Equipos de Lámparas de fotocurado dañadas no las reciben	1
Acetatos de radiografías digitales	1
Ecógrafos General Electric RT 3600	1
Acuitomo y Panorámico marca JMORITA	1
Agitador	1
Centrífuga	1
Piano cuentacélulas	1
Lector de química análogo marca leitz, es un espectrofotómetro	1
Reflectores	1
Cartuchos y toners	1
Pipetas automáticas	1
Conexiones eléctricas	1
Ninguno	2

Fuente: Autora. 2016

Se encontraron 24 elementos que los hospitales mencionan haber tenido dificultades para su gestión y/o disposición final, informando que no han conseguido una empresa gestora que acepte recibir esos elementos, y 2 que informan que con ninguno han tenido inconvenientes para entregar los elementos.

## **Objetivo 2: Identificación de las problemáticas encontradas frente al conocimiento y manejo de los RAEE hospitalarios, mediante el análisis de resultados**

La respuesta a éste objetivo se presenta mediante el análisis de resultados que a continuación se describen:

### **3.1.2. Análisis de resultados**

#### **3.1.2.1. Tipo de equipos de diagnóstico médico y/o de procedimientos que sean eléctricos y electrónicos utilizados**

De los 160 equipos diferenciados por los hospitales se presentaron con mayor frecuencia los siguientes: El *baño serológico* de acuerdo con ACEQUILABS (2014), es un equipo que se utiliza en laboratorios de química, este equipo se utiliza para el calentamiento indirecto, por convección térmica del medio y de sustancia, se basa en un método empleado para conferir la temperatura uniforme a una sustancia líquida o sólida, sumergiendo el recipiente que lo contiene en otro mayor con agua que se lleva hasta la ebullición. Dentro de sus especificaciones generales, según Hoyfarma (2014), viene en acero inoxidable, rango de temperatura: WB+10 a \*95°C OB + 20 a 200°C, pilotos indicadores de encendido, alarma y calefacción, temperatura controlada por microprocesador, sistema auto-diagnóstico de fallas, función de reloj digital integrado, limitador sobre-temperatura clase 1, para corriente eléctrica de 110V +/- 15V 60 Hz. Lo anterior denota que es un aparato eléctrico y en muchos casos puede ser electrónico, siendo un RAEE que se debe gestionar y disponer como tal y se deberían estudiar sus componentes para considerar su peligrosidad o no, y la opción de uso de sus partes en otros procesos, teniendo en cuenta el aprovechamiento del acero inoxidable pero cuidando cualquier reacción que genere una característica de peligrosidad.

El acero inoxidable contiene níquel y cromo, los cuales pueden causar asma. El níquel y el cromo 6 pueden ocasionar cáncer. El cromo puede ocasionar problemas sinusíticos y "agujeros" entre las fosas nasales (Elcosh, 2016). También puede liberar pequeñas cantidades de metales pesados como el níquel y el cadmio», advierte la doctora Marisa Manzano de Antiaging Group Barcelona. Si bien, solo el

cromo hexavalente aparece en el anexo I del decreto 4745 de 2005 cómo un residuo peligroso, en Colombia, hay que tener en cuenta que si un elemento genera daño a la salud independiente de estar listado o no, tiene esa característica de peligrosidad, por lo que se debe tener en cuenta si el baño serológico contiene acero inoxidable a la hora de darle un manejo integral o de sus partes. Si el tipo de acero genera cadmio, entra directamente a ser peligroso en lista de anexo I. El sistema de corriente eléctrica, lo convierte en RAEE, sin embargo no se considera un residuo con característica de peligrosidad por esta razón. Sin embargo, si el aparato tiene unas partes no peligrosas y otras si, se debe gestionar preventivamente como peligroso, idealmente separando dichas partes para hacer aprovechamiento de las que no lo son.

Otro equipo encontrado de mayor frecuencia es el *microscopio*, que anteriormente no usaba corriente, pero actualmente se usa más con corriente para la luz, es un claro residuo RAEE, por ésta razón, sin embargo no es considerado residuo peligroso por sus componentes, pero debido a la variedad actual de microscopios tocaría entrar a revisar a detalle sus componentes internos para definir su aprovechamiento. En Colombia queda un vacío en la normatividad frente a los residuos hospitalarios, y es que conforme al Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares adoptado por la resolución 1164 del 2002 (Ministerio de Medio Ambiente y de Salud, 2002), se mencionan equipos y partes en desuso dentro de la clasificación de “reciclables” y partes que puede tener un RAEE como plástico o vidrio igualmente, y sin embargo, no es claro ni detallado el manejo de los RAEE bajo el manual, encontrándose la clasificación de Residuo Infeccioso o Biológico, que puede convertir un RAEE cómo el microscopio en peligroso si éste ha tenido contacto con microorganismos patógenos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos, virus oncogénicos y recombinantes como sus toxinas, con el suficiente grado de virulencia y concentración que pueda producir una enfermedad infecciosa. Ahora, la cuestión sería determinar a qué se refiere con el término “suficiente grado”, hasta donde es claro el límite de que un equipo esté contaminado con microorganismos y que no sea tan virulento para contagiar a quienes le manipulen. Se conoce que en los hospitales se puede hacer desinfección y desactivación de microorganismos en ciertos casos, para lo cual se podría decir que un RAEE tipo microscopio eléctrico desactivado o tratado de tal forma que garantice el no contagio de enfermedades para ser aprovechado o sus partes, es una posibilidad de dar manejo a éste tipo de residuo de una forma amigable con la salud y el ambiente.

Otro equipo hallado frecuentemente son las *neveras*, que si bien son consideradas RAEE por ser eléctricas “De acuerdo con Dartico (2014), la nevera de uso hospitalario o biomédico, se define como cadena de frío a la serie de elementos y actividades necesarias para garantizar la potencia inmunizante de las vacunas desde su fabricación hasta la administración de éstas a la población. Congeladores y neveras para vacunas, reactivos, sangre y tejidos, usa corriente eléctrica y puede ser frost, no frost y de plasma. (Bdpfrio, 2014)”. Éstos equipos son de difícil manejo

por su tamaño y volumen, aunque en el sector hospitalario muchas no son tan grandes cuando son para muestras vacunas, entre otros, pero aparte de lo anterior, presentan otra situación que hace complejo su manejo, y es sus refrigerantes, que son sustancias agotadoras de la capa de ozono como los CFC Clorofluorocarbonados.

Los equipos de mayor uso en diagnósticos son los equipos de cómputo, que traen monitor y CPU o los portátiles, siendo los de mayor problemática como residuo en el mundo y en especial en América Latina. Devia (UNESCO, 2010), menciona que factores como el recambio tecnológico, el acortamiento de la brecha digital y el consumo de equipos electrónicos (computadoras, celulares, televisores) son generadores de una problemática especial respecto al manejo de residuos.

También menciona que al final del ciclo de su vida útil muchas computadoras y celulares terminan en la basura común intoxicando los terrenos alrededor de los vertederos donde son depositados. Sustancias químicas y metales pesados como Berilio, Cromo, Cadmio, Arsénico, Selenio, Antimonio, Mercurio y Plomo contenidos en aparatos eléctricos y/o electrónicos son altamente peligrosos y necesitan un depósito especial para no contaminar el ambiente. Por otra parte, los equipos electrónicos contienen hasta 17 metales preciosos incluyendo oro, plata y cobre, los cuales siguen teniendo un valor económico significativo cuando los aparatos caen en desuso.

Dar un adecuado manejo a éstos residuos de cómputo, es clave para minimizar el impacto generado en Colombia, teniendo en cuenta, que hasta el 2013, se estima que se pudo llegar a tener entre 80.000 y 140.000 toneladas de residuos de este tipo (Universidad del Rosario, 2014).

Estos equipos de cómputo, en ocasiones son donados, y en Colombia hay un plan posconsumo "Ecocómputo" que los recibe gratuitamente y el programa los reacondiciona, y así, las partes de los equipos se reparan y adaptan para alargar su ciclo de vida y se dona a ABACO (Banco Nacional de Alimentos). Los equipos que ya no se pueden reacondicionar, se entregan para disposición final a empresas autorizadas, se desensamblan y se clasifican en corrientes limpias o reutilizables y en corrientes peligrosas. Las corrientes limpias se ingresan nuevamente al mercado y/o se emplean como material de exportación para generar energía eléctrica. Las corrientes peligrosas se disponen de forma segura y responsable (Ecocomputo, 2016).

La legislación colombiana obliga a las empresas generadoras a gestionar con sus recursos sus residuos peligrosos, por lo que se supone éstos hospitales no deben hacer uso de los planes posconsumo que van direccionados al usuario final, al residencial, sin embargo, en Bogotá se hacen jornadas de recolección gratuita para algunos residuos como el caso de computadores y periféricos (SDA, 2016), y los hospitales públicos se pueden beneficiar en las jornadas.

El *termómetro digital* es otro elemento encontrado de alto uso, una de las principales ventajas de los termómetros digitales es que no producen contaminación por mercurio. Además, son de fácil uso y lectura, aportar información rápida y pueden registrar los datos. Sin embargo usan pila, dejando un residuo peligroso para gestionar. Entonces, el termómetro se debe gestionar cómo convencional con posibilidad de aprovechamiento sin incluir la pila, que entraría a ser la parte peligrosa del elemento.

Igualmente ocurre con el otro elemento de mayor uso que es el *pulsoxímetro* que es digital, y su parte peligrosa viene a ser la pila, y se encarga de medir la saturación de oxígeno en las personas y de paso la frecuencia cardíaca.

La *pesa digital* se puede considerar aprovechable porque no contiene partes peligrosas exceptuando la pila. Así mismo el tensiómetro digital.

Equipos de mayor complejidad si requieren ser estudiados en sus componentes antes y luego de su uso, teniendo en cuenta las reacciones químicas que pueden suceder luego de su uso, para determinar su manejo cómo residuos peligrosos o aprovechables. Es el caso de las incubadoras, ventiladores, electrocardiógrafos, monitor de signos vitales, y equipos de *imagenología* (rayos x y de ecografía), teniendo en cuenta el riesgo de ser infectados y convertirse en residuos biológicos que tendrían un manejo especial. Sin embargo, no debe ser complejo desactivarlos, debido a que se conoce que algunos equipos van a las subastadoras donde serán usados nuevamente en otras empresas o terminarán de alguna manera en un mercado informal donde sus partes serán aprovechadas, pero sin conocer sus componentes, se estaría corriendo el riesgo de tener partes con características de peligrosidad que puedan afectar a los manipuladores o al ambiente.

A causa de la lectura de las respuestas y haciendo el ejercicio de conteo de los aparatos biomédicos electrónicos o eléctricos que tienen los hospitales, se evidencia falta de claridad tanto en nombres de equipos, cómo en conocimiento de equipos que realmente deben ser contados como AEE, pero que no los tienen en cuenta tal vez al ignorar que son un AEE o por falta de capacitación en el manejo de los AEE desde el área de gestión ambiental de la institución. Un ejemplo de lo anterior, corresponde al caso de las instituciones de salud que mencionan de manera general equipos de “optometría” o de “odontología”, sin dar datos de identificación técnica probablemente por desconocimiento de los mismos o por falta de mayor indagación. A veces sucede, que los encargados actualmente del manejo de los AEE y RAEE, no son los mismos, siendo así, que cuando ingresan AEE a la institución, como un nuevo elemento, se reciben desde áreas de compras, de contabilidad, de activos, cualquier otra, menos del área de gestión ambiental, y cuando salen como RAEE, el gestor no conocía todas sus características técnicas, ni su ciclo de vida, quedando pocas opciones, una puede ser darle de baja en la



empresa para donarlo, o entregarlo a subastadoras, o en últimas venderlo cómo chatarra si no se considera peligroso, pero no se conoce más sobre su destino.

Lo anterior, deja un vacío en la cadena de gestión de éstos residuos, sin conocer el destino del equipo o sus partes, teniendo en cuenta que un RAEE, en su totalidad podría no ser peligroso pero sus partes si lo pueden ser, y por la falta de investigación en éstas partes no se puede tener lineamientos claros sobre su gestión, tratamiento y disposición final.

De acuerdo con la Organización Ambientalista Basel Action Network (BAN), con sede en la ciudad estadounidense de Seattle “Unos 500 contenedores cargados con un volumen equivalente a 400.000 monitores de computadora o 175.000 aparatos de televisión ingresan a Lagos capital comercial de Nigeria al mes” (Olucoya, 2008). A Lagos ingresan con gran facilidad artículos importados de segunda mano por su bajo costo que en su mayoría son descartados poco tiempo después, creándose un gran problema ambiental y de salud para los habitantes que se encuentran cerca de los vertederos que se forman, debido que la gran mayoría de estos desechos son quemados al aire libre, emitiendo partículas tóxicas. “En un informe realizado en febrero del 2002 por los grupos BAN (Basel Action Network) y SVTC (Silicon Valley Toxics Coalition), apoyados por Greenpeace China, Toxics Link India y SCOPE de Pakistán, existen denuncias de que cerca del 80% de los residuos de aparatos electrónicos generados en los Estados Unidos serán exportados para China, Pakistán e India para ser reciclados, donde las tareas se realizaban en malas condiciones ambientales y sin ninguna precaución a la salud de los trabajadores” (Cassia, 2005).

Es un riesgo muy alto el no tener investigaciones frente a los componentes micro y macro de los equipos biomédicos en cualquier país, debido a lo atractivos que parecen éstos equipos para comercializar sus partes, pero desconociendo el riesgo de reacciones químicas con el ambiente, y afectaciones a la salud y al entorno.

Para la fabricación de AEE futuros RAEE, se necesitan grandes cantidades de energía y de materias primas, algunas muy perjudiciales tanto para el medio ambiente como para el ser humano. Algunos de los componentes con mayor impacto son los materiales ignífugos bromados y los metales pesados como el Cadmio, el Cromo, el Plomo, el Níquel y el Mercurio.(Fundacion Ecotic, 2010). Respecto a las características de peligrosidad en los RAEE, para el caso de Colombia, se cuenta con los códigos dados por el Decreto 4741 de 2005 (listado de anexo I), para cualquier residuo que se considere o sea potencialmente peligroso, y dentro de éstos, se encuentra el código A1180 que corresponde a:

*“Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de estos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del Anexo I (por ejemplo, Cadmio, Mercurio,*

*Plomo, Bifenilo Policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del Anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B1110)".*

Debido a la falta de conocimiento de los componentes de los equipos por parte de los actores cómo generadores, gestores, propietarios, manipuladores, autoridades, puede existir un riesgo de que equipos que parezcan inofensivos cómo residuos convencionales, lleguen a contener cadmio, plomo, bifenilos policlorados, y sean más peligrosos de lo que se conoce hasta el momento, por eso se requiere urgente la investigación.

Otros códigos que los podría incluir actualmente en el listado de residuos peligrosos del Decreto 4741 de 2005 es:

*“A1010 Desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las sustancias siguientes: – Antimonio. – Arsénico. – Berilio. – Cadmio. – Plomo. – Mercurio. – Selenio. – Telurio. – Talio.*

*A1150 - Cenizas de metales preciosos procedentes de la incineración de circuitos impresos no incluidos en la lista B.”*

Para la fabricación de equipos se necesitan grandes cantidades de energía y de materias primas, algunas muy perjudiciales tanto para el medio ambiente como para el ser humano. Algunos de los componentes con mayor impacto son los materiales ignífugos bromados y los metales pesados como el cadmio, el cromo, el plomo, el níquel y el mercurio.(Fundacion Ecotic, 2010).

El problema, en Colombia, en particular, a nivel del Distrito no se ha investigado a fondo y menos a nivel puntual en el sector Salud, en el cual los aparatos suelen repararse, además de movilizar componentes sin tener clara el destino y la disposición final de los inservibles.

### **3.1.2.2. Tipos de Residuos RAEE reportados por los hospitales**

La mayoría de hospitales genera equipos de cómputo y periféricos (teclado, CPU, mouse), lámparas y aparatos con pantallas (TV LCD), sin embargo, se evidencia la baja información frente a residuos de equipos biomédicos directamente relacionados en la categoría de “otros”, teniendo en cuenta que una institución considera a elementos como la perforadora, los CDs y la cosedora tipos RAEE.

Igualmente, 3 instituciones consideran los toners un RAEE. Lo anterior, deja una moderada impresión sobre la falta de conocimiento por parte de los hospitales, respecto al criterio de definición de equipos biomédicos tipo aparatos eléctricos y/o electrónicos que luego serán RAEE. Es necesario entonces, que no solo la persona encargada de la gestión de residuos del hospital sea capacitada en RAEE, sino todo el personal, para que exista mayor claridad en todos los niveles y no queden vacíos en la cadena de gestión de residuos dentro y fuera de la institución.

De la misma manera, se encuentran otras problemáticas dentro de la gestión de los RAEE, por ejemplo, en el caso de que las directivas decidan vender un equipo biomédico o enviarlo a subasta y el encargado ambiental no se entera, éste no los contabiliza en el inventario de RAEE para disponerse finalmente o para almacenar temporalmente, y se pierde la trazabilidad que debe existir de los RAEE, debido a que al subastarse o venderlo, sigue siendo un AEE, pero se pierde la información de cuando se convierta en RAEE.

Es claro que si se compara los resultados sobre los tipos de equipos biomédicos eléctricos y/o electrónicos encontrados en los hospitales, contra los RAEE que generan éstas instituciones, no hay mucha relación entre los 160 diferenciados que existen en los 24 hospitales, entre los RAEE de equipos que salen, al no ser específicos.

### ***3.1.2.3. RAEE generados en promedio***

El 87,5% conoce cuantos RAEE genera en promedio, solo 3 instituciones dicen no conocer, y si esto es así, se entiende que el personal encargado de la gestión de residuos tiene conocimiento sobre los aparatos eléctricos y electrónicos que su institución posee y tanto de los residuos de éstos que salen periódicamente y de los que saldrán. Sin embargo, hay una gran diferencia comparando la respuesta frente a tipos de equipos biomédicos encontrados y la respuesta respecto a los RAEE generados, debido a que no contemplan dentro de la proyección de residuos RAEE a generar en un presente o futuro, todos los equipos biomédicos tipo AEE que han manifestado tener en las instituciones.

### ***3.1.2.4. Cantidad (en kg) de RAEE generada en los siguientes períodos de tiempo: 1 año, 3 años, 5 años, nunca ha generado, no sabe.***

Se encontró interés por parte de los participantes en ubicar los datos sobre RAEE generados en los períodos correspondientes a 1, 3 y 5 años, sin embargo, se identificó mayor aporte de datos frente a los últimos 5 años.

Se encuestó por rangos que se basan en la clasificación de pequeño, mediano y gran generador dados por el Decreto 4741 de 2005, para hacer una aproximación de ésta clasificación para la población en estudio.

La mayor cantidad aportada fue 429 kg/5 años sumando las cantidades individuales dadas por el 20,8% de hospitales en el rango de entre 10 kg y menos de 100 kg, cantidad que se acerca a la media tonelada, que estaría aportando a la sumatoria de entre 80000 a 120000 toneladas generadas en Bogotá de RAEE (Universidad del Rosario, 2014), siendo menor la cantidad generada en el rango mayor a 100 kg que para el estudio reportaron 250 kg en total, el 8,3% de los hospitales, peso que no deja de ser significativo en el global de generación de RAEE en la ciudad de

Bogotá. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la generación puede ser mayor, y no se puede tener claridad sobre cuantos salieron a una disposición final, ni cuantos fueron llevados a subastadoras y/o a aprovechar sus partes o a planes posconsumo.

Sumando los datos de los últimos 5 años sin importar el rango, da un peso generado de 794,7 kg en 5 años, esto es más de  $\frac{3}{4}$  de tonelada de RAEE, significativos a la hora de pensar en su disposición final.

Se generó 5,2 kg de RAEE en 3 años y 39,2 kg de RAEE en 1 año, lo que permite visibilizar dos alternativas: 1. La generación de RAEE año a año no es exponencial, debido a que dicha generación puede variar, por ejemplo, en 1 año generarse más y en 3 años no tanto y en 5 años mucho más, probablemente porque no todos los equipos de cómputo y biomédicos salen en el mismo promedio de tiempo, algunos no se actualizan en tecnología tan rápido como otras empresas, por capacidad adquisitiva, o por no existir la necesidad. 2. Las instituciones no tienen reportes reales o fiables para el período de 3 años, pero pueden tenerlos para el último año y recolectar algunos de los últimos 5 años, tal vez porque el personal encargado a cambiado, o porque no hay una buena trazabilidad de los aparatos eléctricos y electrónicos hasta que se vuelven RAEE.

En éste punto, se analizó también la información por niveles de atención en salud y sus aportes cómo nivel a la generación de RAEE hospitalarios, encontrando así, que el nivel de mayor complejidad en atención que es el 3, es el que aporta un 60% de los RAEE hospitalarios a esa cantidad de 794,7 Kg durante los 5 años, probablemente, debido a que el servicio ofrece las urgencias y cirujías de mayor uso de equipos biomédicos, mientras que un nivel 1, ofrece atención básica cómo primeros auxilios y consulta externa, por lo tanto usa menos equipos biomédicos que sean AEE.

### **3.1.2.5. Rangos de generación**

Las respuestas clasificadas dentro de los rangos, sirvió para aproximar en que categoría de generadores se encuentran las instituciones para el caso de RAEE, no para todos sus residuos peligrosos, encontrándose que serían microgeneradores de acuerdo a datos del último año para rangos de 1 kg a menos de 10 kg de 29,8 kg y para menos de 1 kg de 9,4 kg, lo anterior teniendo en cuenta los hospitales como unidades por separado, si se tiene en cuenta la sumatoria del último año se toman como grupo generador de 39,2 kg lo que vuelve al grupo en un pequeño generador, pero la mayor cantidad se concentra en los últimos 5 años, que cómo individuos separados, entrarían a ser 5 hospitales pequeños generadores y 2 hospitales serán grandes generadores, pero como grupo se convierten en medianos generadores al no superar los 1000 kg, en un promedio de 794,7 kg.

Lo anterior relacionando el Decreto 4741 de 2005

**“Artículo 28.** De la Inscripción en el Registro de Generadores. Los generadores de residuos o desechos peligrosos están obligados a inscribirse en el Registro de Generadores de la autoridad ambiental competente de su jurisdicción, teniendo en cuenta las siguientes categorías y plazos:

- Categorías:

a) *Gran Generador.* Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 1,000.0 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas;

b) *Mediano Generador.* Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 100.0 kg/mes y menor a 1,000.0 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas;

c) *Pequeño Generador.* Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 10.0 kg/mes y menor a 100.0 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas”.

Es importante que la gestión de los RAEE inicie realmente desde su diseño cómo un AEE, hasta el final de su vida útil, y de ésta manera, éste AEE debe estar en el inventario del gestor ambiental o personal encargado de los residuos de la institución, para llevarle una confiable trazabilidad. Así mismo, permitirle a la autoridad ambiental, llevar un adecuado seguimiento y control, hasta donde llegaron sus partes y hasta la disposición final, debido a que la autoridad se limita a llegar hasta el control de lo que genera el hospital, de conocer lo que genera pero si un equipo se subastó, la autoridad no tiene conocimiento.

La trazabilidad adecuada por parte del hospital, permitirá que si hay cambio de personal encargado de la gestión de residuos, los datos de cada año sean de fácil revisión, así como el conocimiento de cuantos y cuales AEE existen en la institución y el cálculo de cuantos serán en cierto tiempo RAEE.

### **3.1.2.6. Gestión y disposición de los residuos RAEE al final de su uso**

Respecto a la gestión y disposición final de los RAEE, las 24 instituciones mencionan entregar a gestores autorizados por la autoridad ambiental lo que se considera peligroso, 10 de ellos envían principalmente luminarias al plan posconsumo “lúmina” en Bogotá, 20 de ellos hacen donaciones de equipos a universidades o fundaciones, otros para reciclaje o chatarra, 3 de ellos devuelven al proveedor al que compraron el equipo, y 2 no saben qué hacer aún, porque aún los tienen almacenados y no han tenido que dar de baja.

En Bogotá, los RAEE se generalizan cómo residuos peligrosos por el principio de precaución, teniendo conocimiento respecto a que no todos pueden ser peligrosos, pero sin bases científicas de cada aparato, no es viable dejar unos cómo residuos convencionales y otros como peligrosos. Ahora, en el caso de los hospitales, si los RAEE son equipos que tuvieron contactos con pacientes, se vuelven infecciosos o biológicos y deben presentarlos como tal en su plan de gestión a la autoridad y

entregarlos a gestores autorizados para su desactivación y disposición final. Cuando no son equipos con riesgo de contacto, los manejan como residuo convencional, los donan o los entregan a subastadoras, cuando son equipos que tuvieron altos costos de compra y que se considera pueden volver a servir.

Siendo los RAEE considerados peligrosos por la sospecha científica de contener elementos con características de peligrosidad o por estudiar, se pueden incluir en las 196.000 Ton/año de RESPEL generadas en Bogotá, y buscar como meta disminuir la fracción que corresponde a los RAEE (UAESP - JICA. 2013), y de esa fracción disminuir o mejor aprovechar esos 794,7 kg generados por los hospitales en los últimos 5 años, van a favorecer al ambiente y a la salud, pero bien manejados, teniendo en cuenta el manejo a los componentes con peligrosidad..

De acuerdo con Hidalgo (s.f.), la industria de aparatos y equipos eléctricos y electrónicos, es una de las de mayor crecimiento en la actualidad, aparatos que cada día son declarados como elementos inservibles, en períodos de tiempo más cortos, lo que aumenta cada día el problema de la gestión y disposición final de RAEE. Hidalgo también menciona que existen ya consideraciones ambientales por el impacto negativo que están causando y que se acentuaría si no se implementan de manera técnica procesos para fabricarlos, para identificarlos, ubicarlos, recolectarlos, transportarlos, desarmarlos, reutilizar partes con las cuales se pueden elaborar nuevos productos, reciclar componentes, y por último eliminarlos sin contaminar el medio ambiente ni afectar a la salud humana, y que una medida para disminuir los efectos del problema, sería consumir el mínimo de elementos que resulten tóxicos en cualquier etapa de la existencia del aparato y al mismo tiempo buscar reemplazar estos por elementos más amigables para el ambiente y el ser humano. Por lo anterior, es fundamental que los hospitales estén capacitados frente a la gestión eficiente de RAEE, en el ciclo de vida de los AEE y que los encargados de gestionar los residuos, no solo los conozcan cuando son residuo, deben conocerlos desde que se compran, deben trabajar de la mano con los de área de compras, de activos, como se denomine el área que los tiene inventariados como equipos activos del hospital, para planear su manejo y gestión final equipo por equipo, teniendo en cuenta sus características particulares.

Hay que investigar sobre componentes de cada equipo, pero ante todo, hay que re-pensar cada nuevo equipo, hay que re-plantear su ciclo de vida, tarea de los fabricantes, de los diseñadores que ofrezcan aparatos ecológicos, y dar alternativas de aprovechamiento que favorezcan a los mismos hospitales, donde éstos puedan entregar sus RAEE bien sea al mismo fabricante o para reuso o reciclaje, y reciban incentivos por ello, porque dan un mejor destino a éstos aparatos que proteja la salud y el ambiente, ya sea que han comprado equipos ecológicos y la responsabilidad realmente debe estar de manera principal en el productor.

### ***3.1.2.7. Dificultades con la gestión y/o disposición final de RAEE***

Se encontraron 24 elementos que los hospitales mencionan haber tenido dificultades para su gestión y/o disposición final, y 2 que informan que con ninguno han tenido inconvenientes.

Se evidencian residuos tipo eléctricos y electrónicos, de los que se desconocen sus componentes internos para determinar su peligrosidad, sin embargo, se evidencia nuevamente, falta de conocimiento sobre lo que es un RAEE, al encontrar respuestas como cartuchos y toners, tal vez por relacionarlos con las impresoras, o Acetatos de radiografía. Mencionan algunos problemas cómo que los gestores de RAEE no reciben estos aparatos, o por la cantidad a entregar, si es muy mínima, o cómo el caso de los equipos médicos que deben desinfectarse, de lo contrario no los reciben, y se debe hacer la desactivación en el mismo hospital. Incluso sugieren un plan posconsumo que reciba éstos equipos para no tener que dar tanto trámite para su disposición final, y la autora decide consultar al plan de Ecocómputo de la ANDI, para saber si habría la posibilidad de que recibieran equipos biomédicos, a lo que contestaron que no era viable si no tenían garantía de que los equipos estuvieran libres de patógenos, tal como lo menciona la resolución 1164 de 2002 en la clasificación de Residuo Infeccioso o Biológico, que puede convertir un RAEE en peligroso si éste ha tenido contacto con microorganismos patógenos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos, virus oncogénicos y recombinantes como sus toxinas, con el suficiente grado de virulencia y concentración que pueda producir una enfermedad infecciosa.

## **5. Propuesta de Aporte al Desarrollo Sostenible**

Es claro que entonces, toca dar una revisión minuciosa a la actual cadena de gestión de RAEE en Colombia, desde todas sus partes interesadas cómo Gobierno, Fabricantes, Importadores, Academia, Empresas, Gestores, Recicladores, y demás, que mejoren y fortalezcan la gestión para tener un exacto control sobre los aparatos eléctricos y electrónicos desde su fabricación hasta el fin de su vida útil y /o el aprovechamiento de sus partes. Para ello, se debe tener una sólida política para RAEE, ya que desde que salió la ley 1672 de 2013 sobre lineamientos para una política pública de gestión integral de RAEE, no se ha tenido avances sobre la política como tal, y sería importante, delegar una alta responsabilidad a los fabricantes e importadores, frente a tener algo similar a un plan posconsumo para la devolución de los equipos finalizado su ciclo, y así no generar siempre un aumento en la problemática del crecimiento de RAEE en el país y particularmente en Bogotá, a su vez, obligar a que las empresas fabricantes tengan previsto reincorporar los equipos en su producción o sus partes, minimizando la generación de RAEE.

Formar constantemente al personal de cada institución frente a los AEE con los que cuentan, y los que van llegando nuevos, así como a los RAEE que se generarán y la normatividad ambiental.

Formular una política alterna a la de RAEE, de sostenibilidad ambiental exigida a los fabricantes e importadores de aparatos eléctricos y/o electrónicos que obligue a tener equipos ecológicos, a tener planes de devolución de equipos usados y gestión sostenible de dichos equipos y sus partes, política que surja de sectores del gobierno diferentes al sector ambiente, como ministerio de comercio, DIAN, ministerio TIC, entre otros.

Involucrar en todos los programas académicos, principalmente en pregrados de ingeniería que desarrollen AEE, el componente ambiental frente al ciclo de vida, enfocado a productos ecológicos, investigación en componentes amigables con el ambiente, y reuso de las partes. Y en los demás programas por que la tendencia mundial es tecnológica, y hoy día, casi cualquier persona

## 6. Conclusiones

- ✓ Al revisar la literatura relacionada a los RAEE, se evidencia el conocimiento de manera general de lo que son aparatos eléctricos y electrónicos (principalmente pensados como computadores y sus periféricos), pero no se encuentran estudios detallados de RAEE del sector salud u hospitalarios. Se mencionan en algunos textos los residuos electrónicos hospitalarios pero no se detallan cuales equipos serán residuos ni en cuanto tiempo, debido a que cuando se compra cada equipo biomédico se tiene la expectativa de larga duración, situación que no siempre es viable, a causa de la continua evolución de la tecnología, y para el caso, la biomédica. Entonces, la institución deja de usar los equipos, los entrega a un gestor, o los subasta, desconociendo el rumbo que tomarán, y dejando la inquietud en el aire respecto a si en algún momento serán potencialmente residuos peligrosos.
- ✓ Se encontró cerca de 160 tipos diferentes equipos biomédicos que luego serán RAEE hospitalario, en tan solo 24 hospitales de Bogotá, que solo representan una porción de la población de instituciones prestadoras del servicio de salud, de las que su dato en cantidades varía cada año debido al cambio y cierres de entidades prestadoras de salud. Lo anterior, indica que la variedad de RAEE hospitalarios para Bogotá tiende a ser muy diversa.
- ✓ Sigue existiendo un vacío en la cantidad real generada de RAEE en el país, debido a que algunas empresas reportan al IDEAM, a través de autoridades ambientales, pero hay fallas en quienes reportan que lo realizan inadecuadamente, así como la falla en las autoridades que no transmiten correctamente la información o tienen fallas tecnológicas en las plataformas, y sumado lo anterior, a la ilegalidad, de empresas y microempresas que



generan y no reportan, que entregan o mejor, venden para aprovechamiento sin control alguno, no permitiendo tener un global exacto de la magnitud del problema en el país, y los hospitales que están reportando y tienen control por la autoridad ambiental, desconocen sus AEE cómo RAEE y pueden estar dejando de reportar una parte de su generación.

- ✓ El servicio de salud se ubica de primero en la lista de actividad prioritaria en Bogotá, para darle manejo, control, mejora y fortalecimiento a la gestión de residuos peligrosos dentro de los que se ubican los RAEE. Por lo anterior, los hospitales deben mejorar sus acciones frente a conocimiento, capacitación a todo el personal, y gestión apropiada.
- ✓ Es fundamental que todo el personal de los hospitales estén capacitados frente a la gestión eficiente de RAEE, desde que son AEE. El personal responsable de residuos debe trabajar de la mano con los del área que tiene inventariados los AEE como equipos activos del hospital, para planear su manejo y gestión final equipo por equipo, teniendo en cuenta sus características particulares.
- ✓ Es importante y urgente, que el estado, el sector privado y la academia, fomenten la creación y formalización de empresas y entidades dedicadas al reacondicionamiento, reciclaje y disposición final de RAEE y específicamente en RAEE hospitalarios, para que exista oferta de empresas que reciban los RAEE que actualmente no se reciben, bien sea por desconocimiento del procedimiento de desmantelamiento, o de sus componentes, o por no existir demanda para las partes.
- ✓ Pese a tener el dato de la generación de RAEE entre los 24 hospitales en un período de 5 años, hay que tener en cuenta que la generación puede ser mayor, y no se puede tener claridad sobre cuantos salieron a una disposición final, ni cuantos fueron llevados a subastadoras y/o a aprovechar sus partes o a planes posconsumo.
- ✓ Con un peso generado de 794,7 kg en 5 años, que corresponde a algo más de  $\frac{3}{4}$  de tonelada de RAEE, resulta significativo pensarse su disposición final y en la reducción de éste valor.
- ✓ Es prioritario investigar sobre componentes de cada equipo biomédico tipo AEE, al igual que re-pensar cada nuevo equipo que salga al mercado, y replantear su ciclo de vida, tarea principal de los fabricantes y diseñadores para que ofrezcan aparatos ecológicos. Igualmente, es tarea fundamental del estado regular el tema con éste enfoque.
- ✓ El sector privado y el estado, deben promover alternativas de aprovechamiento que favorezcan a los mismos hospitales, y de ésta manera éstos puedan entregar sus residuos RAEE sin dificultades. Lo anterior, se

refiere a que entreguen al mismo fabricante o proveedor los residuos RAEE o los entreguen para reuso o reciclaje controlado por la autoridad, y así dan un mejor destino a éstos aparatos protegiendo la salud y el ambiente.

- ✓ Los actores de la actual cadena de gestión de RAEE en Colombia, deben revisar las fallas en dicha cadena, para solucionar las problemáticas y no dejar vías de escape de los residuos sin control.
- ✓ Se necesita contar con una política fortalecida e integradora de todos los actores de la cadena de RAEE, que solucione la situación al inicio del tubo y no al final.

## **5. Agradecimientos**

La autora presenta sus agradecimientos a la Universidad de Manizales por la oportunidad de crecer académica y profesionalmente, a la Dra. Marleny Cardona por su orientación en la investigación, a todos los docentes que aportaron su conocimiento para el logro de este proyecto, y a todas las instituciones participantes por su interés en fortalecer el tema de la gestión de los RAEE en el país.

## 6. Referencias Bibliográficas

Cassia. A. (2005). El Crecimiento de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos fuera de uso: El Impacto Ambiental que presentan. Obtenido de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico2005/cassia.pdf>

Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (11 de 2014). *CENETEC - SALUD*. Obtenido de [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo\\_guias/guias\\_tec/32gt\\_rayosX.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/32gt_rayosX.pdf)

Confidencialcolombia.com (2015). *El Replanteamiento de la Basura en Bogotá*. Obtenido de <http://confidencialcolombia.com/es/1/201/3287/El-replanteo-de-la-basura-en-Bogot%C3%A1-reciclaje-bogot%C3%A1-administaci%C3%B3n-unidad-administrativa-especial-servicios-p%C3%BAblicos-uaesp-director-henry-romero.htm>

Elcosh. 2016. Aluminio. Recuperado el 20 de agosto de 2016 en:

Fundacion Ecotic. (20 de 10 de 2010). *Fundacion Ecotic*. Obtenido de [www.ecotic.es](http://www.ecotic.es).

Hidalgo. L. (s. f.). *La Basura Electrónica y la Contaminación Ambiental*. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Tecnológica Equinoccial, Av. Occidental y Mariana de Jesús. Quito, Ecuador  
Instrumentos de Laboratorio. (12 de 2014). *Instrumentos de Laboratorio*. Obtenido de <http://www.instrumentosdelaboratorio.net/2012/05/centrifuga.html>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. Bogotá.

Observatorio Ambiental de Bogotá. (23 de 11 de 2014). *Datos e indicadores para medir la calidad del ambiente en Bogotá*. Recuperado el 23 de 11 de 2014, de <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=621>

Olukoya S. (2008). Ambiente- Nigeria: Bajo la Basura Electrónica. Noticias en Español. Enero28, 2008.

Ortoalresa. (01 de 2014). *About Centrifugaion*. Obtenido de <http://www.ortoalresa.com/es/productos/centrifugas>

Posada, s. g. (sd de 09 de 2009). *Técnicas de investigación - módulo didáctico unad*. Pereira, Risaralda, Colombia.

Sampieri, R, Fernández, C, Baptista, P(2010). Metodología de la investigación. (5ta. ed.). D.F., México: McGraw Hill.

Secretaría Distrital de Ambiente . (2011). *Plan para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos para el Distrito Capital*. Bogotá.

Secretaria Distrital de Ambiente. (23 de 11 de 2014). *Programa ECOLECTA*. Recuperado el 23 de 11 de 2014, de Programa ECOLECTA: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/ecolecta>

Serna. H. (2015). Videoconferencias sobre Metodología de la Investigación Cuantitativa. Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales.

Silva, U. (2009). *Gestión de residuos electrónicos en América Latina*. Santiago de Chile : Ediciones Sur.

Tiposdemicroscopio. (2014). Obtenido de <http://www.tiposdemicroscopio.com/>

UAESP - JICA. (2013). Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C. Obtenido de [http://www.uaesp.gov.co/uaesp\\_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213\\_BOGOTA\\_RESUMEN.pdf](http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213_BOGOTA_RESUMEN.pdf)

UNESCO (15/09/2015). Los residuos electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001900/190020s.pdf>

Universidad San Carlos. (14 de 09 de 2015). *Universidad San Carlos*. Obtenido de [http://www.sancarlos.edu.py/documentos/MANUAL\\_DE\\_ELABORACION\\_DE\\_TESIS\\_2013.pdf](http://www.sancarlos.edu.py/documentos/MANUAL_DE_ELABORACION_DE_TESIS_2013.pdf)

Universidad de Sonora . (15 de 01 de 2015). *Biblioteca Digital* . Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20534/Capitulo2.pdf>

## ANEXOS

Anexo 1: Tabla de Equipos Biomédicos Eléctricos y/o Electrónicos Encontrados

EQUIPO	FRECUENCIA DE USO EN EMPRESAS DE SALUD
Pipetas automáticas (Micropipetas)	3
Agitadores	3
Bañoserológico	23
Bañoseco	1
Baño de María	1
Equipo de hematología / Equipo analizador de química	10
Equipouroanálisis	1
Microscopio	24
Nevera	18
Equipos de cómputo	24
Termómetro (digital)	18
Termohigrómetro	2
Vortex	2
UPS	2
Pulsoxímetro / Electrocardiopulsoxímetro / Pinzas de pulsoximetría	21
Succionador	5
Negatoscopio	2
Pesa digital adulto (básculas)	20
Pesa digital bebé	1
Balanza analítica/ Balanza electrónica	4
Tensiómetro digital	20
Servocuna	1
Incubadoras	15
Monitor fetal	3
Doppler fetal	4
Monitor de signosvital	24
Centrífugas (incluyeMicrocentrífuga)	22
Horno de cultivo (también para calentamiento de material de laboratorio)	2
Agitador de mazzini	2
Autoclaves	6
Contador de células	1
Lámpara de cuello de cisne	3
Lámpara de hendidura	1
Cabinas (cámara) de flujo laminar	2
Simuladores	1
Reveladores de placas	1
Camillas eléctricas	3
Mesas de cirugíaeléctricas	1
Equipos de cuidado intensivo	1
Respiradores	1
Hornos para calentamiento de líquidos en cancerología	1
Equipos de radioterapia	1
Equipos de ultrasonido	4
Equipoláser	1
Resonador	1
Glucómetros	2
Equipos RX Odontológicos	6
Tomografía de rayo de cono	3
Digitalizador de periapical	1
Digitalizador de panorámico	1
Digitalizador de tomografía de rayo de cono	1
Televisores	1
Lámparas de fotocurado	5

Lámpara de blanqueamiento	2
Electrobisturí	10
Monitores de capnografía	1
Máquinas de anestesia	6
Desfibriladores	11
Marcapasos	1
Ventiladores	17
Electrocardiógrafos	17
Equipo de ginecología colposcopio (microscopio ginecológico)	1
EquipoBioescaner	1
Concentrador de oxígenos	1
Bombas de infusión	2
Partes de equipos biomédicos	1
Panorex	1
Cavitron	2
Equipo RX digital (odontológico)	1
Taladros	1
Trocar para endoscopia	2
Equipos de endoscopia	5
Reguladores eléctricos (de voltaje)	2
Esterilizadores	1
Electrocauterio	2
Electroestimuladores	4
Horno de secado	1
Rotador	2
Bombas de vacío peristálticas	1
Bombas de vacío dosificadoras	1
Cabinas de extracción	1
Reverberos	1
Estufas	1
Calentador delong	1
Cámaras de calefacción	1
Cámara de electroforesis	1
Cromatógrafo de columnas en acero	1
Fuentes de voltaje	1
Selladoras	1
Grafadoras	1
Equipos de extracción de ácidos nucleicos	1
Luminómetros	1
Contador de colonias	1
Lupa electrónica	1
Rotoevaporador	1
Turbidímetro	1
Densímetros	1
Tituladores	1
Multímetros	1
Registadores de temperatura	1
Probadores	1
Espectrofotómetros	2
Fotómetros	1
Liofilizadores	1
Equipos Polaroid	1
Telescopios de enfoque	1
Amplificadores de imagen	1
pHímetro	1
Equipo de órganos de los sentidos	7
Videoprocesador	1

Pantalla LCD	1
Espirómetro	1
Estetoscopio	1
Fonendoscopios	4
Audiómetromalco	1
Visiómetro	4
Retroproyector	1
Congeladores	1
Dinamómetros	1
Generadoreselectroquirúrgicos	1
Lámparas de procedimientos	1
Lámparasclínicas	1
Máquinas de diálisis renal	1
Lámpara de fototerapia	1
Fotocolorímetro	1
ImagenologíaResonanciaMagnética (escanografía)	2
ImagenologíaTomografiacomputarizada	2
ImagenologíaRayos X	20
ImagenologíaEcografía	18
ImagenologíaEcocardiografía	2
ImegenologíaMamografía	2
ImagenologíaAngiografía	1
Equipos de banco de sangre	1
Equipos de radiología digital	1
Equipos de histotecnología	1
Accuitomo (odontología)	1
Equipo de Radiofrecuencia	1
Equipos de tonificación: gimnasia pasiva, corrientes rusas	1
Láser IPL (estético)	1
Contour shape (estético)	1
Cavitacióncavi star (estético)	1
Dosificador de CO2 (carboxiterapia estética)	1
Vaporizador (estética)	1
Amalgamador	2
Laringoscopio	4
Batería de perforador	1
Perforador	1
Batería de máquina de anestesia	1
Batería de monitor de signos	1
Adaptadores 6V 500mAh	1
Peras con válvula	1
Sensor de flujo	1
Escudo conector	1
Manguera de altapresión	1
Manómetros de tensiómetros de pared	1
Bombillos de equipos	1
Disipadores de calor	1
Jeringa triple	1
Cánister	1
Juegos de latiguillos para ECG	1