

**ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DE  
APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS RAEE'S DOMICILIARIOS  
EN EL MUNICIPIO DE YOPAL (CASANARE)**

ANGELA MARITZA MARTÍNEZ SOTELO



UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

YOPAL, CASANARE

2015

ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DE  
APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS RAEES DOMICILIARIOS EN EL  
MUNICIPIO DE YOPAL (CASANARE)

ANGELA MARITZA MARTÍNEZ SOTELO- COHORTE IX

Maestrante

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito para optar al título  
de: Magíster Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

DIRECTOR

FRANCISCO JAVIER LÓPEZ MACÍAS. DOCTOR EN ECONOMÍA AMBIENTAL  
Docente Titular Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente-

Línea de investigación

DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE  
YOPAL, CASANARE

2015

## DEDICATORIA

*La presente tesis se la dedico a DIOS,*

*ya que gracias a el pude realizar esta investigación y concluir mi maestría*

*A mi amado esposo EDWIN por brindarme su incondicional apoyo y compañía en este*

*viaje*

*A mí querido hijo SAMUEL por ser la alegría de nuestras vidas*

*A mis padres JOSÉ y BRISA por ser ejemplo de vida,*

*A mis hermanos y sobrinos ELIANA, MAURICIO, NICOLAS, ISABELLA y*

*RODRIGO un gran apoyo emocional durante el tiempo en que escribía esta tesis.*

## AGRADECIMIENTOS

Primero agradezco a la Universidad de Manizales por brindarme la oportunidad de formarme como magister y dentro de ella a todos los docentes que a lo largo de este tiempo me brindaron sus conocimientos.

Agradezco también a mi tutor el doctor Francisco Javier López Macias por haberme dedicado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como por haber tenido paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de mi tesis.

A la ingeniera Tatiana Perdonó por generar ideas para el cambio en esta ciudad.

Y para finalizar, también agradezco a mis compañeros maestrantes en especial a Claudia Suarez y Angelica Otero ya que a pesar de la distancia gracias a su compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje para terminar este sueño.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	12
PALABRAS CLAVE:.....	12
ABSTRACT .....	13
KEYWORDS .....	13
1. INTRODUCCIÓN .....	15
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
2.1. Pregunta de investigación .....	19
2.2. Hipótesis planteada.....	20
3. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	22
4. JUSTIFICACIÓN .....	33
5. OBJETIVOS .....	36
5.1. Objetivo General .....	36
5.2. Objetivos Específicos .....	36
6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	38
6.1. Definición de residuo de aparato eléctrico o electrónico .....	38
6.3. Clasificación De Los RAEE´S .....	41
6.4. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el ambiente .....	44
6.5. Gestión de los RAEE´S .....	50
7. MARCO LEGAL .....	56
8. DISEÑO METODOLÓGICO.....	62
8.1. Lugar y objeto de estudio.....	62
8.2. Tipo de investigación.....	64
8.2.1. Población y muestra .....	65
8.3. Procedimiento .....	67
8.3.1. Fase plan o diseño de la investigación.....	67
8.3.2. Recolección y análisis de datos.....	68
8.3.3. Codificación y edición de la información.....	69

8.3.4. <i>Presentación de resultados</i> .....	70
8.3.5. <i>Fase informativa.</i> .....	70
8.4. Técnicas e instrumentos .....	71
9. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS. ....	73
9.1. Situación de la generación de RAEE´S residuos en la viviendas .....	73
9.2. Aplicación de la prueba de chi cuadrado.....	94
9.3. Situación de los recuperadores del municipio .....	99
9.5. Situación de las empresas de aseo.....	108
10. CONCLUSIONES.....	111
11. RECOMENDACIONES .....	115
12. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	117
ANEXOS .....	123

## LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Estratos socioeconómicos vs conocimientos sobre los RAEE´S de los encuestados .....	74
Gráfica 2: Elección de la definición de basura electrónica .....	75
Gráfica 3: Producción de RAEE´S por estrato.....	77
Gráfica 4. Cantidad de aparatos obsoletos en el hogar .....	78
Gráfica 5: compra de celulares por estrato .....	80
Gráfica 6: Celulares en desuso .....	80
Gráfica 7: Destino de RAEE´S de computadores y accesorios .....	82
Gráfica 8: Destino de RAEE´S de memorias de almacenamiento.....	83
Gráfica 9: destino de RAEE´S de televisores .....	84
Gráfica 10: Destino RAEE´S de neveras.....	84
Gráfica 11: Destino de RAEE´S de Ventiladores.....	85
Gráfica 12: destino de RAEE´S de equipos de iluminación.....	86
Gráfica 13: Gestión actual de RAEE´S de pilas o baterías .....	87
Gráfica 14: Percepción de los daños del RAEE´S en el ambiente .....	90
Gráfica 15: RAEE´S productos realizados material reciclable.....	91
Gráfica 16: Conoce sitios donde se recogen los RAEE´S y cuales son .....	92
Gráfica 17: Colaboración de la comunidad para la gestión de RAEE´S.....	92
Gráfica 18: Edades de los encuestados .....	99
Gráfica 19: Tiempo de trabajo en la recuperación de residuos .....	100

Gráfica 20: Enfermedades laborales .....	101
Gráfica 21: Productos vendidos por los almacenes encuestados .....	103
Gráfica 22: Realiza recolección de RAEE´S de sus productos vendidos .....	104
Gráfica 23: cree que la basura electrónica afecta el ambiente.....	105
Gráfica 24. Conoce la ley 1672 .....	106
Gráfica 25: Colaboraría con la recolección de RAEE´S .....	107

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Categorías de clasificación de los RAEE´S.....	41
Tabla 2: Las 5 categorías de los RAEE´S desde el reciclaje.....	43
Tabla 3: Clasificación de los RAEE´S desde la comercialización.....	44
Tabla 4: Sustancias Nocivas que se encuentran en los RAEE´S.....	46
Tabla 5: Pasos para la gestión integral de los RAEE´S .....	52
Tabla 6 Responsabilidades de los actores de RAEE´S en Colombia.....	58
Tabla 7. Gestión de los RAEE´S por categorías de clasificación en el municipio de Yopal.....	88

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cadena de reciclaje de RAEE´S .....	54
Ilustración 2: Localización del municipio de Yopal .....	62
Ilustración 3: Mapa satelital de Yopal.....	63
Ilustración 4. Diagrama de gestión de los RAEE´S en el municipio de Yopal .....	110

## LISTADO DE ANEXOS

Anexo: 1. Encuesta usuarios de la empresa de acueducto y alcantarillado de Yopal E.S.P. EAAAY .....	124
Anexo: 2 . Encuesta recuperadores empresa de acueducto y alcantarillado de Yopal E.S.P. EAAAY .....	127
Anexo: 3. Encuesta a almacenes de Aparatos eléctricos y electrónicos .....	130
Anexo: 4. Entrevistas empresas de aseo .....	132

## RESUMEN

El amplio y permanente desarrollo tecnológico facilita a diario diversas labores y permite la realización de otras nunca antes imaginadas, estas innovaciones generan problemáticas para el ambiente, debido a que los residuos provenientes de estos materiales, se encuentran en constante aumento en comparación con otros residuos domiciliarios. En el presente documento se muestran los resultados de un proceso de investigación titulado: Análisis de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE'S) y su disposición en el municipio de Yopal (Casanare), para ello se realizó una revisión de la situación de los residuos generados a partir de los aparatos eléctricos y electrónicos, en diferentes sectores como: Hogares, almacenes de venta, empresas prestadoras del servicio aseo y recuperadores de residuos sólidos del domicilio. Se emplearon diversos instrumentos para la recolección de los datos, se aplicaron encuestas a los recuperadores, almacenes de venta y en los hogares en diferentes estratos socioeconómicos, se realizaron entrevistas en las empresas de aseo, para analizar los datos se aplicó la prueba chi cuadrado. Se determinó que se está realizando una inadecuada gestión de RAEE'S en el municipio ya que se están almacenado en los hogares o se están desechado con los residuos ordinarios sin tener en cuenta los peligros de este tipo de materiales para el ambiente y para las personas como los recuperadores que en muchos casos son quienes las manipulan, finalmente se establecen una serie de recomendaciones basados en las responsabilidades de los diferentes actores en la gestión de los RAEE'S con el fin de minimizar sus impactos en el ambiente.

### PALABRAS CLAVE:

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE'S), toxicidad. Ambiente, reciclaje, recuperación, gestión, actores.

## ABSTRACT

The big technological development makes possible several tasks and it allows others that we never imagined, this innovation creates environment's problems because the materials produces residues and these residues increase more than the other waste like as house. This document shows the results of the process of this research named: "Analysis of the production of residues; electronic and electrical equipment (RAEE'S) and your disposition in township of Yopal, (Casanare)" It conducted a review of the status of waste from electrical and electronic equipment in different sectors such as: homes, wholesale stores, the outsources toilet and recovery of solid waste from the home. Used various instruments for data collection, surveys applied to the Reclaimers, warehouses, retail and households in different socio-economic strata, interviews were conducted in the toilet companies, test was applied to applied the test "Chi cuadrado". It was determined that inadequate management of RAEE'S in the municipality is done since they are stored in homes or are discarded with ordinary waste without taking into account the dangers of this type of materials for the environment and for people as the Reclaimers that in many cases those who are handling them, finally it establish a series of recommendations based on the responsibilities of different facts in the RAEE'S management, it wants minimize impacts in the environment.

## KEYWORDS

Residues electronic and electrical equipment (RAEE'S), toxicity, environment, recycling, recovery, management, facts.

## 1. INTRODUCCIÓN

El consumo diario de equipos de aparatos eléctricos y electrónicos en todos los campos de la vida (hogares, colegios, empresas) empujados en el modelo de vida actual que hacen aumentar su demanda, se estima que la generación de residuos de estos aparatos se duplique en un futuro próximo. Debido a al crecimiento en el consumo de este tipo de elementos, la extracción de recursos naturales para su producción y la eliminación de los residuos se está generando una problemática ambiental y sanitaria de grandes magnitudes.

En la fabricación de este tipo de productos se emplean diversas materias primas en grandes cantidades, cuya extracción degrada los suelos, algunas son perjudiciales para el ambiente y para la salud humana esto sin tener en cuenta que no hay estudios sobre las reacciones que este tipo de materiales pueden producir al tener contacto con otros que hacen parte de los equipos eléctricos y electrónicos. Algunos de los materiales de fabricación son ignífugos bromados, metales pesados como el cadmio, el cromo, el plomo, el níquel y el mercurio sustancias muy peligrosas.

Esto sumado a que la mayor parte de estos residuos son eliminados mediante incineración liberando peligrosos gases contaminantes que provienen de la combustión del PVC de los RAEE'S o llevados a sitios a cielo abierto donde se

extraen algunas de sus partes, en estos tratamientos no se realizan procesos de descontaminación ni de recuperación causando riesgos ambientales producto de la lixiviación, filtración de sustancias peligrosas, quema con liberación de peligrosos gases y desperdicio de recursos.

A nivel mundial los gobiernos están legislando para disminuir los impactos de estos residuos mediante la adecuada gestión de estos desechos, responsabilidad que les corresponde a los productores quienes deben de garantizar su correcta disposición final.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial se estima que las cantidades actuales de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE´S) es alarmante, según El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en el año 2010 en el mundo se generan 40 millones de toneladas de basura electrónica al año y que el volumen de la chatarra electrónica crece entre un 16% y un 28% cada cinco años, lo que convierte la basura electrónica en el triple de los residuos sólidos de origen doméstico. Colombia, no es ajena a esta realidad según cifras del Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones muestran que para el 2013 se estima una generación de 143.000 toneladas de residuos electrónicos de computadores, celulares y televisores, (Hernández 2013), este aumento en el volumen de residuos llevo al gobierno nacional a anunciar la Ley 1672, con la que se estableció una hoja de ruta en materia de gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE´S). Esta situación es preocupante si se tiene en cuenta que estos residuos son contaminantes, la mayoría contiene sustancias como bromo, cadmio, fósforo o mercurio que pueden ser muy dañinos para la salud y el medio ambiente cuando estos aparatos entran en desuso, estos y otros materiales pueden ser reutilizados disminuyendo la explotación de recursos naturales al usarlos como materias primas, con el fin de regular estos residuos en el país se ha establecido la ley 1672 hace énfasis los diagnósticos en el que se de los RAEE´S a nivel nacional y local lo que facilitara la

implementación de la presente ley que pretende mejorar la situación de estos residuos a nivel nacional.

Con los importantes y acelerados procesos de innovación tecnológica los aparatos eléctricos y electrónicos son cada vez más numerosos en casi todos los hogares a nivel mundial, esto ha permitido dar un giro importante en las tecnologías de la información y las comunicaciones lo que ha contribuido a mejorar las condiciones de confort, pero la creciente cantidad de desechos que los aparatos eléctricos y electrónicos han generado se ha convertido en un problema de grandes magnitudes si se tiene en cuenta que estos objetos tienen cortos periodos de utilidad por la constante innovación, mejora en sus diseños, funciones y porque cada vez se venden a menores precios lo que obliga a sus fabricantes a usar materiales que los hacen de poca durabilidad.

La región de la Orinoquia Colombiana se ha desarrollado en las últimas dos décadas de forma acelerada con , el auge del petróleo, la ganadería extensiva y varios cultivos como el arroz y la palma africana, logrando un crecimiento de la economía, generando un desarrollo precipitado de los centros urbanos, así como el aumento en los almacenes de electrodomésticos y de tecnología, por otra parte, el número de sus habitantes ha aumentado en los últimos veinte años cambiando los hábitos de compra y adquisición de productos, lo que ha generado un aumento en los RAEE'S, se cree que algunos hogares se almacenan electrodomésticos y equipos de cómputo obsoletos o que estos son arrojados a la

basura que es llevada posteriormente al relleno Sanitario Macondo, en donde se depositan 2136,34 TON/MES de basura, sin ningún tratamiento o separación y de esta forma se pierde un sin número de materia prima y se está contaminando el ambiente en las inmediaciones del relleno. Se estima que se recupera un pequeño porcentaje de materia prima, por algunas personas “recicladores” que se dedican a esta labor, buscando en las bolsas de basura pero en condiciones inadecuadas que afectan su calidad de vida.

## 2.1. Pregunta de investigación

¿Qué residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE'S domiciliarios se generan en el municipio de Yopal (Casanare), cuál es su disposición y que conocen los habitantes del municipio sobre este tipo de materiales que se generan en sus hogares?

A partir de esta pregunta y las problemáticas antes descritas se otras preguntas de investigación, que son:

1. ¿Existe diferencias estadísticamente significativa entre el conocimiento sobre los RAEE'S de acuerdo con los estratos socioeconómicos?
2. ¿Existen diferencias estadísticamente significativa en la generación de RAEE'S por estrato socioeconómico?

3. ¿Existe diferencia estadísticamente significativa entre el periodo de tiempo que usa un celular y los estratos socioeconómicos?
4. ¿Existe diferencia estadísticamente significativa entre la disposición final de los computadores y los estratos socioeconómicos?
5. ¿Qué gestión se les da a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE'S generados en el municipio de Yopal (Casanare)?
6. ¿Cuáles son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE'S generados en los hogares del municipio de Yopal (Casanare).?
7. ¿Quiénes son los actores clave dentro de la gestión actual de los RAEE'S en el municipio de Yopal Casanare?

## 2.2. Hipótesis planteada

Para las primeras preguntas de investigación que someten la información obtenida a la prueba de Chi-cuadrado, se plantean las siguientes hipótesis:

1. HIPÓTESIS NULA: No existe diferencia significativa en el conocimiento sobre RAEE'S de acuerdo con los estratos socioeconómicos.

HIPÓTESIS ALTERNA: SI existe diferencia significativa en el conocimiento sobre RAEE'S de acuerdo con los estratos socioeconómicos.

2. HIPÓTESIS NULA: No existe diferencia significativa en la generación de RAEE'S en los cinco estratos socioeconómicos.

HIPÓTESIS ALTERNA: La generación de RAEE'S en los cinco estratos socioeconómicos es distinta, con un 95% de confiabilidad.

3. HIPÓTESIS NULA: No existe diferencia significativa entre el periodo de tiempo que se usa un celular y los estratos socioeconómicos.

HIPÓTESIS ALTERNA: Si existe diferencia significativa entre el periodo de tiempo que se usa un celular y los estratos socioeconómicos.

4. HIPÓTESIS NULA: No existe diferencia significativa entre la disposición final de los computadores y los estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%

5. HIPÓTESIS ALTERNA: No existe diferencia significativa entre la disposición final de los computadores y los estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%.

Para las preguntas 5, 6 y 7 la hipótesis es: Se cree que en los hogares del municipio de Yopal Casanare, se están produciendo residuos de aparatos eléctricos o electrónicos RAEE'S, que se están desechando con residuos ordinarios para llevarlos al relleno sanitario Macondo y no se les está realizando ningún tipo de gestión, por desconocimiento de los actores clave en el proceso de disposición final de este tipo de residuos.

### 3. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La ONU estima que el volumen de los desechos electrónicos en el mercado desde 1990 ha pasado de 19,5 millones de toneladas a 57,4 millones de toneladas en 2010 y se espera que más del triple de aproximadamente 75 millones de toneladas para el 2015 (Step 2014), por ello a nivel mundial se han desarrollado investigaciones sobre la generación y postconsumo de estos aparatos, estos se encuentran relacionados a continuación:

Greenpeace en el 2011 publicó un estudio denominado el lado tóxico de la telefonía en el que destacan la alta contaminación producida por los celulares ya que contienen metales pesados y sustancias químicas tóxicas persistentes que contaminan el medio ambiente y afectan a la salud esta entidad lanza una alarma sobre la peligrosidad de este tipo de productos y sus repercusiones para el ambiente, realiza varias advertencias sobre la inadecuada gestión.

Instituto Federal Suizo de Prueba e Investigación de Materiales y Tecnologías EMPA en el año 2011 estimó un aumento global del 5% al 10% en la generación de residuos electrónicos al año, pero no hay datos científicos o comunicados de los gobiernos disponibles para explicar la disposición de más de 6 millones de toneladas de desechos electrónicos que se generan cada año. Estos desechos no pueden desaparecer se estima que cierta, se cree que se realizan envíos ilegales

a países como China e India; ya que entre el 50% y el 80% de esta chatarra tecnológica acaba en ciudades-vertedero de China o de países en vía de desarrollo como India, Pakistán y Nigeria. Un ejemplo de ello es Guiyu, una ciudad de la provincia de Guangdong (sur de China), que se ha convertido en el mayor vertedero de basura electrónica de la Tierra. En esta urbe acaba buena parte de los residuos tecnológicos que se generan cada año en todo el planeta. De los 150.000 habitantes de Guiyu, el 95% se gana la vida abriendo y desmontando ordenadores y otros aparatos electrónicos, exponiéndose, sin ningún tipo de medida de seguridad, a numerosos componentes tóxicos, como plomo, cadmio o mercurio. Aunque China suscribió la Convención de Basilea, que prohíbe a los países desarrollados exportar su basura electrónica a las naciones en desarrollo. Sin embargo, ciertas lagunas legales permiten camuflar la chatarra bajo la fórmula de reparaciones o reciclaje. Frers, C. 2010

El Instituto Federal Suizo de Prueba e Investigación de Materiales y Tecnologías (EMPA) publicó en el 2011 un estudio denominado Where are WEee in Africa? En el que se estima que más o menos en los últimos años, al menos 250.000 toneladas de residuos electrónicos al año "ilegalmente " entraron en los puertos de los cinco países de África Occidental, este estudio demuestra un aumento en la problemática con movimiento transfronterizo de residuos.

Se están realizando importantes cambios en la gestión de los RAEEs en China, en la investigación de Hicks 2005 se explica la legislación de este país en cuanto a la recogida, reciclado y eliminación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), así como la ampliación y la privatización de la industria de procesamiento de los RAEE, sin embargo, los intentos de China para regular la industria y establecer un sistema de gestión de RAEE financieramente viable, ambientalmente benigno y seguro se enfrentan a importantes desafíos. La existencia de un amplio sector informal, combinado con la falta de conciencia ambiental entre los coleccionistas WEEE, recicladores y los consumidores, están contribuyendo a las dificultades de China en el desarrollo de un sistema de reciclado y eliminación económicamente y ecológicamente racional. Por a China sigue llegando e-Waste contaminando el medio ambiente, la salud humana y la economía.

Estados Unidos es el único país desarrollado que se ha negado a ratificar el Convenio de Basilea a través del cual se regula el traslado transfronterizo de los residuos peligrosos, según Scrap y Rezag (2003) el tráfico mundial de basura electrónica genera cada año más de 500 millones de euros, En estados Unidos los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos han aumentado en forma considerable, entre 2007 y 2008 tuvieron un incremento aproximado del 5% y en 2009 se produjeron 2,4 millones de toneladas de RAEE , al carecer de una legislación que regule la recolección y el reciclado de este tipo de residuos a nivel

nacional la basura tecnológica es enviada a rellenos sanitarios, incinerada o exportada, ocasionando daños en el medio ambiente, las empresas estadounidenses exportan los RAEE a diversos destinos sin tener en cuenta si recibirán un tratamiento adecuado y si será efectuado en las condiciones correspondientes.. En el 2010 Barack Obama, presidente del país, declaró "Actualmente, la mayoría de los productos electrónicos descartados llegan a nuestros vertederos o se exportan al extranjero, creando posibles problemas de salud y riesgos ambientales y representan una oportunidad perdida para recuperar recursos valiosos como minerales de tierras raras".

Debido a la ausencia de una ley federal para la recolección y el reciclado de RAEE, numerosos estados establecieron sus propias normas para regular su gestión, en los últimos años se han enviado al Congreso estadounidense diversas propuestas para regular la exportación de RAEE'S, sin embargo, se cree que existen escasas probabilidades de que sean consideradas. En la actualidad, 25 estados federales cuentan con una ley sobre RAEE, lo cual representa cerca del 65% de la población de los Estados Unidos. Asimismo, 16 estados prohíben que la basura electrónica sea depositada junto a los residuos domiciliarios o depositada en vertederos. Los sectores privados se han unido con algunas iniciativas como la de Consumer Electronics Association (CEA), asociación que nuclea a productores de electrónica de consumo, que inició en 2011 la eCycling Leadership Initiative, proyecto que promueve la recolección y el reciclado de RAEE. El objetivo es lograr

reunir alrededor de 454 mil toneladas de residuos electrónicos para 2016, sin embargo estas políticas no son suficientes si no se articula con las políticas gubernamentales y consumo responsable de este tipo de tecnologías. Scrap y Rezag. (2003)

En Europa la gestión de este tipo de residuos se ha organizado de la siguiente forma: se recoge por los canales habituales domésticos (Puntos limpios, como ecoparques gestionados por entidades públicas) y se recogen también a empresas particulares y/o entidades privadas a través de gestores autorizados, como pueden ser los Sistemas Integrados de Gestión. Después de pasar por un centro de almacenamiento temporal y finalmente son destinados a una planta de tratamiento que tiene autorización para gestionar estos residuos. Los procesos de tratamiento son todos manuales, es decir, se procede al desmontaje completo de los distintos elementos que componen los aparatos y posteriormente se separan en distintas partes para después darles un nuevo uso. Algunos de los componentes extraídos se siguen considerando residuos y deben ser gestionados como tal, y otros se convierten en un subproducto que puede venderse como materia prima para otra industria. En las pantallas planas hay ciertos componentes que contienen

En Latinoamérica se han realizado los siguientes proyectos:

En el año 2009 el gobierno de Chile realizó el diagnóstico de producción, importación y distribución de productos electrónicos y manejo de los equipos fuera de uso en el que se determinó que la gestión inadecuada de los residuos electrónicos, se generan cerca de 80 toneladas al año lo que ha llegado a convertirse en un problema ambiental de gran envergadura para este país.

Según el estudio de Ignacio Román 2014, la economía móvil de América Latina crece al mismo tiempo que aumenta el número de dispositivos móviles en uso y los equipos de red necesarios para sostener una infraestructura que asegure un servicio de calidad. Según la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), para 2015 habrá 7.225 kilotonnes<sup>1</sup> de artefactos eléctricos y electrónicos en la región y 74.867 kilotonnes a nivel mundial. Por ende, crece el e-waste que este crecimiento generan, algunos de los operadores de América Latina asumen voluntariamente la responsabilidad que les compete en el post-consumo con programas como: Recycle Seu Celular de Telefónica Vivo en Brasil o el Plan Gonzalo de Entel en Chile que fueron iniciados en 2006 y 2007, En Ecuador gestión Telefónica Movistar Ecuador trató 112.321 celulares, accesorios, baterías y cargadores en desuso de sus clientes en 2013, en Ecuador gestión Telefónica Movistar trató 112.321 celulares, accesorios, baterías y cargadores en desuso de sus clientes – sólo en 2013. En Brasil la operadora Oi lleva a cabo una inversión de 10 millones de dólares en cinco plantas de reciclaje de la empresa Descarte Certo, en Uruguay la operadora ANTEL donó una silla de rueda a cada institución o

---

<sup>1</sup> –un kilotón equivale a mil toneladas

individuo capaz de recolectar 25 kg de e-waste. En Panamá, Movistar recolectó 44.500 equipos y plantó 52.000 árboles a cambio.

Pero estos se tornan poco ya que permanecen aislados y enfrentan costos muy altos para tratar desechos electrónicos de los celulares, los cuales no son los únicos RAEE'S s que se producen y afectan el ambiente, además los marcos legales latinoamericanos carecen de esquemas de gestión integrada, colectiva y coordinada. Con normas muy poco rígidas y de aplicación dificultosa.

A nivel nacional se han realizado las siguientes investigaciones en torno al manejo de los residuos de Aparatos Eléctricos y electrónicos:

Los inicios de políticas e investigaciones sobre residuos peligrosos datan de 1979 cuando con la ley 9 se generan una serie de disposiciones para el almacenamiento y la disposición final de los residuos peligrosos, luego a partir de la constitución política de Colombia y de la ley 99 de 1993 se realizan otras importantes disposiciones al respecto como se muestra en el marco legal de presente texto. De acuerdo con la UNU cantidad de Residuos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) generados en Colombia entre 2009 y 2015 ascenderá a 884 mil toneladas o KT. Esto implica que en 6 años, el cúmulo de RAEE crecerá alrededor de un 40.7%

En el año 2008 el investigador Daniel ott de Empa realiza la publicación de un trabajo sobre Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares, se observa un aumento en las ventas de computadores en los años 2005, 2006 y 2007, así mismo resalta que las tendencias de las ventas van claramente hacia los computadores portátiles , el autor señala que uno de los ,as graves problemas es el crecimiento de los aparatos en desuso por la disminución de la vida útil, debido a los avances tecnológicos y las exigencias de los consumidores. Según la industria de la telefonía celular, la vida útil de un teléfono móvil ya está por debajo de los dos años (por lo menos la “primera” vida útil).

En el año 2009 el investigador Fabián Blaser publicó un estudio denominado Diagnóstico de Electrodomésticos y de Aparatos Electrónicos de Consumo en Colombia, realizado por las asociaciones Empa, Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales (CNPMLTA) y la secretaria Federal de Asuntos Económicos, Suiza (SECO), en dicho estudio el investigador concluye que urge la implementación de un sistema integral de gestión de los RAEE´S. La falta de coordinación en las actividades actuales en el ámbito de la gestión podrá obstaculizar una solución eficiente y ambientalmente amigable de la problemática y que las entidades privadas y públicas deberían tomar las riendas del asunto y acelerar su desarrollo, también explica como en la legislación colombiana existente ofrece experiencia en la aplicación del concepto de la Responsabilidad

Extendida del Productor pero un aspecto clave y a la vez preocupante por el que los fabricantes e importadores todavía se resisten a asumir esta responsabilidad fundamental, parecen ser los temas de los clones al final del día “equipos sin dueño” – y la llegada de computadores por contrabando al país. Sin este paso voluntario por parte de la industria se considera inevitable avanzar a través de obligaciones legislativos, es decir una regulación con obligaciones para los fabricantes e importadores. Una gran ventaja de una regulación nacional sin duda es que aplica para todas las empresas del sector, independiente de su disponibilidad de avanzar en el tema de manera voluntaria. Adicionalmente eso involucraría también a los fabricantes nacionales, que a pesar de ser todavía empresas pequeñas o medianas están ganando mucho mercado en los últimos años.

Otra importante investigación fue realizada sobre el impacto medioambiental de los desechos electrónicos en el sector salud privado de la ciudad de Montería, la otra cara de la tecnología (e-waste), realizado por estudiantes de la Cun en el año 2012 mostro que el 89% de las empresas privadas del sector salud de la ciudad de montería tiene un grado de poca responsabilidad con respecto al tema de los desechos electrónicos, en su mayoría aunque se tiene algún grado de conocimiento de los perjuicios que causan los componentes de estos dispositivos al medio ambiente, no se procura por tener las estrategias necesarias para contribuir al mejoramiento de este tema que es algo que se está evidenciando cada día más en el entornó. Gonzalez ed al. 2012.

En Colombia se realizan campañas de recolección de residuos electrónicos desde 2008, pero fue a partir de 2010 que se consolidaron las directrices ambientales basadas en la responsabilidad extendida del productor, los fabricantes deben hacerse cargo de los productos que pusieron en el mercado cuando su vida útil termina, para el caso de computadores y tabletas ya se han adelantado campañas de recolección, sin embargo, apenas se recoge el 25% del total de residuos generados de estos productos.

Las compañías de celulares han desarrollado políticas de gestión de RAEE'S, mediante la campaña "Recicla tu móvil o celular y comunícate con la tierra" en la que se ubicaron 155 urnas para recoger celulares, desde 2007 a 2009, se han contabilizado 378.855 baterías, 627.750 celulares y 1.993.969 accesorios gestionados. Con la inercia de aquella acción los operadores siguieron gestionando RAEE. Según datos de Belmont Trading –actual gestor de Telefónica Movistar Colombia, Claro, Tigo y Avantel– entre 2007 y 2014 se acopiaron y trataron 646 toneladas de e-waste de las cuales 185 toneladas provienen de exclusivamente de celulares, accesorios y baterías, si bien estas iniciativas son importantes, deben ser acogidas por todas las empresas productoras de este tipo de materiales. Para ello es necesario establecer una agenda verde con foco en comunicación y concientización de los usuarios, diálogo activo y continuo con entes reguladores, asociaciones y otros miembros de la industria, adopción de estándares.

En el ámbito local se han realizado los siguientes estudios respecto a residuos sólidos domiciliarios: En el año 2005 se realizó un plan de manejo de residuos sólidos domésticos en la fuente, para el área urbana del municipio de Yopal (Casanare), aunque en él se postularon varios aspectos importantes para la gestión de los residuos, este se quedó como un buen documento realizado por un grupo interinstitucional de expertos pero hasta el momento no se ha puesto en marcha en el municipio desaprovechando gran cantidad de recursos que se generan y son llevados como basuras al relleno Sanitario Macondo que en este momento está a punto de clausurarse por que ya tiene un lleno completo de trincheras.

En el 2012 se realizó un “diagnóstico de la composición y caracterización de los residuos sólidos urbanos, en la comuna I del municipio de Yopal”, en la producción percapita de 0,66 kg/habitante/día lo que lo pone el nivel de producción de residuos con las 50 ciudades más grandes del mundo, finalmente se concluyó que la composición de los residuos depende básicamente de la actividad económica de la población. Aunque los anteriores estudios muestran la problemática de RAEE’S a nivel mundial y RSD a nivel local no hay estudios que diagnostiquen el estado actual de los residuos de electrodomésticos y aparatos eléctricos en el municipio de Yopal (Casanare, éstos solamente se han trabajado de manera inicial en el campo de los Residuos sólidos de origen domestico dejando de lado los residuos no convencionales o peligrosos, que es necesario estudiar por sus efectos en el ambiente.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

Los crecientes cambios tecnológicos facilitan las tareas cotidianas desarrolladas por una sobrepoblada sociedad de consumo, esto han llevado a que las multinacionales produzcan y comercialicen electrodomésticos, videos juegos, computadoras, teléfonos celulares, entre otros, cuyos ciclos de vida se han reducido notablemente, según dicen algunos analistas esto se ha logrado a través de la obsolescencia programada de los aparatos, lo que le genera en una tasa de cambio veloz para este tipo de productos, que aumentan las ganancias de las compañías, ya que ofrecen bajos costos en estos productos, esto sumando a la constante innovación tecnológica con nuevas funcionalidades y diseños generado una rápida demanda para la adquisición de las nuevas tecnologías sin tener en cuenta lo que se hará con los residuos que quedan de los aparatos eléctricos y electrónicos, que en últimas son desechados o almacenados de forma inadecuada causando graves problemas para la salud y el entorno.

A nivel mundial se están realizando acciones para la reutilización de este tipo de productos ya que sus residuos generan graves daños en el ambiente y mediante la reutilización pueden evitar la pérdida de recursos naturales usados como materias primas que permitirán su elaboración de una manera más amigable

con el ambiente, Colombia no es ajena a esta realidad, está realizando acciones encaminadas a la recolección de manera adecuada de este tipo de residuos.

El tema de los residuos eléctricos y electrónicos en el municipio de Yopal es relevante ya que no se han realizado estudios, no hay datos ni estimaciones sobre la cantidad y cuáles son los residuos que hay actualmente en el municipio, con la publicación de la ley 1672 del 19 de julio del año 2013, se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE'S) y se dictan otras disposiciones, en dicha ley se hace énfasis en que el gobierno fomentará la formación, la investigación y el desarrollo tecnológico, orientados a una gestión integral de Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos RAEE'S; así mismo se plantea la necesidad de elaborar diagnósticos del comportamiento del sector de aparatos eléctricos y electrónicos para establecer: las características, zonificación y el flujo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE'S) en el país, es por ello que en la ciudad es importante efectuar dicho diagnóstico.

La investigación se realizara para dar respuesta a una necesidad que tiene la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Yopal E.S.P. (EAAAY), para determinar la gestión actual de los residuos de aparatos eléctricos y electromagnéticos generados en el municipio de Yopal y a partir se está diseñar elaborar y ejecutar programas y proyectos que traten sobre una gestión integral de

este tipo de residuos, involucrando a productores, comercializadores, recuperadores y usuarios de aparatos eléctricos y electrónicos, contribuyendo a minimizar sus potenciales impactos sobre el ambiente y la salud, cerrando adecuadamente el ciclo de vida de los productos y mejorando las condiciones de vida de aquellas personas que trabajan directamente con estos materiales.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. Objetivo General

Analizar la generación y disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE´S domiciliarios en el municipio de Yopal (Casanare).

### 5.2. Objetivos Específicos

- ✓ Evidenciar la magnitud de la problemática de RAEE de origen doméstico en el municipio de Yopal a fin de promover que el sector se sensibilice con la situación y reconozca las oportunidades que podría haber en la gestión adecuada de RAEE.
- ✓ Determinar la generación de residuos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Yopal (CASANARE), caracterizando los RAEE´S producidos en hogares en diferentes estratos socioeconómicos.
- ✓ Indagar y reproducir esquemáticamente las prácticas realizadas en la ciudad con los RAEE´S y establecer las consecuencias ambientales de una gestión inadecuada.

- ✓ Investigar el papel de las empresas prestadoras del servicio de Aseo respecto a la gestión de los RAEE´S en el municipio de Yopal.
- ✓ Investigar sobre la gestión realizada por las empresas comercializadoras de equipos eléctricos y electrónicos en el municipio de Yopal.
- ✓ Aportar elementos teóricos para la construcción para un programa de gestión de RAEE en el municipio de Yopal Casanare.
- ✓ Analizar las condiciones de trabajo de los recuperadores del municipio de Yopal que realizan recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

## 6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 6.1. Definición de residuo de aparato eléctrico o electrónico

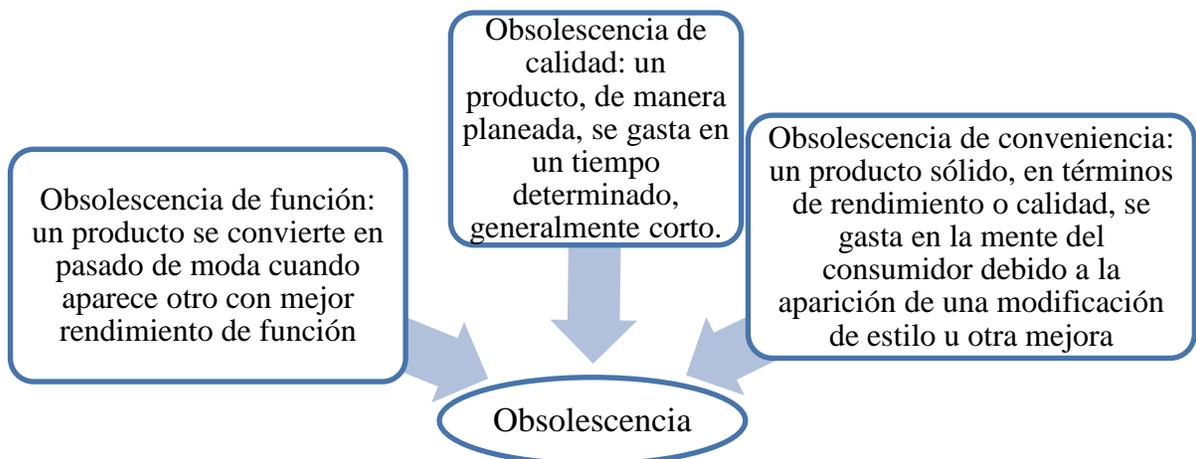
El término se refiere los residuos que provienen de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) dañados, descartados u obsoletos que consumen electricidad. Incluye una amplia gama de aparatos como computadores, equipos electrónicos de consumo, celulares y electrodomésticos que ya no son utilizados o deseados por sus usuarios. Los residuos de aparatos eléctricos son conocidos en inglés como e-waste, una versión más práctica del término oficial de la Unión Europea: WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), cuya sigla en español es RAEE'S (residuos de aparatos eléctricos o electrónicos). Ministerio de ambiente 2010.

También se consideran los residuos de aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos y que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1000 voltios en corriente alterna y 1500 voltios en corriente continua, (Ministerio de ambiente 2010). Este término comprende todos aquellos componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte del producto en el momento en que se desecha, incluye una amplia gama de aparatos

como computadores, equipos electrónicos de consumo, celulares y electrodomésticos que ya no son utilizados o deseados por sus usuarios.

## 6.2. Obsolescencia de aparatos eléctricos y electrónicos

La obsolescencia es un término que se refiere a la vida útil, o valor de uso, de un artefacto o servicio en función del tiempo y en el contexto económico se asocia con la depreciación. El concepto de costo del empobrecimiento de la calidad de la mercancía se ha adoptado rápidamente con la intención de lograr una mayor ganancia, y se ha impuesto como medida de la vida útil de un artículo, agregando que la obsolescencia puede ser sentida por el consumidor como un problema o una garantía de calidad. (V. Batista de Andrade 2007 citado por vega 2012) La obsolescencia técnica o funcional implica que la tecnología cumpla con su servicio, asociado a un producto y a sus variables cruciales (como el buen diseño industrial, la sencillez y la comodidad). Para (V. Cavaller y E. Serradell citado por vega 2012), según los autores las empresas buscan la circulación de sus mercancías mediante tres conceptos:



Según Vega 2012 el creciente desarrollo tecnológico, con su avasallante oferta de dispositivos y servicios, unido a la táctica de obsolescencia programada, necesariamente trae como consecuencia un volumen inusitado de basura tecnológica que en ocasiones no tiene un tratamiento adecuado y conlleva un grave riesgo ecológico. Es valioso hacer un alto en el camino para reflexionar sobre este aspecto a partir de temas como el consumismo, el reciclaje y la reutilización por ello es necesario pensar en alternativas a este tipo de problemáticas ambientales.

Según un GREENPEACE 2011 el promedio de vida útil de una computadora de escritorio es de 5 años y de un portátil de 3 años, así mismo se cree que el promedio la vida útil de un teléfono celular es de 24 meses, de una lavadora es de 10 años, las baterías se dañan a los 18 meses de ser compradas, una bombilla dura mil horas pudiendo durar 1500 horas. El documental "Comprar, tirar, comprar" dirigido por Cosima Dannoritzer en el se revela como la obsolescencia programada es el motor de la economía moderna ya que se basa en la reducción deliberada de la vida de un producto para incrementar su consumo, mejorando la venta de productos y servicios. En dicho documental la directora realiza una narración histórica de como las empresas reducen de manera deliberada la vida útil de un producto para incrementar su consumo (la llamada "obsolescencia programada) porque, como ya publicaba en 1928 una influyente revista de publicidad norteamericana, "un artículo que no se desgasta es una tragedia para los negocios".

El documental es el resultado de tres años de investigación, hace uso de imágenes de archivo poco conocidas; aporta pruebas documentales y muestra las desastrosas consecuencias medioambientales que se derivan de esta práctica. También presenta diversos ejemplos del espíritu de resistencia que está creciendo entre los consumidores y recoge el análisis y la opinión de economistas, diseñadores e intelectuales que proponen vías alternativas para salvar economía y medio ambiente. Lo más atroz son las imágenes de un país africano como Ghana que acoge falsamente mercancía de segunda mano que no es más que todo lo que desechamos con tanta agilidad, convirtiéndolo en el basurero electrónico del primer mundo. Mestreacta. 2010.

### 6.3. Clasificación De Los RAEE'S

Son varias las clasificaciones que se han realizado de este tipo de elementos según la Unión Europea sobre RAEE'S, 2002, se pueden clasificar en 10 categorías que se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 1: Categorías de clasificación de los RAEE'S

N	CATEGORÍAS	ELEMENTOS	EJEMPLO
1	Grandes electrodomésticos	Neveras, congeladores, lavadoras, lavaplatos.	

N	CATEGORÍAS	ELEMENTOS	EJEMPLO
2	Pequeños electrodomésticos	Aspiradoras, planchas, secadores de pelo.	
3	Equipos de informática y telecomunicaciones	Procesadores de datos centralizados (minicomputadoras, impresoras), y elementos de computación personal (computadores personales, computadores portátiles, fotocopiadoras, telex, teléfono.).	
4	Aparatos electrónicos de consumo	Aparatos de radio, televisores, cámaras de vídeo.	
5	Aparatos de alumbrado	Luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad.	
6	Herramientas eléctricas y electrónicas	Taladros, sierras y máquinas de coser	
7	Juguetes, equipos deportivos y de tiempo libre	Trenes y carros eléctricos, consolas de vídeo y juegos de vídeo.	
8	Aparatos médicos	Aparatos de radioterapia, cardiología, diálisis.	
9	Instrumentos de medida y control	Termostatos, detectores de humo o reguladores de calor	
10	Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas calientes, botellas, latas o productos sólidos	

Fuente: Unión Europea 2002 (citado por *Dirección General de Calidad Ambiental Valencia*)

Otra clasificación usada para los RAEE´S comprende su división desde la perspectiva de la gestión y el manejo de los respectivos residuos, se propone aplicar la clasificación que se presenta en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2: Las 5 categorías de los RAEE´S desde el reciclaje

<b>N</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>EJEMPLOS</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>
1	Aparatos destinados a la refrigeración	Neveras, congeladores, otros refrigerantes.	Requieren un transporte seguro (sin roturas) y el consecuente tratamiento individual.
2	Electrodomésticos grandes y medianos (menos equipos de la categoría 1)	Todos los demás electrodomésticos grandes y medianos	Contienen en gran parte diferentes metales y plásticos que pueden ser manejados según los estándares actuales
3	Aparatos de iluminación	Tubos fluorescentes, bombillos.	Requieren procesos especiales de reciclaje, valorización o disposición final.
4	Aparatos con monitores y pantallas	Televisores, monitores TRC, monitores LCD	Los tubos de rayos catódicos requieren un transporte seguro (sin roturas) y el consecuente tratamiento individual.
5	Otros aparatos eléctricos y electrónicos.	Equipos de informática, oficina, electrónicos de consumo, electrodomésticos de la línea marrón (excepto los mencionados en categorías anteriores)	Están compuestos en principio de los mismos materiales y componentes y por consiguiente requieren un tratamiento de reciclaje o valorización muy semejante

Fuente: RAEE´S.org.co. 2013.

Otra clasificación usada para los RAEE'S desde la perspectiva de su comercialización comprende su división en tres líneas, denominadas mediante colores, de la siguiente forma Tabla 3.

Tabla 3: Clasificación de los RAEE'S desde la comercialización

Línea blanca	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todo tipo de electrodomésticos grandes y pequeños, como por ejemplos neveras, lavadoras, lavavajillas, hornos y cocinas</li></ul>
Línea gris	<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipos informáticos (computadores, teclados, ratones) y de telecomunicaciones (teléfonos móviles, terminales de mano o portátiles).</li></ul>
Línea marrón	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todos los electrónicos de consumo como televisores, equipos de sonido y de vídeo.</li></ul>

Fuente: RAEE'S.org.co. 2013.

#### 6.4. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el ambiente

Los aparatos eléctricos y electrónicos contienen más de 1000 sustancias diferentes, muchas de las cuales son tóxicas, como plomo, mercurio, cromo hexavalente y retardantes de flama, estudios de la Unesco estiman que cerca de 70% de los metales pesados (mercurio y cadmio) en los vertederos de Estados Unidos proviene de desechos electrónicos, los residuos de aparatos electrónicos constituyen cerca de un 40% del plomo que hay en los vertederos de EEUU. Los componentes que se encuentran en los electrodomésticos necesitan un

tratamiento especial para prevenir el impacto negativo en la salud humana y el medioambiente.

Según el Ministerio de Medio Ambiente (2010), con los RAEE'S se pueden presentar dos situaciones diferentes, la primera en la que se consideran un riesgo para el ambiente y la segunda una oportunidad de negocio dado el contenido de materiales valiosos y peligrosos. Si bien las sustancias peligrosas no representan un riesgo durante la fase de utilización de los equipos, pueden ser perjudiciales cuando entran en desuso, específicamente cuando son sometidos a procesos de desensamble en condiciones no adecuadas en las cuales no se tenga en cuenta su potencial peligro.

Algunos elementos que generan daños en la salud de las personas, entre los más comunes está el plomo que se encuentra en tubos de rayos catódicos (TRC), el cadmio, los retardantes de llama bromados en plásticos y el mercurio en la luminaria de las pantallas planas son sólo algunos de los ejemplos de sustancias peligrosas que pueden poner en peligro la salud de las personas, las cuales se muestran la tabla 4, los estudios demuestran que las personas pueden contraer enfermedades por el berilio incluso muchos años después de la última exposición, el cadmio también demuestra el riesgo de efectos acumulativos en el medio ambiente por su aguda y crónica toxicidad.

Los aparatos electrónicos y eléctricos han sido fabricados con materiales peligrosos que son perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente si no se eliminan correctamente, algunas sustancias en su forma de origen natural no son perjudiciales pero pueden formar compuestos con otras sustancias o reaccionar al contacto con ellas y tornarse peligrosos, en la Tabla 4 se relaciona la peligrosidad de algunas sustancias tóxicas que se encuentran en aparatos eléctricos y electrónicos.

Tabla 4: Sustancias Nocivas que se encuentran en los RAEE'S

SUSTANCIAS	PRESENTES EN	CONSECUENCIAS PARA LA SALUD
Compuestos halogenados:		
<b>PCB</b> <b>(policloruros de bifenilo)</b>	Líquidos dieléctricos de los condensadores de capacidad y de transformadores. Líquidos de intercambio térmico Pegamentos y plásticos	Causan cáncer en los animales. Graves efectos de salud en los animales, por ejemplo al sistema inmunitario, reproductivo y nervioso. Presenta bioacumulación en los tejidos grasos debido a su alta solubilidad lipídica y su baja velocidad de metabolismo, los PCB's).
<b>Retardantes de llama bromados (RLB's)</b>  <b>TBBA</b> <b>(tetrabromo-bifenol-A)</b> <b>PBB</b> <b>(polibromo bifenilos)</b> <b>PBDE</b>	Placas de circuito y carcasas ya que ayudan que los materiales, como plásticos y textiles, se vuelvan más resistentes a llamas	Se pueden encontrar en polvos y el aire mediante migración y evaporación de plásticos. La combustión de carcasas halogenados y placas de circuito a temperaturas bajas despiden emisiones tóxicas como dioxinas que pueden causar graves desórdenes hormonales.

SUSTANCIAS	PRESENTES EN	CONSECUENCIAS PARA LA SALUD
(polibromo difenilo éteres)		
<b>Chlorofluorocarbuos (CFC)</b>	Unidades de refrigeración y espumas aislante	Al emitir a la atmósfera se acumulan en la estratosfera y dañan la capa de ozono. Esto resulta en una frecuencia elevada de cáncer de piel en los humanos y en daños genéticos en muchos organismos.
<b>PVC (policloruro de vinilo)</b>	Plástico más usado en cables, se encuentra por ejemplo en aparatos electrónicos, electrodomésticos, tubos, tapicería.	PVC es tóxico. Contiene hasta el 56 % de cloro que al ser quemado produce gran cantidad de cloruro de hidrógeno. Este se combina con agua para formar una forma de ácido clorhídrico extremadamente tóxico y provoca problemas de respiración al ser inhalado.
<b>Metales pesados y otros metales:</b>		
<b>Arsénico</b>	Elemento metálico tóxico el cual se encuentra sobretodo en polvos y sustancias solubles	Una exposición crónica al arsénico puede provocar varias enfermedades de piel y reducir la velocidad de conducción de los nervios. Puede causar cáncer de pulmón. Tanto el arsénico como sus compuestos son extremadamente venenosos
<b>Bario</b>	Bujías, lámparas fluorescentes y en los "getters" de los tubos vacíos.	En su forma pura es altamente inestable y forma óxidos tóxicos en contacto con el aire. Una exposición al bario a corto plazo puede causar hinchazón del cerebro, debilidad de los músculos, daños de corazón, hígado y bazo. Experimentos con animales demuestran que una exposición a largo plazo eleva la presión de la sangre y provoca cambios en el corazón. Los efectos que bario tiene a largo plazo a la salud humana todavía no se conocen por falta de datos.
<b>Berilio</b>	Cajas de suministro	Cancerígeno humano

SUSTANCIAS	PRESENTES EN	CONSECUENCIAS PARA LA SALUD
	eléctrico	Puede causar cáncer de pulmón. Personas que están expuestas al berilio constantemente, incluso a cantidades pequeñas, y que se vuelven insensibles pueden contraer lo que se llama <i>Enfermedad Crónica del Berilio</i> (beryllicosis), una enfermedad que ante todo afecta los pulmones. La exposición al berilio también causa un tipo de enfermedad de piel que se caracteriza por la curación lenta de heridas.
<b>- Cadmio</b>	Baterías NiCd recargables, capa fluorescente (monitores TRC), tintas de impresoras y toners, fotocopiadoras ("printer drums")	Graves impactos a los riñones. El cadmio se adsorbe a través de la respiración pero también en la comida. Debido a su larga vida media el cadmio puede fácilmente ser acumulado en cantidades que provocan síntomas de intoxicación. La exposición aguda a gases de cadmio causa síntomas parecidos a la gripa como debilidad, fiebre, dolor de cabeza, escalofrío, sudor y dolor muscular. Los daños principales de salud de una exposición a largo plazo son cáncer de pulmón y perjuicios de los riñones. Además se cree que el cadmio causa enfisema pulmonar y enfermedades óseas (osteomalacia y osteoporosis).
<b>Cromo VI</b>	Data tapes, floppy-disks El cromo y sus óxidos se utilizan ampliamente por su alta conductividad y sus características anticorrosivas.	Fácilmente adsorbido en el cuerpo humano y puede provocar varios efectos tóxicos en las células. La mayoría de los compuestos del cromo (VI) son irritantes para los ojos, la piel y membranas. La exposición crónica a los componentes del cromo (VI) puede causar daños en los ojos y de la ADN.
<b>Plomo</b>	Monitores TRC, baterías, placas de circuito (PWB). El	La exposición a corto plazo puede causar vómito, diarrea, convulsiones, coma o incluso la muerte. Otros síntomas son

<b>SUSTANCIAS</b>	<b>PRESENTES EN</b>	<b>CONSECUENCIAS PARA LA SALUD</b>
	<p>plomo es el quinto más utilizado metal después de hierro, aluminio, cobre y zinc. Es comúnmente usado en la industria eléctrica y electrónica en soldaduras, baterías ácido-plomo, componentes eléctricos, cubiertas de cables, el vidrio de los tubos de rayos catódicos (TRC) etc.</p>	<p>pérdida de apetito, dolor abdominal, estreñimiento, cansancio, insomnio y dolor de cabeza. La exposición continua, por ejemplo en procesos industriales, puede afectar los riñones. Es especialmente peligroso para niños y jóvenes por lo que puede perjudicar las conexiones nerviosas y causar daños cerebrales y sanguíneos.</p>
<b>Litio</b>	<p>Baterías de litio</p>	<p>Están fabricadas con materiales inflamables que las hacen propensas a detonaciones o incendios, por lo que es necesario dotarlas de circuitos electrónicos que controlen en todo momento su temperatura.</p>
<b>Mercurio</b>	<p>Lámparas fluorescentes en LCD's, en ciertas baterías alcalinas y switches con mercurio Es un metal pesado tóxico que se bioacumula causando daños cerebrales y hepáticos. En los aparatos eléctricos y electrónicos el mercurio se concentra sobre todo en las baterías, algunos switches y termostatos, como</p>	<p>Es uno de los metales más tóxicos que todavía se utiliza ampliamente en los productos eléctricos y electrónicos.</p>

SUSTANCIAS	PRESENTES EN	CONSECUENCIAS PARA LA SALUD
	también en lámparas fluorescentes.	
<b>Níquel</b>	Baterías NiCd y NiMH recargables, pistola de electrones en TRC	
<b>Elementos raros (Ytrio, Europio)</b>	Capa fluorescente (monitores TRC)	
<b>Selenio</b>	Fotocopiadoras viejas ("photo drums")	La exposición a concentraciones altas de compuestos de selenio causa selenosis. Las síntomas principales de la selenosis son la pérdida de cabello, la fragilidad de uñas y anomalías neurológicas (como por ejemplo entumecimiento y otras sensaciones raras en las extremidades).
<b>Sulfuro de zinc</b>	Interior de monitores TRC, mezclado con metales raros	
<b>Sustancias radio-activas</b>		
<b>Americio</b>	Medical equipment, fire detectors, active sensing element in smoke detectors	
<b>Otros:</b>		
<b>Polvo de tóner</b>	Cartuchos de tóner para impresoras láser /fotocopiadoras	

Fuente. RAEE´S. org.co. 2013. Ampliada por el autor con información tomada de Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades ATSDR. .

#### 6.5. Gestión de los RAEE´S

Los RAEE´S también son recursos, las materias primas de los residuos electrónicos son recuperables, tales como metales preciosos, semipreciosos, plásticos y vidrios. Según Soderstrom 2004 citado por la Unesco 2010, en 1

tonelada de residuos electrónicos se pueden encontrar hasta 0,2 toneladas de cobre, que puede venderse en alrededor de \$1 431 000, al precio mundial actual. La proporción de los metales preciosos contenidos en los desechos electrónicos es importante: se estima que en los 230 millones de computadores y los 1.000 millones de teléfonos celulares vendidos en el 2006, las cantidades de oro y plata pueden llegar aproximadamente a 70 toneladas y 535 toneladas respectivamente, lo que para cada uno de estos metales corresponde a cerca del 3 % de la producción minera mundial; para el paladio estas cifras incluso llegan a 18 toneladas, o un 12%, es por ello que se considera que los desechos electrónicos representan una cantidad importante de material para la utilización que le sirve al ambiente ya que disminuye la explotación de estos recursos naturales.

Según el documento de Daniel ott & Empa 2008 en Colombia, el reusó de aparatos eléctricos y electrónicos es algo muy común. Debido a sus costos relativamente altos, los equipos de línea blanca, marrón y gris que entran en desuso están reutilizados en otra parte o regalados a miembros de la familia o a terceros. Así por ejemplo los electrodomésticos pueden ser llevados a otros lugares como las fincas u otras partes de la casa donde cumple con su segunda vida, los celulares son regalados a otros miembros de la familia si aún sirven o en muchas ocasiones se manda arreglar ya que hay varios negocios que ofrecen servicios técnicos y actualizaciones que permiten que estos aparatos vuelvan a funcionar, o el televisor de la sala se va para el dormitorio. O el celular viejo se

regala a los hijos o se vende a un conocido. Todos estos mecanismos son prácticas de re uso, muchas veces, pero no necesariamente intrafamiliar.

Se ha documentado en varios estudios que el desensamble de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en los países en desarrollo se realiza principalmente por personas de bajos recursos económicos, sin ningún tipo de medidas de seguridad industrial. Un estímulo adicional para estas inadecuadas prácticas es el aumento de los precios de los metales, en particular de cobre, níquel, oro, plata, hierro y aluminio. Estos metales pueden ser extraídos y vendidos localmente para ser exportados a los mercados globales.

Según el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia la gestión adecuada de los RAEE'S se divide en las siguientes etapas que son explicadas en el manual Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Publicado por el Ministerio de Medio Ambiente. Cada uno de los pasos de la tabla 4 se explica en la guía del Ministerio de Medio Ambiente.

Tabla 5: Pasos para la gestión integral de los RAEE'S



Fuente: Autor información tomada Ministerio de Medio Ambiente.

### ***Reciclaje de RAEE en el proceso de gestión***

El proceso de reciclaje de RAEE permite la recuperación de metales y/o materiales escasos que sirven de materia prima para la producción de los AEE, cuya extracción es altamente contaminante. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Iniciativa Step en su reporte “Reciclando: de los RAEE a los Recursos” (“*Recycling-From E-Waste to Resources*”) recalca la importancia del reciclaje para el control de la contaminación ambiental proveniente de los materiales peligrosos contenidos en los RAEE. El estudio aclara que los aparatos eléctricos modernos pueden contener hasta 60 tipos de elementos diferentes; unos con valor, otros de carácter peligroso o ambos. Por esto, los AEE

son la mayor fuente de consumo de muchos metales preciosos y especiales, lo que los convierte en un importante contribuidor a la demanda de metales a nivel mundial. (Step, 2009 citado por UIT 2015)

En el reciclaje de RAEE se desarrollan las siguientes actividades ilustración 1, como resultado de esta cadena, se obtienen componentes separados o fracciones de materiales que pueden volver a introducirse en el mercado para su reutilización y/o ser fuente de materia prima para otros procesos. (Step, 2009 citado por UIT 2015).

Ilustración 1. Cadena de reciclaje de RAEE 'S



Fuente: Step, 2009 citado por UIT 2015.

### *Minería Urbana*

El reciclaje de RAEE se desarrolla de manera formal e informal. Los países desarrollados aunque realizan procesos de reciclaje controlados, lo que se recolecta en ocasiones es enviada de manera ilegal a países en vías de

desarrollo como China, India, Ghana o Nigeria para re-uso y reciclaje en su mayoría informal, por trabajadores informales para obtener materiales valiosos a través de técnicas rudimentarias que causan problemas de contaminación y afección a la salud, obteniendo materiales de valor como el cobre o el oro convirtiéndose en una fuente de ingreso en el sector informal de países en vías de desarrollo o con economías emergentes. Estos procesos de reciclaje informal, han introducido el concepto de la “*minería urbana*”, que define la actividad de hurgar en los desechos electrónicos para recuperar minerales y otros componentes con el fin de ser reutilizados. Si bien esta actividad podría ser lucrativa y bastante productiva en aquellos países donde ya se ha instaurado como industria, se deben tomar en cuenta los riesgos asociados a la salud y al medio ambiente de procesos informales y no controlados. (Step, 2009 citado por UIT 2015.)

## 7. MARCO LEGAL

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se encuentran reglamentados a nivel mundial y nacional. A nivel mundial algunos países han firmado convenios que reglamentan este y otros tipos de residuos considerados peligrosos y son:

Convenio de Basilea: trata sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, fue diseñado para reducir los movimientos de residuos peligrosos entre las naciones, y en concreto para evitar la transferencia de residuos peligrosos de países desarrollados (ricos) a los países menos adelantados (pobres), quiere reducir al mínimo la cantidad y toxicidad de los residuos generados, para asegurar su manejo ambientalmente racional en la mayor medida posible dentro de la fuente de generación, y para ayudar en la gestión ambientalmente racional de los desechos peligrosos y otros desechos que se generan, fue firmado en 1989, y entró en vigor 1992 De las 175 Partes en la Convención, sólo Afganistán, Haití y Estados Unidos aún no la han ratificado, Colombia firmo el convenio de Basilea y lo adopto mediante la ley 253 de 1996.

Protocolo de Montreal: Tratado internacional diseñado para proteger la capa de ozono reduciendo la producción y el consumo de numerosas sustancias

que se ha estudiado que reaccionan con el ozono y se cree que son responsables del agotamiento de la capa de ozono, entró en vigor el 1º de enero de 1989. Colombia comenzó a hacer parte del Protocolo de Montreal a partir de la expedición de la Ley 29 de 1992.

Colombia ingresó oficialmente como parte del Convenio de Viena mediante la aprobación de la Ley 30 del 5 de marzo de 1990.

Convenio de Rotterdam: sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional, promueve los esfuerzos internacionales para proteger la salud humana y el medio ambiente, asimismo permite a los países decidir si quieren importar productos químicos y plaguicidas peligrosos enumerados en la Convención. Actualmente Colombia participa activamente los procesos de negociación y está trabajando conjuntamente con las autoridades nacionales designadas (Instituto Colombiano Agropecuario y Ministerio de Salud y de la Protección Social), dicho convenio está reglamentado por la ley 1159 del 2007.

En Colombia los RAEE´S están reglamentada según la Constitución Política que consagra el derecho colectivo a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales a fin de garantizar su desarrollo

sostenible, su conservación, restauración o sustitución y prevenir los factores de deterioro ambiental, además de esta existen otras normas que reglamentan los RAEE'S y son:

Ley 1672 del 19 de julio de 2003 quien orienta que los responsables de la gestión integral de residuos sólidos son el gobierno, los productores, los consumidores y los gestores, en su orden sus responsabilidades son descritas en la tabla 6.

Tabla 6 Responsabilidades de los actores de RAEE'S en Colombia

ACTOR	RESPONSABILIDADES
<i>Gobierno</i>	<p>Garantizar un medio ambiente saludable</p> <p>Diseñar una política pública para la gestión integral de RAEE'S</p> <p>Ordenar a los productores a establecer de manera directa (o a través de ' terceros que actúen en su nombre) sistemas de recolección y gestión ambientalmente segura de los residuos generados por sus productos una vez estos han finalizado su Vida útil.</p> <p>Generar espacios de concertación, participación y socialización a fin de promover una gestión integral para los RAEE'S</p> <p>Establecer los mecanismos de inspección, vigilancia y control a los diferentes actores que intervienen en la gestión y manejo de RAEE'S.</p> <p>Apoyar mediante estrategias integrales de educación ambiental la promoción de la gestión ambientalmente segura de los RAEE'S.</p> <p>Establecer estímulos a los gestores de RAEE'S que formen parte de la cadena de la gestión integral de los mismos y fomenten su aprovechamiento y/o valorización</p> <p>Establecer las acciones, procedimiento y sanciones pertinentes a productores, comercializadores y usuarios que no contribuyan a una gestión integral de RAEE'S</p> <p>Realizar actividades de divulgación, promoción y educación que orienten a los usuarios de aparatos eléctricos y electrónicos, sobre los sistemas de recolección y gestión de los residuos de estos</p>

ACTOR	RESPONSABILIDADES
	<p>productos y sus obligaciones.  Llevará un registro de los productores y comercializadores permanentes o esporádicos, de aparatos eléctricos y electrónicos, con el fin de promover el control de la adopción de los sistemas nacionales de recolección y gestión de los residuos de estos productos  Facilitará a los productores, a través de su política fiscal y aduanera, la transición o migración a materiales ecológicamente amigables  Establecer los lineamientos y requisitos que deberán tener los sistemas de recolección y gestión de RAEE´S  Establecer un mecanismo de información, a través del Sistema de Información Ambiental del país, sobre la generación y manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE´S).</p>
Productores	<p>Establecer de manera directa (o a través de ' terceros que actúen en su nombre) sistemas de recolección y gestión ambientalmente segura de los residuos generados por sus productos una vez estos han finalizado su Vida útil  Desarrollar sistemas de recolección y gestión de los residuos de los productos puestos en el mercado  Priorizar alternativa de aprovechamiento o valorización de los RAEE´S  Gestionar o manejar los RAEE´S solo con empresas que cuenten con la respectiva licencia, permiso o autorización ambiental.  Brindar la información necesaria para el desmontaje e identificación de los distintos componentes y materiales a fin de incentivar el re uso y facilitar su reciclaje  Informar a los usuarios de sus productos, los parámetros para una correcta devolución y gestión de los RAEE´S  Disminuir el impacto ambiental de sus productos mediante estrategias de reducción y sustitución de presencia de sustancias o materiales peligrosos en sus productos  Diseñar estrategias para lograr la eficiencia de la devolución, recolección, reciclaje y disposición de los RAEE´S  Desarrollar campañas informativas y de sensibilización sobre la retoma y gestión adecuada de los RAEE´S  Aceptar la devolución de los RAEE´S por parte del usuario final, sin costo alguno  Informar cuando el aparato contenga componente o sustancias nocivas para la salud o el medio ambiente.  Brindar información a los usuarios finales sobre la prohibición de disponer RAEE´S junto con los residuos sólidos domésticos</p>
Comercializador	Brindar apoyo técnico y logístico al productor, en la recolección y

ACTOR	RESPONSABILIDADES
	gestión ambientalmente segura de los residuos de estos productos.
<i>Usuario o consumidor</i>	Entregar los residuos de estos productos, en los sitios que para tal fin dispongan los productores o terceros que actúen en su nombre. Asumir su corresponsabilidad social con una gestión integral de RAEE'S, a través de la devolución de estos residuos de manera voluntaria y responsable de acuerdo con las disposiciones que se establezcan para tal efecto. Reconocer y respetar el derecho de todos los ciudadanos a un ambiente saludable
<i>Gestores</i>	Cumplir con los estándares técnicos ambientales establecidos para la recolección y gestión de los RAEE'S. Garantizar el manejo ambientalmente seguro de los RAEE'S Garantizar un manejo ambientalmente adecuado de los RAEE'S

FUENTE: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE 2003. Adaptada por el autor

El Ministerio de Medio Ambiente también ha expedido otras normas para la gestión de RAEE'S que son

- RESOLUCIÓN 1512 DE 2010 que establece los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos y se adoptan otras disposiciones, en dicha norma se establece como obligación de los productores:

- RESOLUCIÓN 1297 DE 2010 "Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones" .Resolución 1511: equipo de iluminación y electrodomésticos.

- Decreto 4741 'Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral Plan Post-consumo

Actualmente se trabaja en acuerdos de concertación y mesas de trabajo con sectores telefonía móvil y bombillas, ya que hasta el momento estas no se han reglamentado

---

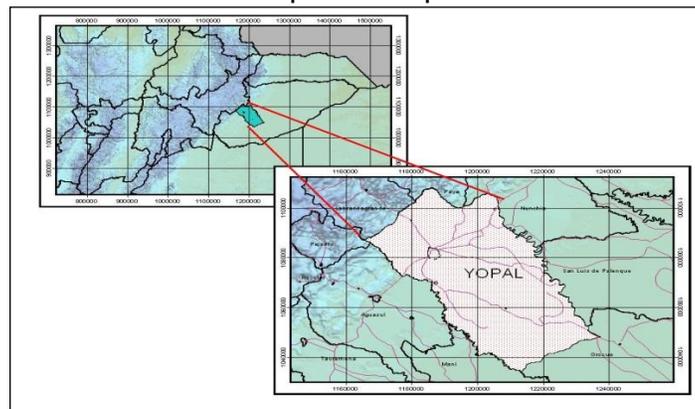
## 8. DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación baso su metodología en la necesidad que tiene la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Yopal E.S.P. EAAAY para determinar la composición y las características de los residuos de aparatos eléctricos y electromagnéticos generados en el municipio de Yopal.

### 8.1. Lugar y objeto de estudio.

La investigación se desarrolló en la ciudad de Yopal, se encuentra localizado en el departamento de Casanare entre las coordenadas  $4^{\circ} 54'$  y  $5^{\circ}.34'$  de latitud norte y entre  $72^{\circ} 35'$  y  $71^{\circ}56'$  de longitud oeste. Su casco urbano se localiza en las coordenadas Lat. N  $5^{\circ} 21'$  y Long. W  $72^{\circ} 24'$ . En la figura 2 se muestra la localización general del municipio de Yopal.

Ilustración 2: Localización del municipio de Yopal



Fuente: Plan de gestión integral de residuos sólidos, tomado de Cartografía

DANE, adaptada por el consultor.

Ilustración 3: Mapa satelital de Yopal



Fuente: Google maps. 2014.

Cuenta con una población de 104.110 habitantes en el área urbana y 15.582 en el área rural, según censo DANE 2009. El área urbana del municipio de Yopal mantiene la división en cinco (5) comunas: Comuna I: Ciro Reina, Comuna II: Calixto Zambrano, Comuna III: Clelia Riveros De Prieto, Comuna IV: Ciudad Campiña, Comuna: V Javier Manuel Varas Granados.

## 8.2. Tipo de investigación.

La presente investigación es de tipo empírico analítico, de carácter descriptivo, ya que se trabajó sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Esta puede incluir los siguientes tipos de estudios: Encuestas, Casos, Exploratorios, Causales, De Desarrollo, Predictivos, De Conjuntos, De Correlación, el tipo de investigación descriptivo no experimental, cuantitativa, longitudinal que permitirá ordenar el resultado de las observaciones de las conductas, las características, los factores, los procedimientos y otras variables de fenómenos y realizados por los usuarios de la empresa de aseo con los RAEE'S. Este tipo de investigación no tiene hipótesis exacta, se fundamenta en una serie de análisis y pruebas para llevar a cabo en los sectores residencial, comercial y de los recuperadores, en este sentido se presentan varias hipótesis y se efectúa el análisis estadístico de Chi Cuadrado con base en hipótesis nula e hipótesis alterna. Según Hernández Ed al. 2003 La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice.

Los datos obtenidos fueron analizados sometiéndolos a las pruebas Chi-Cuadrado, un grupo de contrastes de hipótesis que sirven para comprobar afirmaciones acerca de las funciones de probabilidad de una o dos variables aleatorias

Por ello los instrumentos e análisis se desarrollaron de tal manera que permitieron recolectar información importante sobre la gestión de RAEE'S en el municipio de Yopal.

### 8.2.1. Población y muestra

La población a intervenir se dividida en dos tipos diferentes: los productores de RAEE'S o habitantes del municipio y los recuperadores para cada una de estas poblaciones se seleccionó una muestra aleatoria simple, para determinar el tamaño de la muestra se tomó la siguiente formula:

$$n' = \frac{n_0}{1 + \left(\frac{n_0 - 1}{N}\right)}$$

Donde

$$n_0 = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde

$N$ : Tamaño de la población

$n'$ : Tamaño de la muestra de una población conocida

$n_0$ : Tamaño de la muestra de una población que no se conoce su tamaño

$z$ : Nivel de confianza

$e$ : Error máximo permitido

$p$ : Porcentaje (%) de casos favorables.

$q$ : Porcentaje (%) de casos desfavorables.

Al despejar la formula se halla el tamaño de la muestra para las poblaciones:

- Muestra para la población de 16500 suscriptores de aseo de la EAAAY, con un nivel de confianza del 95%, con una precisión del error de 0,07% y valores de  $p$ : 0.5 y  $q$ : 0.5, el tamaño de la muestra es de 194 usuarios.
- Muestra para la población de 164 recuperadores, con un nivel de confianza del 95%, con una precisión del error de 0,1% y valores de  $p$ : 0.5 y  $q$ : 0.5, el tamaño de la muestra es de 60 recuperadores.

Del mismo modo se realizaron entrevistas a las empresas recolectoras de residuos sólidos; la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal E.I.C.E.-E.S.P y aseo urbano s.a.s e.s.p de la ciudad con quienes se analizaron las estrategias realizadas para la recolección de este tipo de residuos

También se realizaron encuestas a 50 casas comercializadoras de los aparatos, eléctricos y electrónicos no se pudo determinar una muestra para este tipo de almacenes ya que no hay un dato confiable de la población, debido a que todos los almacenes no se encuentran con los registros en la cámara de comercio,

para determinar los volúmenes de compra de los ciudadanos y las preferencias en cuanto a la compra de sus electrodomésticos.

### 8.3. Procedimiento

Para efectuar el diagnóstico se dividió el trabajo en las siguientes fases: Plan o diseño de la investigación, Selección de muestra, Recolección y análisis de datos, Codificación y edición de la información y finalmente, la Presentación de resultados.

#### *8.3.1. Fase plan o diseño de la investigación*

Durante ésta fase, se revisaron, documentos relacionados con la problemática de los RAEE'S diferentes contextos y sus consecuencias, además se investigó sobre las responsabilidades de productores y consumidores de este tipo de elementos, también se diseñaron los instrumentos de recolección de datos, tales como: encuestas a suscriptores de la empresa de aseo, entrevistas y/o encuestas a recuperadores y encargados del área de reciclaje de las empresas de aseo y almacenes de venta de electrodomésticos, entre otros. Todos los instrumentos de recolección de la información fueron validados

mediante la aplicación de una prueba piloto en la cual se ajustaron sus contenidos para que estos fueran satisfactorios al muestreo.

### **8.3.2. *Recolección y análisis de datos***

Para realizar el diagnóstico se desarrollaran encuestas en las cuales se determinaran las características, la composición, el destino, la producción a futuro de los RAEE'S. Para ello se utilizó un muestreo por conveniencia en tres barrios de diferentes estratos, para de esta manera determinar las condiciones de los RAEE'S según el nivel económico de los habitantes de cada vivienda, esta herramienta de recolección de información fue validada mediante una prueba piloto.

Para determinar la disposición actual de los RAEE'S se realizaron encuestas a los recicladores que se encuentran afiliados a la empresa de aseo urbano en donde se determinaron las condiciones de separación de los materiales y otras de trabajo de estas personas para contribuir a la política de cero papel que tiene la empresa de servicios públicos de Yopal en la modalidad de recolección de la información se usó una base de datos aprovechando las TIC'S, esta

herramienta de recolección de información, dicha encuesta fue validada mediante una prueba piloto.

Se realizaron entrevistas a las empresas de aseo de la ciudad Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal E.I.C.E.-E.S.P y aseo urbano( s.a.s e.s.p ) de la ciudad con quienes se analizaron las estrategias realizadas para la recolección de este tipo de residuos.

Finalmente, la etapa de diagnóstico, se adelantó en los almacenes de venta de electrodomésticos en donde se determinó la responsabilidad de estos almacenes respecto a la gestión de los RAEE'S, esta herramienta de recolección de información fue validada mediante una prueba piloto.

### *8.3.3. Codificación y edición de la información*

Los datos obtenidos con la recolección de la información se analizaron empleando la estadística descriptiva, la cual analiza, estudia y describe a la totalidad de individuos de una población para obtener información que pueda ser interpretada cómoda y rápidamente. El proceso que sigue normalmente en esta estadística consta de pasos como la elaboración de tablas de frecuencias, la representación gráfica de los resultados (elaboración de figuras) y la obtención de parámetros estadísticos, los datos obtenidos también fueron contrastados usando

las pruebas Chi-Cuadrado que permite contrastes de hipótesis que sirven para comprobar afirmaciones acerca de las funciones de probabilidad de una o dos variables aleatorias.

#### *8.3.4. Presentación de resultados*

Los criterios de análisis tenidos en cuenta para la evaluación y análisis de los resultados fueron:

- Aspectos generales: se determinaran las actividades desarrolladas por las familias con los RAEE´S
- Aspectos sobre el uso de RAEE´S, se reconoció la utilización de estos por parte de los recicladores
- Aspectos sobre almacenes de venta de electrodomésticos y aparatos eléctricos, se determinó su responsabilidad gestión frente a éstos.
- Aspectos sobre las empresas de aseo de la ciudad con respecto a los RAEE´S

#### *8.3.5. Fase informativa.*

Durante ésta se socializaron, los resultados, para ello se participó en el Seminario de la Maestría en Desarrollo Sostenible y posteriormente, se realizará la publicación de artículo científico, así como ponencia de sustentación pública de los

resultados de la investigación, además se presentara un informe a la empresa de aseo para que ellos continúen con el proceso de gestión integral de RAEE´S.

#### 8.4. Técnicas e instrumentos

Se realizaron 194 encuestas (Anexo 1) cuyas preguntas fueron validadas con la aplicación de un prueba piloto los suscriptores de la empresa de acueducto y alcantarillado de tres estratos socio económicos diferentes, dicha encuesta se encuentra como Anexo 1 en el presente trabajo, para ello se utilizó un muestreo por conveniencia en tres barrios de diferentes estratos, para de esta manera determinar las condiciones de los RAEE´S según el nivel económico de los habitantes de cada vivienda, esta herramienta de recolección de información se validó mediante una prueba piloto.

Se realizaron encuestas a los recicladores (Anexo 2) que se encuentran afiliados a la empresa de aseo urbano, en donde se determinaron las condiciones de separación de los materiales y otras circunstancias de trabajo de estas personas para contribuir a la política de cero papel que tiene la empresa de servicios públicos de Yopal, en la modalidad de recolección de la información se realizó con una base de datos aprovechando las TIC'S, esta herramienta de recolección de información fue validada mediante una prueba piloto.

Se realizaron entrevistas a las empresas de recolección de residuos sólidos Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal E.I.C.E.-E.S.P y aseo urbano s.a.s e.s.p de la ciudad. Anexo 3.

Se realizaron entrevistas en 50 almacenes de venta de electrodomésticos, una vez recolectada la información fue estructurada en una base de datos (Anexo 4), donde posteriormente se hizo el análisis para determinar la gestión de los RAEE'S por estos almacenes, esta herramienta de recolección de información fue validada mediante una prueba piloto. Tal y como se especificó en el diseño metodológico, Los datos obtenidos fueron analizados sometiéndolos a las pruebas Chi-Cuadrado, que corresponden a un grupo de contrastes de hipótesis que sirven para comprobar afirmaciones acerca de las funciones de probabilidad de una o dos variables aleatorias en relación con los RAEE.

## 9. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Después de realizar el proceso de investigación se identificaron los actores clave en la producción y gestión de RAEE'S, estos son: habitantes del municipio, recuperadores, almacenes de electrodomésticos y empresas de Aseo, por ello se presentan los resultados entorno a estos grupos de interés que se trabajaron en la investigación.

### 9.1. Situación de la generación de RAEE'S residuos en la viviendas

Se encuestaron un total de 194 usuarios divididos en tres sectores de la ciudad, teniendo en cuenta que según datos de planeación municipal en la ciudad se cuenta con los estratos socio económicos 1, 2, 3, 4, y 5, se realizaron un número igual de encuestas por estrato. Dichas encuestas se encuentran en el Anexo 1. Foto 1.

Foto 1: Aplicación de las encuestas en las viviendas

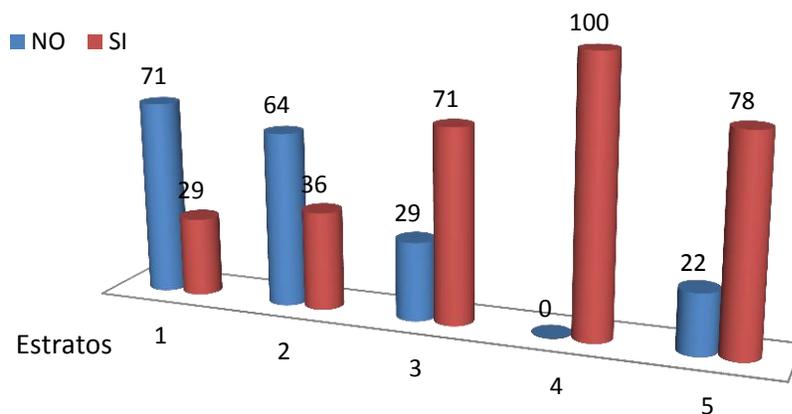


Fuente: Autor

### *Conocimientos de la comunidad sobre RAEE'S*

Respecto a la pregunta 1. De la encuesta ¿Conoce algún tipo de información sobre la basura electrónica o RAEE'S? El 64% de la población, respondió que no conoce información acerca de los Residuos de aparatos electrónicos y el restante 36% respondió que sí conocía información sobre este tipo de residuos, en la gráfica 1 se muestran los resultados por estrato.

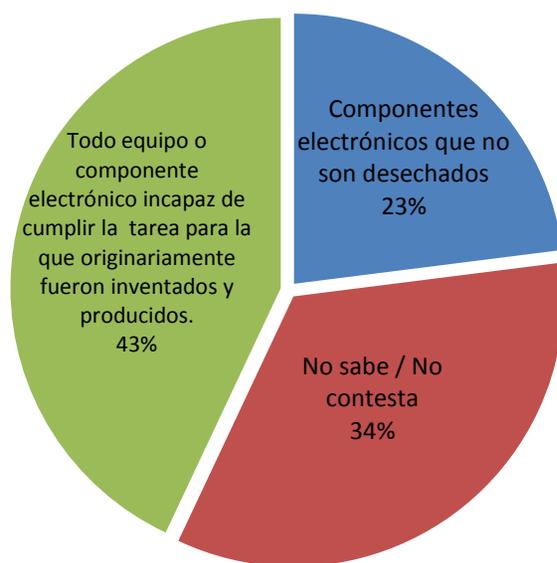
Gráfica 1: Estratos socioeconómicos vs conocimientos sobre los RAEE'S de los encuestados



Fuente: Autor

La Gráfica evidencia que la mayoría de las personas encuestadas no conocen que son los RAEE'S en los estratos 1, 2 es mayor el porcentaje de personas que no conocen acerca del tema mientras que en las gráficas 3, 4 y 5 este porcentaje de personas que no conocen del tema disminuye mientras que el porcentaje de personas que si conocen del tema aumentan a medida que aumenta el estrato socioeconómico esto se puede deber a que a medida que los estratos socioeconómicos se encuentran estrechamente relacionados con el acceso a la educación y el conocimiento.

Gráfica 2: Elección de la definición de basura electrónica



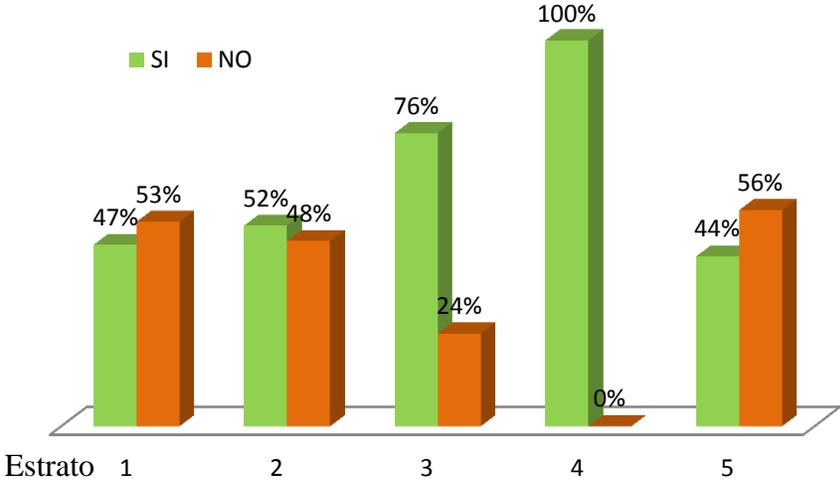
Fuente: Autor

Respecto a la pregunta 2 ¿qué es la basura electrónica o RAEE'S? el 34% señaló que no sabe o no contesta, el 43 % Todo equipo o componente electrónico incapaz de cumplir la tarea para la que originariamente fueron inventados y producidos, el 23% señaló que son componentes electrónicos que no son desechados, esto evidencia que aunque el 36% de la población dijo que si conocía información sobre RAEE'S, solamente el 34% de la población conoce realmente que son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Generación de RAEE'S en las viviendas

Posteriormente se les explico a los encuestados lo que son los RAEE'S y se les pregunto si ¿En su residencia se generan residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE'S)? a lo cual el 59% de la población respondió que SI y el 41% restante que NO. En la gráfica 3 se muestra la cantidad de residuos generados por estrato.

Gráfica 3: Producción de RAEE'S por estrato

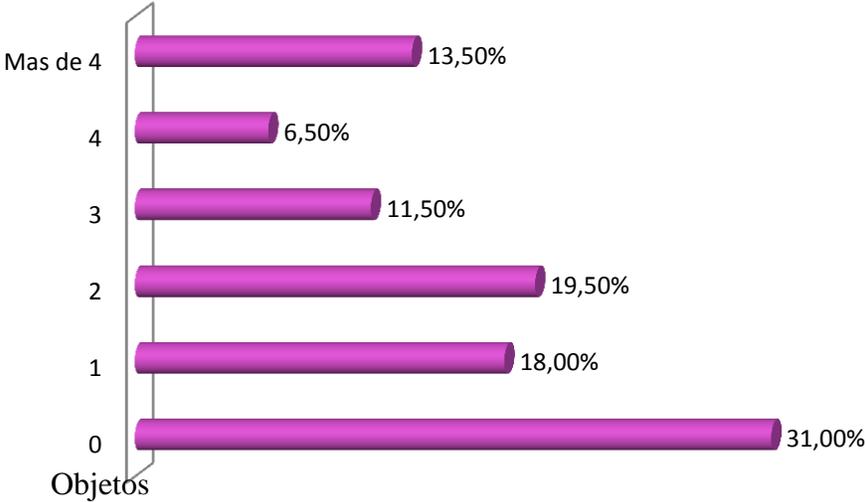


Fuente: autor

En el estrato 1 el 47% de los encuestados aseguran que tienen RAEE'S en los hogares mientras que el 53% asegura que no tiene RAEE'S en los hogares, para el estrato 2 el 52% de los encuestados aseguran que si tienen RAEE'S en sus hogares mientras que el 48% asegura que NO tiene este tipo de sus residuos en sus hogares, hay que destacar que para el estrato 4 el 100% de los encuestados asegura que tiene RAEE'S en sus hogares esto evidencia que la tendencia de RAEE'S en los hogares aumenta aunque para el estrato 5

disminuye, Esto se debe a que las personas que viven en este tipo de estrato tienden a guardar menos cosas que las personas que habitan en estratos más bajos. Es importante señalar que el 60% de los encuestados admite tener en sus hogares al menos un RAEE esto es preocupante debido a que como lo señala Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades ATSDR estos materiales se deben desechar, debido a que la exposición prolongada a sus componentes es tóxica y peligrosa para la salud humana, además no se ha estudiado la reacción de los componentes de estos aparatos cuando se mezclan con otros pero se sabe que son tóxicos y por ello su gestión no puede ser la misma que la de los residuos de tipo convencional.

Gráfica 4. Cantidad de aparatos obsoletos en el hogar



Fuente: autor

El 31% de los encuestados manifestó que no tiene objetos obsoletos o en desuso en el hogar, mientras que, el 18% de los encuestados manifestó que tiene

por lo menos un objeto obsoleto en la casa, es preocupante que más del 13,5% de los encuestados manifestaron que tienen más de 4 objetos guardados en el hogar, la mayoría de los encuestados que manifestaron tener algún tipo de material en el hogar plantearon que los tienen debido a que no saben qué hacer con ellos como se muestra en la foto 2. El almacenamiento de este tipo de residuos según los encuestados puede tener diversas causas entre las más comunes señalaron:

*“No se encuentra dañado en su totalidad, solamente es una pieza por ello se va a mandar arreglar”, “no se los llevan en la basura porque son muy grandes por ello se guardan acá en la casa”.*

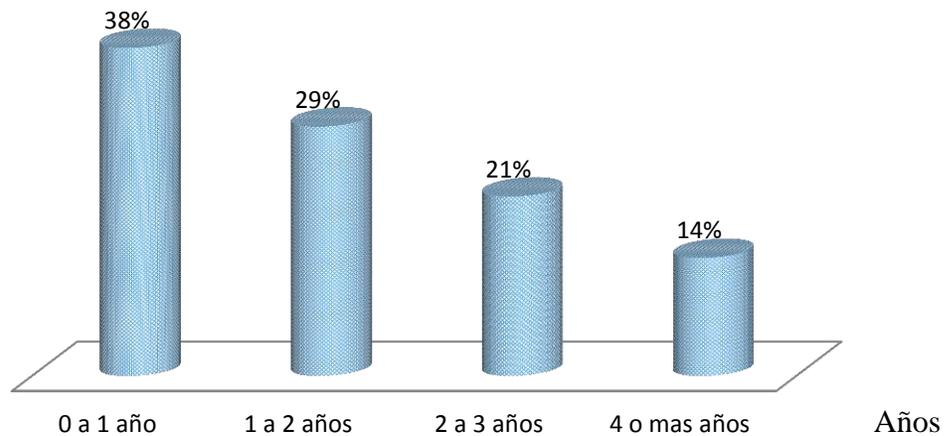
La mayoría de los encuestados coincide en que almacenan los RAEE'S ya que no saben qué hacer con ellos, a nivel mundial hay gran desconocimiento respecto a este tipo de residuos, se tiene algunos datos respecto a su generación pero no se sabe realmente cuál es su gestión ya que hay grandes zonas de Asia a donde llegan para ser desmontados y usados como materias primas a costa de la salud de quien los desensambla sin las precauciones del caso.

Foto 2: RAEE'S generados en un hogar encuestado



Fuente: Autor

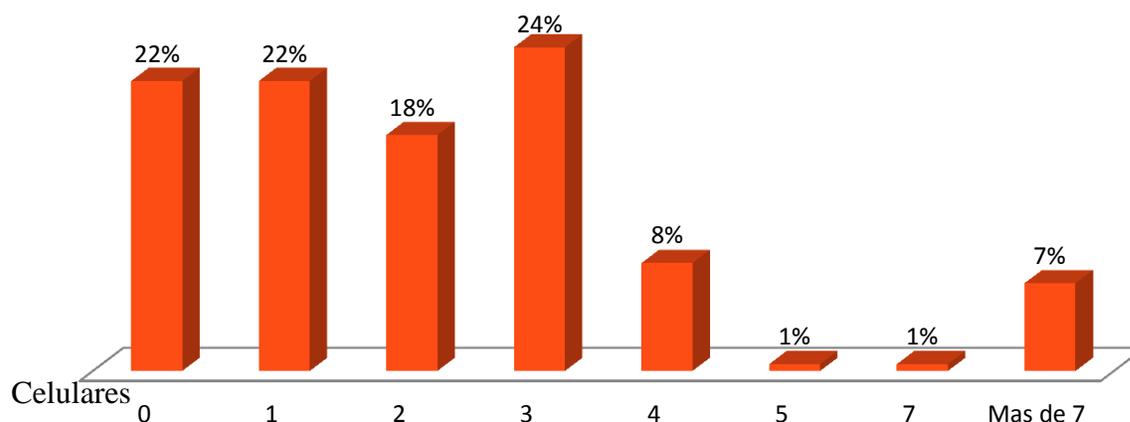
Gráfica 5: compra de celulares por estrato



Fuente: autor

El 38% de los encuestados plantean que cambian de equipo celular de manera anual mientras que solo el 14% de los encuestados dicen que sus equipos celulares les duran 4 años o más la EPA plantea que los celulares en promedio se usan en estados unidos de 18 a 24 meses dependiendo del contrato de servicio y del poder adquisitivo de la persona, es preocupante este dato comparado con el adquirido ya que en Yopal el mayor porcentaje de los encuestados dura con su celular tan solo un año.

Gráfica 6: Celulares en desuso



Fuente: autor

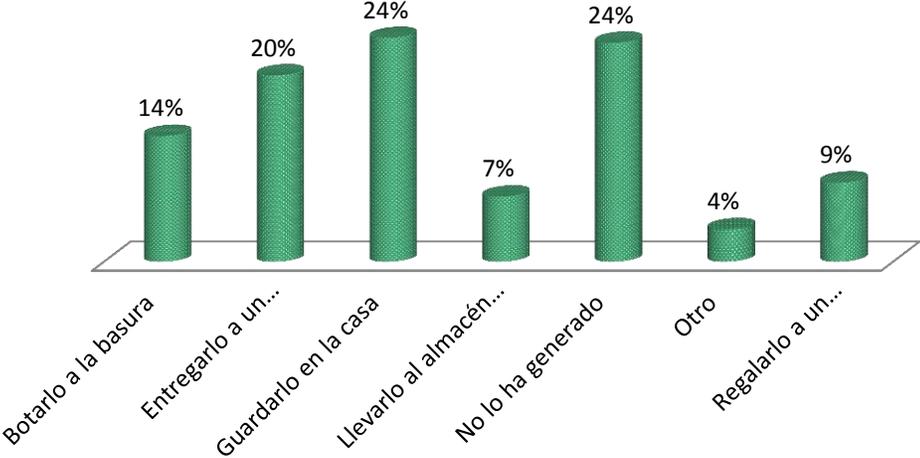
En la gráfica se muestra cuantos celulares en desuso hay en los hogares, ya que la EPA señala que de 11,7 millones de los equipos comercializados en EEUU solamente el 8% fueron reciclados, en Yopal el 24% de las personas tienen 3 celulares en desuso que están siendo almacenados en sus hogares, es preocupante que este tipo de materiales se encuentren almacenados ya que como se ha mencionado con anterioridad cuentan con partes que son contaminantes y pueden afectar la salud de las personas.

Destino que se le da a los RAEE'S generados en los hogares

En las gráficas comprendidas entre la número 7 a la 13 se evidencia lo que se hace con RAEE'S, cuando entran en desuso, estas graficas están hechas por elementos a desechar, se tomaron datos de los electrodomésticos que son más

frecuentes de uso en los hogares de la población de acuerdo con el clima (temperatura promedio 25°C y 32 °C) tales como: Los ventiladores y refrigeradores.

Gráfica 7: Destino de RAEE'S de computadores y accesorios

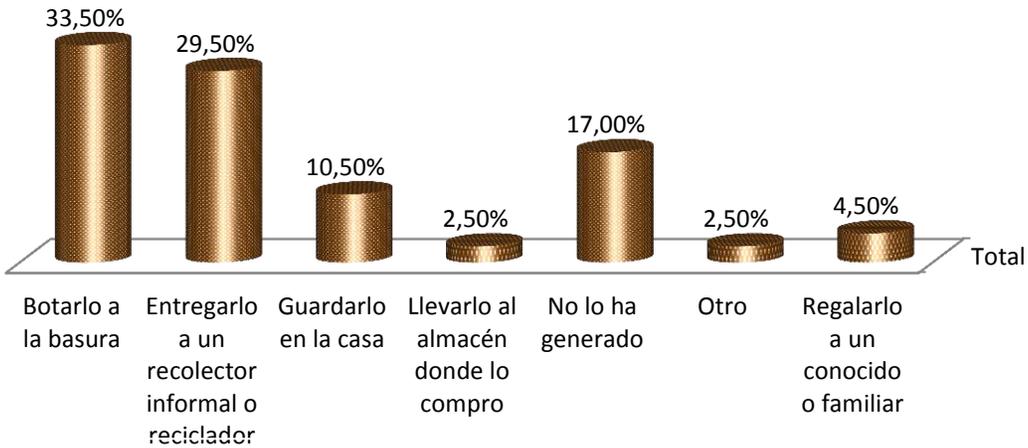


Fuente: Autor

La mayoría de las personas encuestadas lo guarda en la casa, esto se puede deber a que tienen la esperanza de poder volverlo a usar, venderlo o porque sienten que aun a pesar de estar dañado u obsoleto tiene algún tipo de valor, la mayoría de los equipos electrónicos tienen obsolescencia programada, está según Batista hace que aunque no tengan problemas graves para su funcionamiento deba ser remplazado por que por ejemplo la batería se dañó o se está comercializando un producto que tiene mayor rendimiento.

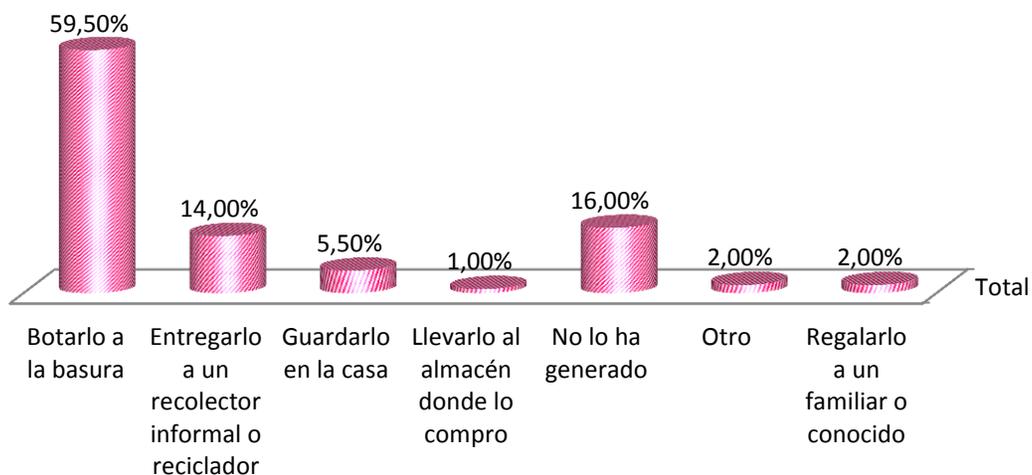
La mayoría de los encuestados 33% bota a la basura las memorias que no está usando, solamente el 4,5% de los encuestados las regala, mientras que el 2,5, de los encuestados cuando estas se dañan decide llevarlas al almacén donde las compro, aunque no se incluyó en la encuesta se sabe que a algunas personas se les pierden debido a su pequeño tamaño.

Gráfica 8: Destino de RAEE'S de memorias de almacenamiento.



Fuente: Autor

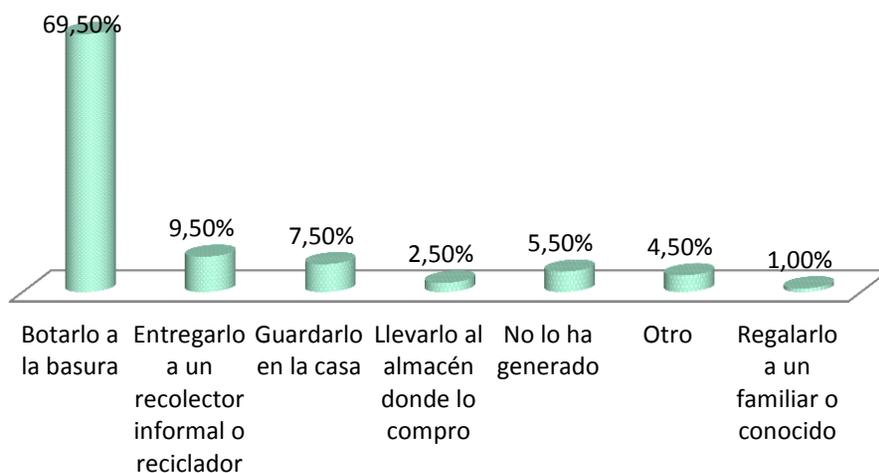
Gráfica 9: destino de RAEE ´S de televisores



Fuente: Autor

El 59% de los encuestados manifiesta que bota los TV a la basura cuando se dañan, el 165 de los encuestados manifiesta que no los ha generado y tan solo el 1% de los encuestados manifiesta que los lleva al productor, sin embargo en el municipio aunque existen almacenes de cadena no tienen Eco puntos para el reintegro de estos materiales.

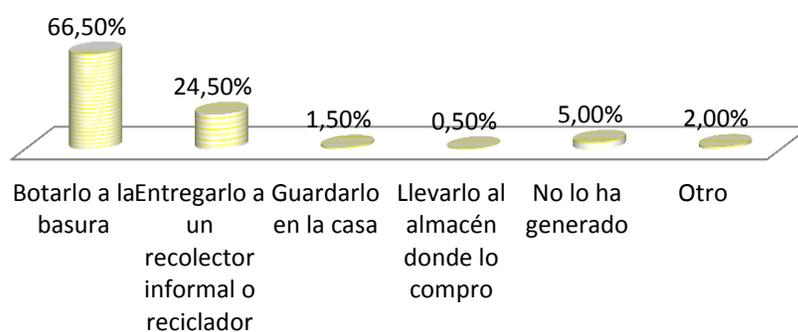
Gráfica 10: Destino RAEE ´S de neveras



Fuente: Autor

El 69% de los encuestados manifiesta que bota las neveras que entran en desuso en el hogar son arrojadas en la basura, sin embargo se sabe que esto no es posible ya que estas ocupan grandes tamaños y no son llevadas por los camiones recolectores del municipio, lo que si se ha podido observar es que algunas son botadas en algunos lugares rurales del municipio, esta situación es preocupante sobre todo con las neveras antiguas que tienen CFC que son altamente perjudiciales para el ambiente, aunque las neveras nuevas también contienen partes que no pueden ser recicladas por el ambiente.

Gráfica 11: Destino de RAEE'S de Ventiladores

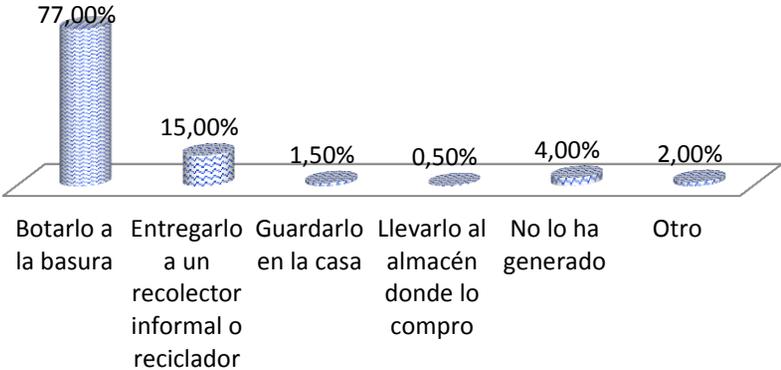


Fuente: Autor

Por las condiciones climáticas del municipio es muy frecuente el uso de ventiladores el 66,5% de las personas manifiesta que debido a su gran uso y precio se dañan rápidamente los botan a la basura, esto es posible ya que por sus

tamaños caben en las bolsas de la basura que son llevadas por el camión recolector como residuos sólidos ordinarios y no lo son debido a los materiales de los que están hechos (cables y plásticos que son contaminantes y/o se pueden reciclar).

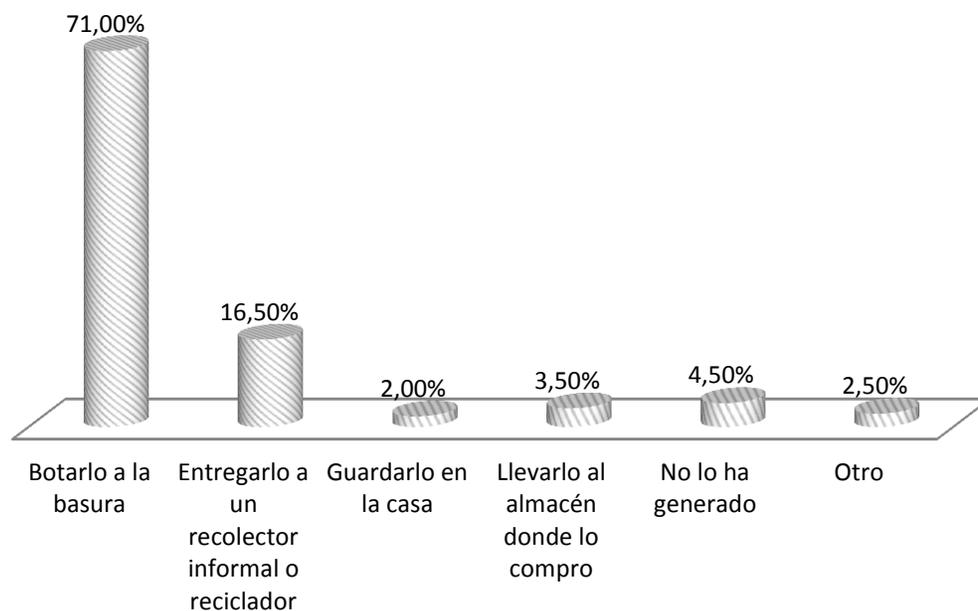
Gráfica 12: destino de RAEE'S de equipos de iluminación



Fuente: Autor

El 77% de los encuestados manifiesta que los equipo de iluminación que no sirven son arrojados a la basura, solamente el 4% de los encuestados manifiesta que no los ha generado mientras el 0,5% manifiesta que los lleva al almacén donde los compro, en la investigación realizada se determinó que ningún almacén está recogiendo este tipo de material, de acuerdo a lo investigado es el material que tiene mayor tasa de remplazo por que cuenta con una durabilidad de máximo 1000 horas que en algunos hogares puede ser cada 5 meses, esto genera una gran producción de este tipo de residuos porque normalmente en un hogar hay un promedio de entre 5 y 10 bombillos y/o lámparas de iluminación.

Gráfica 13: Gestión actual de RAEE'S de pilas o baterías



Fuente: Autor

El 71% de los encuestados manifestó que bota a la basura las pilas o baterías, esta situación es muy peligrosa para el ambiente ya que estas tienen materiales que no son reciclados por el ambiente y tiene otros que son altamente tóxicos según Greenpeace al botar a la basura las pilas estas se oxidan y como consecuencia, el mercurio se libera contaminando el suelo y pudiendo llegar a mezclarse con las aguas o se convierte en metilmercurio, compuesto bioacumulable de elevada toxicidad, esta situación es preocupante debido a que las pilas son de uso frecuente en los hogares.

En la siguiente tabla se realiza un análisis general de la gestión de los RAEE'S por categorías en el municipio de Yopal, que fueron descritos en las gráficas 6,7, 8, 9, 10 y 11.

Tabla 7. Gestión de los RAEE'S por categorías de clasificación en el municipio de Yopal.

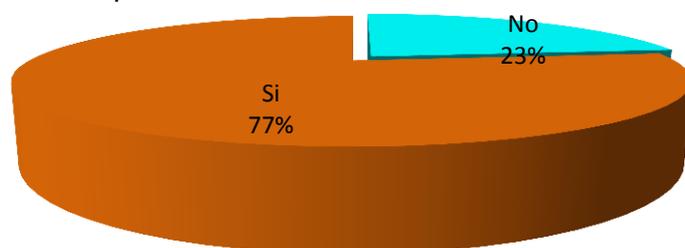
N	CATEGORÍAS	ELEMENTOS	DESTINO FINAL
1	Grandes electrodomésticos	Neveras, congeladores, lavadoras, lavaplatos.	Se desechan en terrenos baldíos Se regalan a personas que los necesiten Se almacenan en la casa o bodega
2	Pequeños electrodomésticos	Aspiradoras, planchas, secadores de pelo.	Se regalan a personas que los necesiten Se botan con la basura ordinaria, en muchos casos antes de que el carro recolector pase se los lleven los recicladores. Se almacenan en la casa o bodega
3	Equipos de informática y telecomunicaciones	Procesadores de datos centralizados (minicomputadoras, impresoras), y elementos de computación personal (computadores personales, computadores portátiles, fotocopiadoras, telex, teléfono.).	Se regalan a personas que los necesiten Se botan con la basura ordinaria, en muchos casos antes de que el carro recolector pase se los lleven los recicladores. Se almacenan en la casa o bodega Se llevan a los pocos sitios de acopio
4	Aparatos electrónicos de consumo	Aparatos de radio, televisores, cámaras de vídeo.	Se regalan a personas que los necesiten Se botan con la basura ordinaria Se almacenan en la casa o bodega
5	Aparatos de alumbrado	Luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad.	Se botan con la basura ordinaria
6	Herramientas eléctricas y	Taladros, sierras y máquinas de coser	Se regalan a personas que los necesiten

<b>N</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>DESTINO FINAL</b>
	electrónicas		Se botan con la basura ordinaria Se almacenan en la casa o bodega
<b>7</b>	Juguetes, equipos deportivos y de tiempo libre	Trenes y carros eléctricos, consolas de vídeo y juegos de vídeo.	Se regalan a personas que los necesiten Se botan con la basura ordinaria Se almacenan en la casa o bodega
<b>8</b>	Aparatos médicos	Aparatos de radioterapia, cardiología, diálisis.	No se investigó este tipo de material ya que el trabajo se enfatizó a equipos eléctricos y electrónicos usados en los hogares.
<b>9</b>	Instrumentos de medida y control	Termostatos, detectores de humo o reguladores de calor	
<b>10</b>	Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas calientes, botellas, latas o productos sólidos	

Es preocupante la disposición de los RAEE'S generados en el municipio de Yopal maxime si se tiene en cuenta la peligrosidad de los materiales para el ambiente y para la salud humana, algunos de los desechos son entregados a recolectores informales que los llevan a sus hogares para hacerlos funcionar o para separar algunas partes como metales que se pueden reciclar, sin tener en cuenta las medidas mínimas de manipulación ni de almacenaje, otros de estos elementos son botados a la basura lo que los convierte en otro grave problema ya que el relleno sanitario no tiene celdas de impermeabilización para este tipo de materiales, otros simplemente deciden tenerlos en sus hogares esperando que vuelvan a funcionar, venderlos o usar alguna de sus piezas.

Según Romero 2014, los colombianos no suelen hacer esta diferenciación entre los desechos y la tendencia ha sido que quienes tienen celulares, computadores y otros equipos de comunicación que ya no funcionan o no se utilizan, los guardan en la mesa de noche, en las cajas donde venían cuando fueron comprados, debajo de los equipos nuevos o en un depósito. Así como por diversas razones se cambian los aparatos cada cierto tiempo, son varios los motivos que tienen las familias y las personas para no querer desprenderse de estos aparatos manteniéndolos en casa así no estén en uso sin importar los problemas que se generan por su almacenamiento.

Gráfica 14: Percepción de los daños del RAEE'S en el ambiente

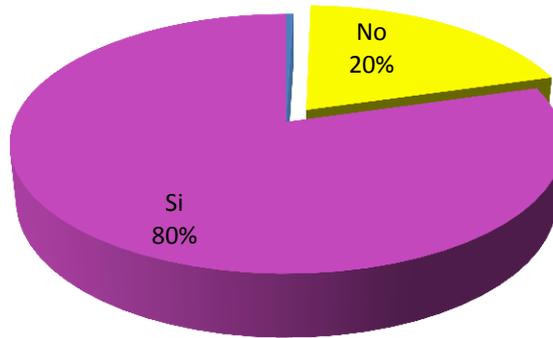


Fuente: Autor

El 77% de los encuestados sabe que los residuos de los equipos eléctricos y electrónicos que no son desechados de la mejor manera pueden causar daños en el ambiente y posteriormente en la salud de las personas. , es bien sabido que todos los equipos electrónicos contienen materiales potencialmente peligrosos y son fuente de materias primas que al ser reciclados o sometidos a procesos especiales de disposición final, podrían permitir un mejor aprovechamiento de los recursos del planeta Tierra.

Romero 2014.

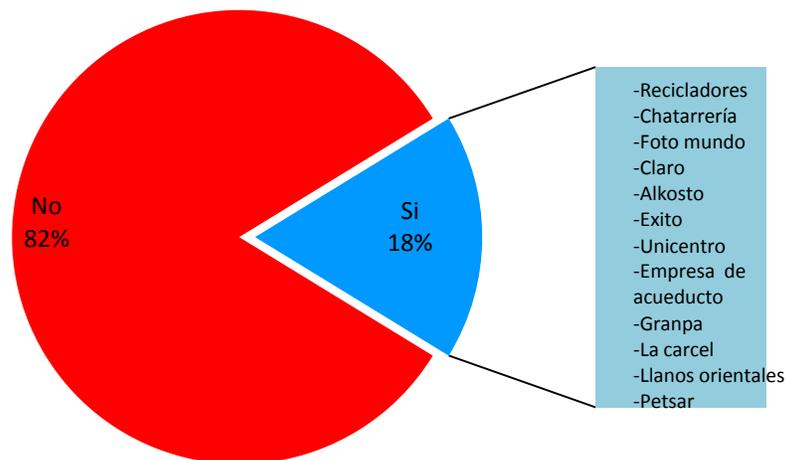
Gráfica 15: RAEE'S productos realizados material reciclable



Fuente: Autor

El 80 % de los encuestados manifiesta que compraría elementos fabricados con material reciclable solamente el 20% manifiesta que no los compraría, se tiene la creencia que al ser hechos con material reciclado tienen menor calidad y como consecuencia van a tener poca durabilidad o servicio deficiente. El reciclaje es importante ya que permite la recuperación de metales y materiales escasos que sirven de materia prima para la producción de los AEE. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Iniciativa Step en su reporte “Reciclando: de los RAEE a los Recursos” (“Recycling-FromE-Waste to Resources”) recalca la importancia del reciclaje para el control de la contaminación ambiental proveniente de los materiales peligrosos contenidos en los RAEE, también el reciclaje favorece la disminución de recursos naturales en cuanto a su explotación. UTI 2015.

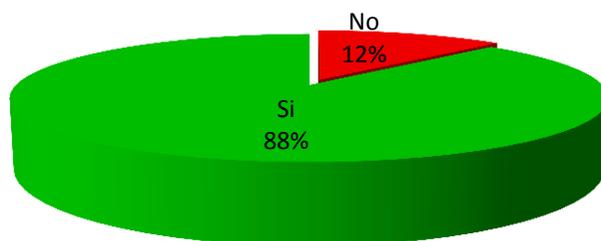
Gráfica 16: Conoce sitios donde se recogen los RAEE'S y cuales son



Fuente: Autor

El 82% de los encuestados no conoce de ningún sitio al que pueda llevar los RAEE'S generados en el hogar, mientras que el 18% restante dice que en los sitios señalados en las gráficas se encuentran eco puntos en los que pueden dejar los RAEE'S producidos en los hogares, no hay una cadena efectiva de gestión de este tipo de residuos en el municipio.

Gráfica 17: Colaboración de la comunidad para la gestión de RAEE'S



Fuente: Autor

El 88% de los encuestados está dispuesto a realizar en sus casas actividades para tener una adecuada gestión de los RAEE'S producidos en sus

hogares, algunos escribieron en las recomendaciones que tienen RAEE'S en sus casas esperando cual es la mejor forma de desecharlos ya que los camiones de basura no realizan recolección de este tipo de material y ellos no saben dónde disponerlos después de que se dañan, por eso los guardan en sus casas, a pesar que la responsabilidad para que los RAEE'S finalicen su vida respetando el ambiente es de los fabricantes, los consumidores juegan un papel crucial en el flujo exitoso del ciclo, en el municipio es muy importante que sean los consumidores quienes exijan la adecuada disposición de los residuos a los proveedores de este tipo de aparatos.

## 9.2. Aplicación de la prueba de chi cuadrado

### PREGUNTA

¿Existe diferencias estadísticamente significativa entre el conocimiento sobre RAEE'S de acuerdo a los estratos socioeconómicos?

### FRECUENCIAS OBSERVADAS

ESTRATO	GENERA RAEE		Total general
	No	Si	
1	40	5	45
2	134	32	166
3	87	78	165
4	32		32
5	35	10	45
<b>Total general</b>	<b>328</b>	<b>125</b>	<b>453</b>

**HIPÓTESIS NULA:** No existe diferencia significativa el conocimiento sobre RAEE'S de acuerdo a los estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%

**HIPÓTESIS ALTERNA:** SI existe diferencia significativa el conocimiento sobre RAEE'S de acuerdo a los estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%

### FRECUENCIAS ESPERADAS

ESTRATO	GENERA RAEE		Total general
	No	Si	
1	32,58	12,42	
2	120,19	45,81	
3	119,47	45,53	
4	23,17	8,83	
5	32,58	12,42	
<b>Total general</b>			

Valor prueba  
X<sup>2</sup>

47,86

Valor P

0,000000010

SI/NO

SI

¿Existe diferencias estadísticamente significativa entre el conocimiento sobre RAEE'S de acuerdo a los estratos socioeconómicos? SI existe diferencia significativa el conocimiento sobre RAEE'S de acuerdo a los estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%

## APLICACIÓN PRUEBA CHI CUADRADO PARA LAS ENCUESTAS APLICADAS EN LOS HOGARES

### PREGUNTA

¿Existe diferencia estadísticamente significativa entre generación de RAEE'S por estrato?

#### FRECUENCIAS OBSERVADAS

ESTRATO	GENERA RAEE		Total general
	No	Si	
1	24	21	45
2	80	86	166
3	39	126	165
4		32	32
5	25	20	45
<b>Total general</b>	<b>168</b>	<b>285</b>	<b>453</b>

**HIPÓTESIS NULA:** No existe diferencia significativa en la generación de RAEE'S en los cinco estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%

#### FRECUENCIAS ESPERADAS

ESTRATO	GENERA RAEE		Total general
	No	Si	
1	16,69	28,31	
2	61,56	104,44	
3	61,19	103,81	
4	11,87	20,13	
5	16,69	28,31	
<b>Total general</b>			

**HIPÓTESIS ALTERNA:** La generación de RAEE'S en los cinco estratos socioeconómicos es distinta, con un 95% de confiabilidad

Valor prueba X <sup>2</sup>	40,23
Valor P	0,000000039
SI/NO	SI

¿Existe diferencia estadísticamente significativa entre generación de RAEE'S por estrato?  
La generación de RAEE'S en los cinco estratos socioeconómicos es distinta, con un 95% de confiabilidad

## APLICACIÓN PRUEBA CHI CUADRADO PARA LAS ENCUESTAS APLICADAS EN LOS HOGARES

### PREGUNTA

¿Existe diferencia estadísticamente significativa entre el periodo de tiempo que usa un celular y los estratos socioeconómicos?

### FRECUENCIAS OBSERVADAS

ESTRATO	CADA CUANTO CAMBIA SU CELULAR				Total general
	0 a 1 año	1 a 2 años	2 a 3 años	4 o mas años	
1	25	8	8	4	45
2	50	64	28	24	166
3	69	30	42	24	165
4	8	16	8		32
5		15	15	15	45
<b>Total general</b>	<b>152</b>	<b>133</b>	<b>101</b>	<b>67</b>	<b>453</b>

**HIPÓTESIS NULA:** No existe diferencia significativa entre el periodo de tiempo que usa un celular y los estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%

**HIPÓTESIS ALTERNA:** Si existe diferencia significativa entre el periodo de tiempo que usa un celular y los estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%

### FRECUENCIAS ESPERADAS

ESTRATO	CADA CUANTO CAMBIA SU CELULAR				Total general
	0 a 1 año	1 a 2 años	2 a 3 años	4 o más años	
1	15,10	13,21	10,03	6,66	
2	55,70	48,74	37,01	24,55	
3	55,36	48,44	36,79	24,404	
4	10,74	9,40	7,13	4,73	
5	15,10	13,21	10,03	6,66	
<b>Total general</b>					

Valor prueba X<sup>2</sup> 46,73

Valor P 0,000005  
2

SI/NO SI

¿Existe diferencia estadísticamente significativa entre el periodo de tiempo que usa un celular y los estratos socioeconómicos? Si existe diferencia significativa entre el periodo de tiempo que usa un celular y los estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%

## APLICACIÓN PRUEBA CHI CUADRADO PARA LAS ENCUESTAS APLICADAS EN LOS HOGARES

### PREGUNTA

¿Existe diferencia estadísticamente significativa entre la disposición final de los computadores y los estratos socioeconómicos?

### FRECUENCIAS OBSERVADAS

Etiquetas de fila	1	2	3	4	5	Total general
Botarlo a la basura	10	6	7	4		27
Entregarlo a un recolector informal o reciclador	14	17	6		3	40
Guardarlo en la casa	6	4	7		1	48
Llevarlo al almacén donde lo compro	1	7	1		5	14
No lo ha generado	13	9	3	2		47
Otro		5	2			7
Regalarlo a un conocido o familiar	1	5	9	2		17
<b>Total general</b>	<b>45</b>	<b>83</b>	<b>55</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>200</b>

**HIPÓTESIS NULA:** No existe diferencia significativa entre la disposición final de los computadores y los estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%

**HIPÓTESIS ALTERNA:** No existe diferencia significativa entre la disposición final de los computadores y los estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%.

### FRECUENCIAS ESPERADAS

Etiquetas de fila	1	2	3	4	5	Total general
Botarlo a la basura	6	11	7	1	1	
Entregarlo a un recolector informal o reciclador	9	7	1	2	2	
Guardarlo en la casa	11	20	3	2	2	
Llevarlo al almacén donde lo compro	3	6	4	1	1	
No lo ha generado	11	20	3	2	2	
Otro	2	3	2	0	0	
Regalarlo a un conocido o familiar	4	7	5	1	1	
<b>Total general</b>						

Valor prueba X<sup>2</sup>

68,89

Valor P

0,0000032

SI/NO

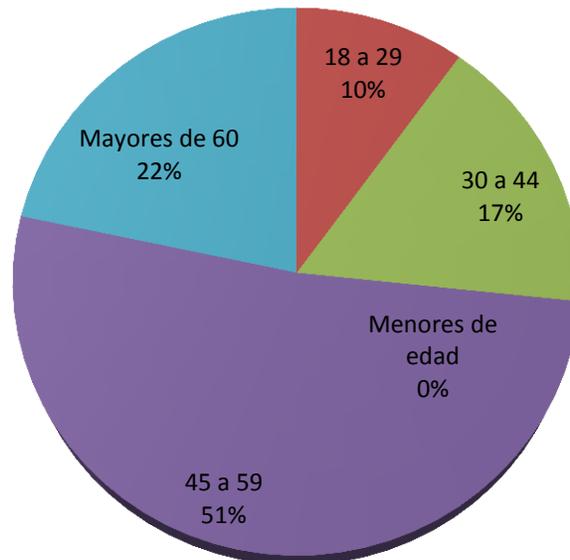
SI

¿Existe diferencia estadísticamente significativa entre la disposición final de los computadores y los estratos socioeconómicos? Si existe diferencia significativa entre la disposición final de los computadores y los estratos socioeconómicos, con un nivel de confiabilidad del 95%

### 9.3. Situación de los recuperadores del municipio

Para determinar la disposición actual de los RAEE'S se realizaron 60 encuestas a los recuperadores que se encuentran afiliados a la empresa de aseo urbano en donde se determinarían las condiciones de separación de los materiales y otras actividades de trabajo de estas personas para contribuir a la política de cero papel que tiene la empresa de servicios públicos de Yopal en la modalidad de recolección de la información se usó una base de datos aprovechando las TIC'S, esta herramienta de recolección de información, dicha encuesta fue validada mediante una prueba piloto. La encuesta se encuentra como Anexo 1.

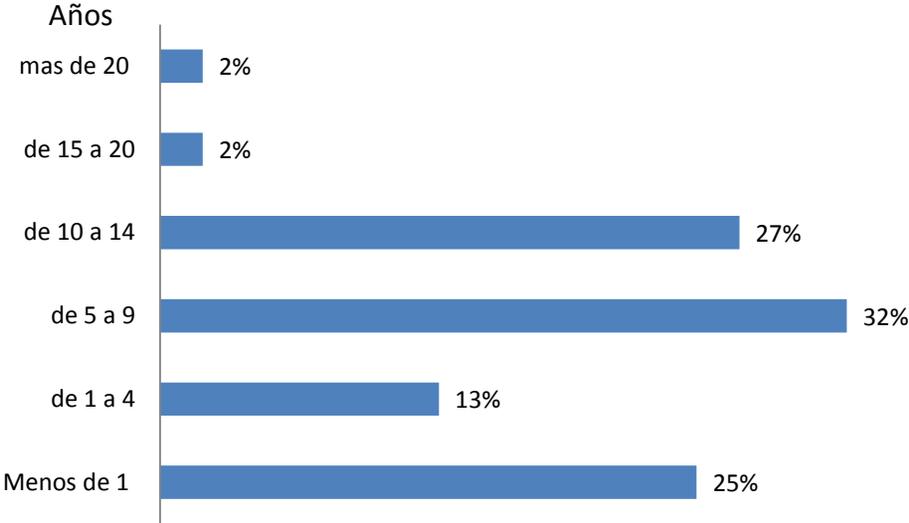
Gráfica 18: Edades de los encuestados



Fuente: Autor

El 10% de los encuestados se encuentra en una edad comprendida entre 18 a 29 años mientras que el 51% de los recuperadores tienen ente 45 a 59 años, es preocupante que el 22% de los recuperadores se encuentran en la tercera edad.

Gráfica 19: Tiempo de trabajo en la recuperación de residuos

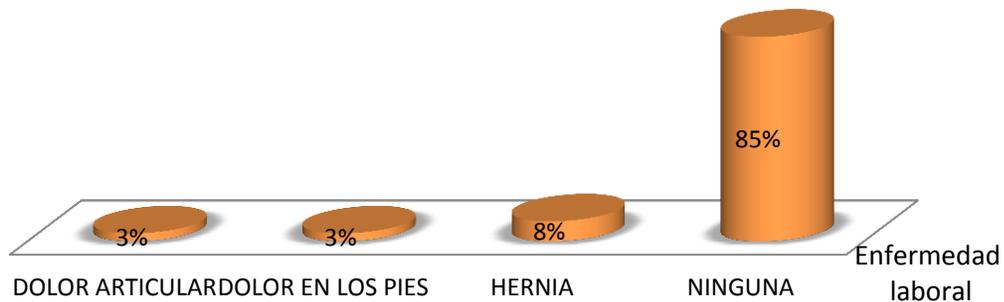


Fuente: Autor

El 25% de los recuperadores manifestó que hace menos de un año que se encuentra desempeñando la labor, mientras que el 32% de los encuestados afirmaron que entre 5 y 9 años hacen que se encuentran desarrollando esta labor, algunos de ellos manifestaron que recurrieron a este tipo de trabajo debida a que no pudieron conseguir otro tipo de trabajo, el reciclaje de diversos materiales entre ellos los RAEE para la obtención de elementos valiosos como el cómo oro y el cobre de manera informal, ofrece oportunidades de ingresos a los sectores más

necesitados, algunos de los encuestados tienen una vinculación reciente con este oficio y otros llevan muchos años de su vida dedicados a esta labor.

Gráfica 20: Enfermedades laborales



Fuente: Autor

El 8% de los recuperadores asegura tener hernias de la columna vertebral, el 85% de los recuperadores asegura no tener ningún tipo de enfermedad laboral, esta información se debe contrastar realizando estudios por profesionales de la salud que determinen enfermedades laborales, es importante destacar que las sustancias que estos tienen son tóxicas y peligrosas para quien las manipula, algunos de los encuestados llevan los RAEE'S para sus hogares esta tendencia se hace más peligrosa cuando se realizan inadecuados procesos de reciclaje (que en algunos casos incluyen combustión) y uso de estos materiales, al desmantelar las piezas se pueden herir con los elementos cortos punzantes que usan para ello o los líquidos ácidos que usan para tal fin.

La condición actual de los recuperadores del municipio es preocupante en la tarea que realizan no emplean elementos de protección para entrar en contacto

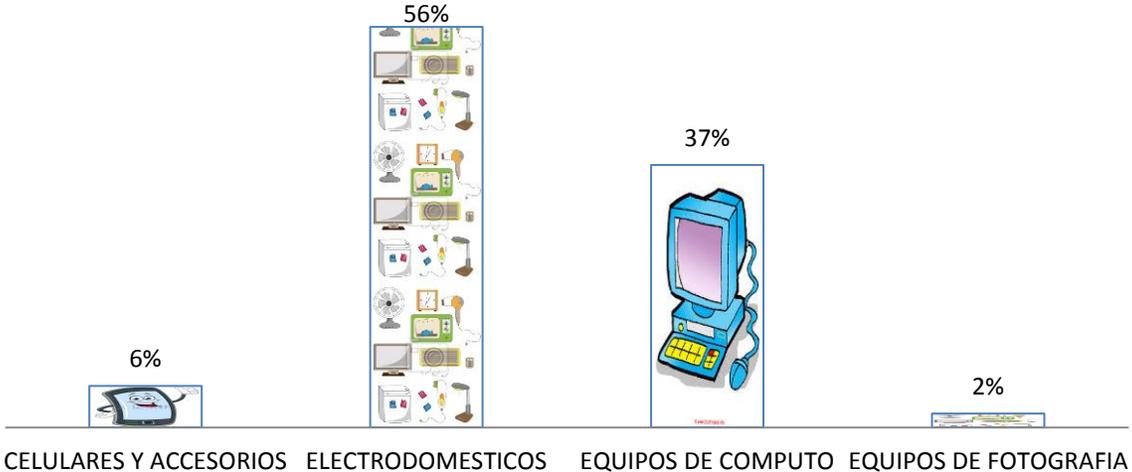
con desechos, biológicos y/o sustancias tóxicas, aunque tienen seguro (Subsidiado por el estado) no tienen ARL, no se encuentran asociados por ende no tienen bodegas especiales para el acopio de este tipo de residuos que son recogidos de la calle y transportados en carretas que son aladas con su fuerza hasta los sitios en los que son vendidos. Según RAEE.org.co. 2013 Las sustancias químicas que se encuentran en este tipo de materiales como el mercurio, el plomo y el cadmio pueden dañar el cerebro, los riñones, ocasionar fallos respiratorios y diarrea, y afectar al feto en mujeres embarazadas, se logró determinar que los recicladores llevan este tipo de materiales para almacenarlas en sus casas se observó en una de estas viviendas a los niños jugando con este tipo de material recolectado y dañado. . Estos compuestos no son solo una fuente de contaminación ambiental sino un riesgo para la salud humana de no ser adecuadamente manejados ya que también contienen contaminantes persistentes no intencionales como dioxinas y furanos, entre otros, estudios han demostrado la presencia de niveles elevados de los compuestos anteriormente descritos en adultos trabajadores, embarazadas y niños expuestos.

#### 9.4. Almacenes de venta de electrodomésticos

Se desarrollaron encuestas en los almacenes de venta de electrodomésticos en donde se determinó la responsabilidad que tienen estos almacenes respecto a la gestión de los RAEE'S, esta herramienta de recolección

de información fue validada mediante una prueba piloto, se aplicaron encuestas a 50 almacenes de aparatos eléctricos y electrónicos Anexo 4.

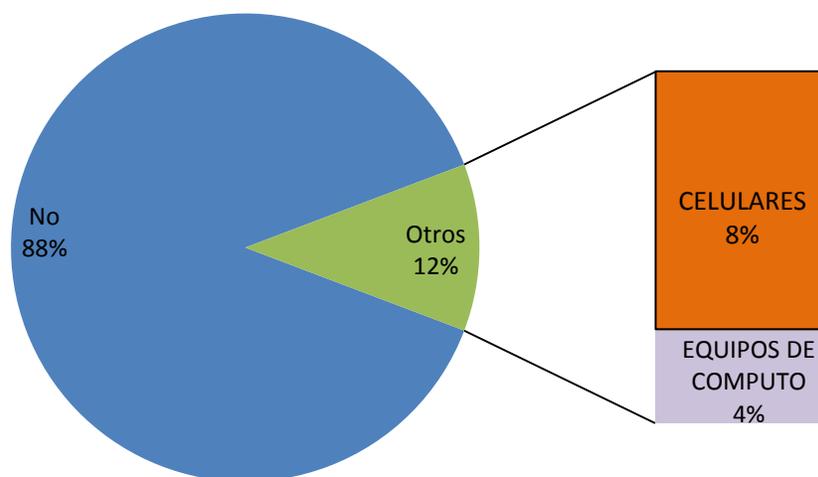
Gráfica 21: Productos vendidos por los almacenes encuestados



Fuente: Autor

De los almacenes encuestados el 56% se dedica a la venta de electrodomésticos, tales como: neveras, televisores, aires acondicionados, neveras, equipos de audio, algunos de estos como los almacenes de cadena también venden equipos de cómputo y celulares, el 37% de los almacenes encuestados se dedican a la venta de equipos de cómputo y accesorios, el 6% restante se dedica a la venta de celulares y equipos de comunicación y el 2% restante se dedica a la venta de cámaras de fotografía y a la toma de fotos.

Gráfica 22: Realiza recolección de RAEE´S de sus productos vendidos



Fuente: Autor

En la aplicación de las encuestas se determinó que solamente 4 almacenes están recepcionando los RAEE´S que son generados después de terminar la vida útil de este tipo de productos, algunos almacenes de cadena como el Exito, Alkosto, Jumbo y Olimpica, realizan gestión de residuos peligrosos pero solamente lo que ellos producen mientras que sus clientes deben buscar otras formas de darle disposición final a los artículos que comprar en estos u otros almacenes de la ciudad ya que de los otros encuestados ninguno realiza recepción de RAEE´S, en ellos no se encuentran puntos ecológicos.

Tres almacenes de venta de celulares tienen ubicadas en sus oficinas puntos ecológicos en los que sus usuarios pueden ir a depositar sus RAEE´S, estos so recolectados y almacenados posteriormente son llevados a Bogotá en

donde se reciclan algunas de sus partes las que no se pueden reciclar allí son enviadas a EEUU para que se reciclen y ensamblen en nuevos equipos de la compañía.

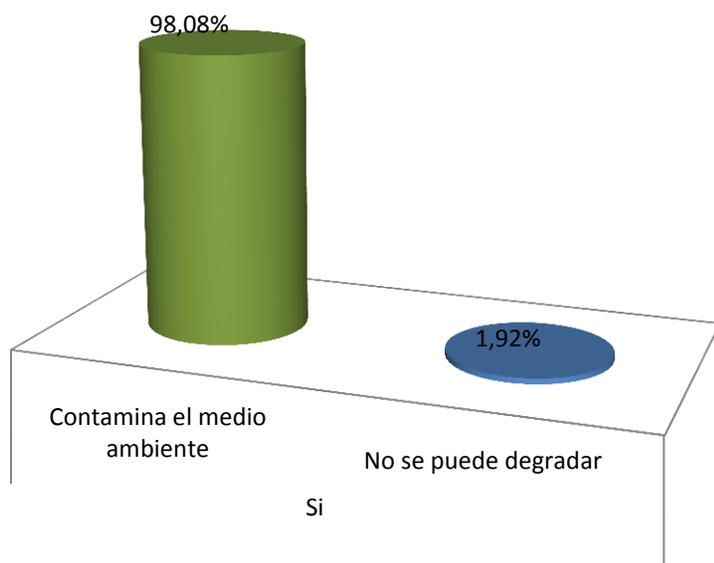
Un almacén dedicado a la toma de fotografías y venta de cámaras y pilas realiza la recolección de pilas que posteriormente son recogidas por una empresa que se dedica a llevarlas para darles la disposición final enterrándolas en celdas especiales en algunos rellenos sanitarios del país, un almacén de equipos de cómputo se dedica a recolectar equipos de cómputo dañados o viejos con eco punto que se encuentra en sus instalaciones , los otros 88% de los almacenes encuestados no realizan la recolección de este tipo de residuos. Foto 3.

Foto 3: Punto ecológico instalado en almacén de venta de electrodomésticos



Fuente: Autor

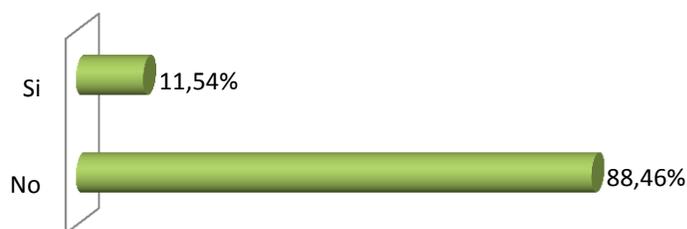
Gráfica 23: cree que la basura electrónica afecta el ambiente



Fuente: Autor

El 98, 5% de los almacenes encuestados manifiesta que cree que los RAEE´S afecta el ambiente, solamente el 2% restante cree que no afecta el ambiente, aunque estos almacenes saben que los elementos que tiene a la venta al ser usados son convertidos en residuos de alta peligrosidad para el ambiente debido a sus componentes, los almacenes no cuentan con políticas ni capital para la gestión de este tipo de productos.

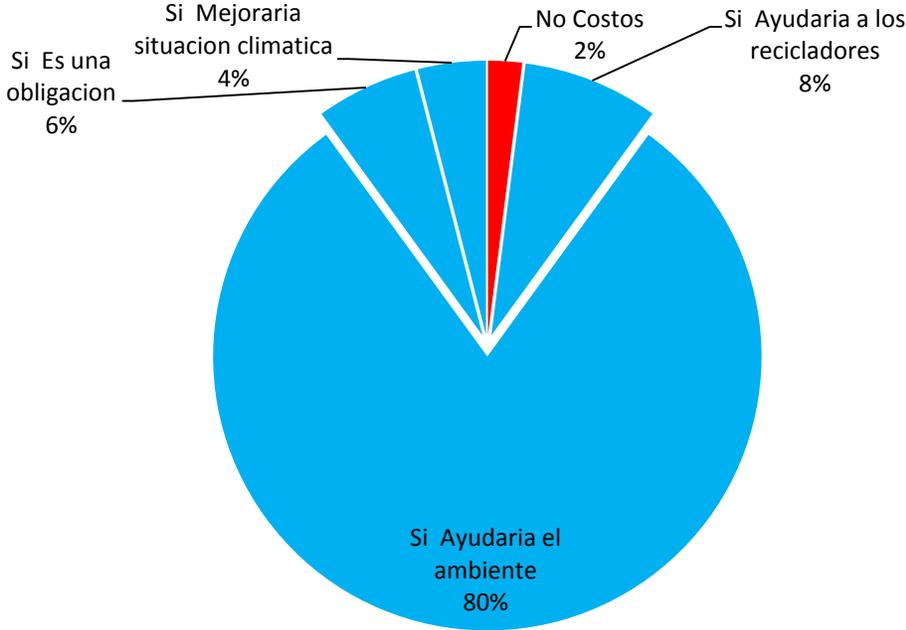
Gráfica 24. Conoce la ley 1672



Fuente: Autor

El 11% de los almacenes encuestados Conoce la ley 1672 sobre RAEE´S, solamente el 88% restante conoce la ley que sobre la Gestión el manejo los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE´S), que los hace responsables de la gestión integral de RAEE´S como productores, en uno de sus numerales dice que deben Informar a los usuarios de sus productos, los parámetros para una correcta devolución y gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE´S).

Gráfica 25: Colaboraría con la recolección de RAEE´S



Fuente: Autor

El 88% de los almacenes encuestados dicen que están dispuestos a colaborar para lograr una adecuada gestión de RAEE'S, sus razones se muestran en la anterior gráfica, mientras que el 2% dijo no estar dispuesto a trabajar en el tema por los elevados costos de almacenamiento de estos materiales, así como de las empresas que realizan esta disposición final que son quienes deben certificar este tipo de práctica,

#### 9.5. Situación de las empresas de aseo

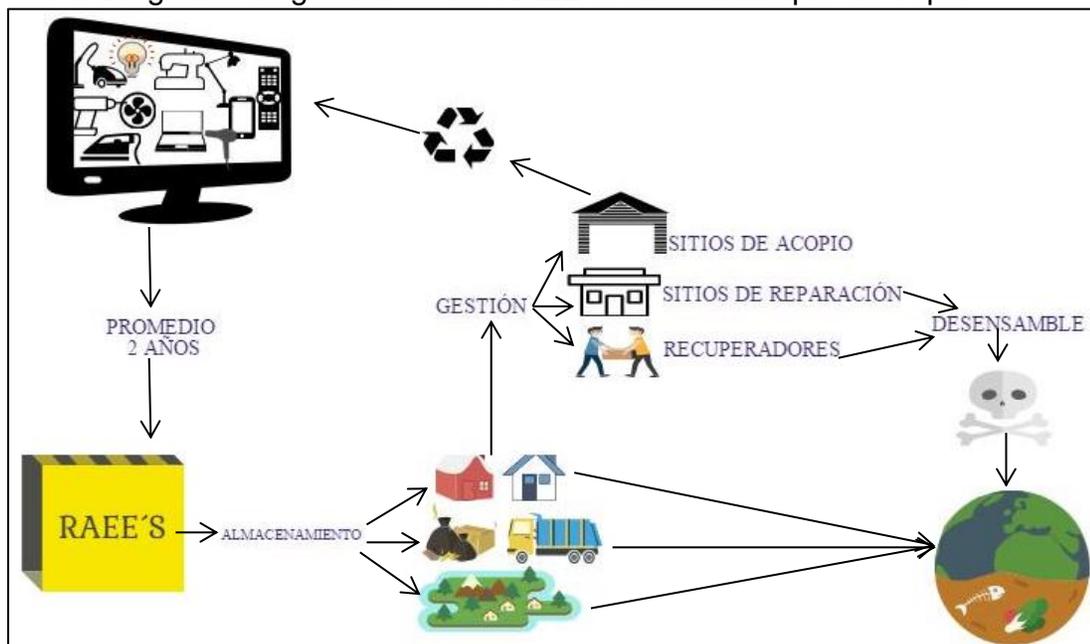
En la actualidad se cuenta con dos empresas que prestan el servicio de aseo Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal E.I.C.E.-E.S.P y Aseo urbano s.a.s e.s.p, con ellas se diligencio una entrevista (Anexo 3). En estas se halló que la empresa Aseo urbano s.a.s e.s.p, la cual no presta el servicio de recolección de este tipo de residuos, se pudo determinar que no se realiza adecuada gestión de los residuos domiciliarios, ya que todo el material que sale de las casas se hace sin ningún tipo de separación y de esta misma manera solamente se compacta y se lleva al relleno sanitario que en este momento se encuentra a punto de acabar su vida útil, precisamente porque no se cuenta con una adecuada política de gestión de residuos, que es obligación del municipio establecer.

Mientras que la empresa Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal E.I.C.E.-E.S.P está realizando un diagnóstico para determinar cantidades

de RAEE'S que se están produciendo, así como el diseño de campañas para recolectar algunos RAEE'S en diversos sectores, sin embargo, estas son esporádicas y los RAEE'S recepcionados son entregados a recolectores informales afiliados a una cooperativa, quienes llevan los electrodomésticos según ellos mismos para sus hogares donde son almacenados o usados ya que algunos funcionan o los desensamblan quitándole algunas partes que tiene algún valor por los materiales que contienen, pero esta separación se realiza de manera artesanal. Se evidencia que esta empresa está iniciando un trabajo con este tipo de material y con la población que los recolecta. En la actualidad no se realiza ningún tipo de recolección de este tipo de residuos por los distribuidores o compañías fabricantes según entrevistas realizadas a empresas de recolección de residuos especiales SOLIDET S.A.S y Petsar que operan en la ciudad, ellos si han tratado de gestionar el servicio, sin embargo es muy costoso debido a los costos de almacenamiento de materiales y el transporte los administradores de los mismos, se argumenta que para realizar la recolección de estos residuos se incurre en unos costos muy altos y por ello no se realiza en la ciudad de Yopal

A partir de los resultados encontrados se realizó el siguiente diagrama de la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el municipio de Yopal Casanare.

Ilustración 4. Diagrama de gestión de los RAEE'S en el municipio de Yopal



Fuente: Autor

Como se evidencia en la anterior ilustración la gestión que se realiza en el municipio de Yopal de los RAEE'S es muy deficiente, desde el proceso de adquisición de los aparatos eléctricos y electrónicos para los hogares no se está buscando calidad en los productos si no precio sin importar la poca durabilidad que estos tengan, los consumidores no saben acerca de la peligrosidad de este tipo de residuos por ello los abandonan en lotes, depositan con los otros residuos y son llevados al relleno sanitario o los guardan en sus casas, en muy pocas cantidades son llevados a sitios de acopio de este tipo de materiales para reciclaje de materias primas , ya que en el municipio son muy pocos. Algunas cantidades llegan a manos de recuperadores quienes se encargan de desensamblarlas de manera rudimentaria sin tener en cuenta los peligros que estas sustancias tienen para la salud y el ambiente.

## 10. CONCLUSIONES

De manera urgente los entes gubernamentales del municipio deben incluir en sus mesas de trabajo la gestión de los Residuos Sólidos y de los RAEE en sus agendas, promoviendo políticas para la gestión integrada y disposición final de este tipo de residuos, teniendo en cuenta la articulación entre los distintos actores para el establecimiento de un modelo de gestión integral de los RAEE que conlleve a la disminución del impacto ambiental y en la salud de los habitantes del municipio.

Hay desconocimiento entorno a los RAEE'S por parte de los consumidores de los productos eléctricos y electrónicos del municipio de Yopal, los cuales no saben que son residuos peligrosos, la comunidad desconoce que si no se realiza una adecuada gestión de este tipo de residuos pueden afectar su salud y contaminar el ambiente, ya que los datos evaluados mediante la prueba de chi cuadrado comprueba la hipótesis de que si existe diferencia significativa sobre el conocimiento sobre RAEE'S de acuerdo a los estratos socioeconómico, los estratos 4 y 5 conocen más acerca de este tipo de residuos que los estratos 1 y 2, en razón de sus niveles educativos y por ser más consumidores de productos eléctricos y electrónicos..

En el municipio se están produciendo grandes cantidades de RAEE'S y no se está realizando una adecuada gestión de este tipo de productos, el problema a futuro se ve que empeorara ya que las personas de la ciudad tienen hábitos consumistas, la mayoría de los encuestados manifestó cambiar su teléfono celular en promedio cada año. Al analizar los datos bajo la prueba de chi cuadrado se confirmó la hipótesis nula que establece una relación directa ente el estrato socioeconómico y la producción de RAEE,S, así como estableció que esto se hace más notorio en estratos más altos, el 100% de los encuestados del estrato 4 dijo producir al menos un RAEE'S.

Aunque en el municipio se generan una gran cantidad de RAEE'S no existe una política en cuanto su gestión en el nivel institucional, por lo que las personas que los producen los botan a la basura o los guardan, con la posibilidad de causar un gran daño a la salud y al ambiente debido a que este tipo de productos es altamente toxico para el ambiente por su contenido de metales que pueden reaccionar al contacto con oxígeno o con otras sustancias.

En la ciudad de Yopal se están realizando algunas actividades de recolección de RAEE'S de manera aislada por un pequeño grupo de comercializadores y recuperadores informales, sin embargo no hay una articulación intersectorial que permita sumar esfuerzos para realizar una adecuada gestión y recolectar datos que sirvan para estimar las cantidades de residuos producidos. No hay sistemas de recolección eficientes

Las empresas de aseo no tienen estipuladas en sus rutas la recolección de material por separado y mucho menos de este tipo de residuos ya que son considerados como peligrosos y en el relleno sanitario Macondo no se tienen celdas adecuadas para este tipo de residuos. La empresa de aseo del municipio si realiza recolección de pilas y baterías y en algunas condiciones de electrodomésticos, pero la gestión que se realiza con éstos no es la adecuada ya que son llevados por recicladores quienes no tienen las condiciones ideales para su disposición final.

La recolección de residuos en el municipio es muy deficiente, ya que no se tienen establecidos unos protocolos para la separación de residuos en la fuente, lo que facilita que las personas junto con sus residuos bote RAEE'S como se demostró en la encuesta y estadísticamente, sin tener en cuenta los graves perjuicios que se generan para el ambiente, esto afecta el tiempo de servicio del relleno Sanitario Macondo del Municipio llevándolo a su próxima saturación.

Los recuperadores realizan prácticas de recolección de RAEE'S en el Municipio de Yopal sin tener en cuenta las medidas mínimas de seguridad lo que se convierte en un problema para su salud, máxime cuando el material que recolectan es llevado a sus casas en donde se almacena y desensambla para sacar algunas partes consideradas de valor por los metales que se encuentran en

ellas, sin tener en cuenta la exposición a este tipo de materiales que es perjudicial para su salud y para el entorno.

Los almacenes de venta de electrodomésticos, almacenes de cadena y centros comerciales que en otras ciudades poseen eco puntos para la gestión de los residuos comercializados en la ciudad de Yopal no los tienen, se constata que la política de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) no se está cumpliendo al 100%, esto en parte puede deberse a los costos que tiene el transporte de estos materiales desde la ciudad de Yopal, desconociendo sus obligaciones como comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

Respecto a la responsabilidad del productor de RAEE estipulada en la ley 1672, un bajo porcentaje de los almacenes encuestados realizan la recolección de los residuos resultantes, pero solamente se recolectan pilas, celulares y equipos de cómputo, los otros materiales como electrodomésticos no se recolectan, como consecuencia los clientes así quieran no saben la forma de disposición final de este tipo de residuos, afectando negativamente el ambiente.

## 11.RECOMENDACIONES

A los consumidores se les recomienda conocer el problema de la generación de RAEE´S,, así mismo, modificar hábitos de consumo de equipos desechables a bajos costos, replazándolos por otros quizá de mayor valor pero que tiene mayor durabilidad y menor consumo de energía. Antes de comprar un equipo electrónico es importante revisar si el antiguo realmente no sirve o si se puede reparar Además, se sugiere la donación de equipos (computadoras, teléfonos celulares, televisores, teléfonos fijos y reproductores de audio y video), que pueden ser utilizados por otras instituciones o programas como computadores para Educar donde se reciben adecúan y entregan a Instituciones Educativas.

A la industria se le recomienda realizar investigaciones para el descubrimiento y posterior uso de materias primas no peligrosas o menos tóxicas, así como el diseño de productos con programas de desarmado y/o desensamblado para ser usados como materias primas en otro tipo de productos, así como, la instauración de efectivas políticas de recolección y adecuada gestión de los residuos producidos por los consumidores, de mano de los almacenes de venta y comercialización de este tipo de productos.

A los gobiernos nacionales y locales se les sugiere revisar y actualizar la legislación para regular la gestión post-consumo de los RAEE's, con obligaciones y sanciones para el productor, comercializador y el consumidor. Así mismo, un adecuado seguimiento a la exportación de los RAEE's, con el fin de controlar la gestión local de los RAEE's efectuada por recuperadores y gestores.

A la alcaldía de Yopal se le sugiere que exija a las empresas de recolección de residuos sólidos que realicen una adecuada gestión de los RAEE generados, los usuarios están cancelando tarifas de recolección que debiera ser selectiva, ésta disminuiría la extracción de recursos y permitiría aumentar la vida útil del relleno sanitario.

A los recuperadores se les recomienda tomar medidas preventivas para la gestión adecuada de este tipo de productos, una solución al problema de almacenamiento en los hogares podría ser que se asocien para buscar un solo sitio de acopio y así mismo, empezar a usar elementos de protección personal para la manipulación de este tipo de residuos.

A todos los implicados en la disposición final de los RAEE's se les recomienda evitar prácticas incorrectas para la salud y el ambiente, aún en lugares fuera de su jurisdicción ya que si el reciclado de cualquier tipo de residuos no es correcta pueden presentarse graves problemas de seguridad, ambientales o de salud para las personas que habitan tanto en zonas urbanas como rurales de la ciudad.

## 12. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades ATSDR. (2014) - ToxFAQs™ for Cadmium. Tomado de <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=19&tid=3>. Recopilado el 24 de enero de 2014.

Arenas, M., Murillo, D., & Solano, N., (2013) diagnóstico de la composición caracterización de los residuos sólidos urbanos, en la comuna I del municipio de Yopal. Fundación Universitaria de San Gil – UNISANGIL. Tesis concluida. Yopal. Colombia.

Blaser, F. (2009) Diagnóstico de Electrodomésticos y de Aparatos Electrónicos de Consumo en Colombia. Instituto Federal Suizo de Prueba e Investigación de Materiales y Tecnologías (empa) tomado de [http://www.residuoselectronicos.net/archivos/noticias/EMPA-ANDI\\_Diag\\_ElectrodomesticosyAparatosElectronicos.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/archivos/noticias/EMPA-ANDI_Diag_ElectrodomesticosyAparatosElectronicos.pdf) recopilado el 6 de enero de 2014.

Dirección General de Calidad Ambiental. (2012) Plan Integral de Residuos de la Comunitat Valenciana. Tomado de <http://www.cma.gva.es/webdoc/documento.ashx?id=168728>. Recopilado el 12 de dic de 2013.

Frers, C. (2010). ¿Hacia dónde va la basura electrónica?. Tomado de [http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/BasuraResiduos/hacia\\_donde\\_va\\_la\\_basura\\_electronica](http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/BasuraResiduos/hacia_donde_va_la_basura_electronica). Recopilado el 14 de septiembre de 2015.

González, a. ed al. (2012). Impacto medioambiental de los desechos electrónicos en el sector salud privado de la ciudad de Monteria-la otra cara de la tecnologia (e-waste). Corporación unificada nacional CUN Montería. tomado de <http://e-waste2012.blogspot.com.co/>. Recopilado el 14 de septiembre de 2015

Greenpeace (2011) el lado tóxico de la telefonía. Contenido en línea tomado de <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2010/3/basura-electronica-el-lado-toxico-de-la-telefonía-movil.pdf> recopilado el 2 de enero de 2014.

Hicks, C. (2005). The recycling and disposal of electrical and electronic waste in China—legislative and market responses. Tomado de

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925505000533>. Recopilado el 14 de septiembre de 2015.

Hernández A. (2013). Este año Colombia tendrá 143.000 toneladas de residuos electrónicos. Artículo publicado el 1 de noviembre del 2013 en el tiempo. Com. Recuperado de [http://www.eltiempo.com/tecnologia/actualidad/ARTICULO-WEB-NEW\\_NOTA\\_INTERIOR-13156235.html](http://www.eltiempo.com/tecnologia/actualidad/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-13156235.html). Recopilado el 2 de enero de 2014.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto ed al. (2003). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.

Instituto Federal Suizo de Prueba e Investigación de Materiales y Tecnologías (empa) (2011) Where are WEee in Africa. Recuperado de [http://step-initiative.org/tl\\_files/step/\\_downloads/EWAS/UNEP-CHW-EWASTE-PUB-WeeAfricaReport.English.pdf](http://step-initiative.org/tl_files/step/_downloads/EWAS/UNEP-CHW-EWASTE-PUB-WeeAfricaReport.English.pdf) recopilado el 6 de enero de 2014.

Mestreacasa. 2010. Reportaje "Comprar, tirar, comprar" conselleria de educación, cultura y deporte Valencia España. Tomado de [mestreacasa.gva.es/c/document\\_library/get\\_file?folderId=500005053840&name=D\\_LFE-265090.pdf](http://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500005053840&name=D_LFE-265090.pdf) recopilado el 10 de octubre de 2014.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). República de Colombia. Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Tomado de [http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia\\_RAEE´S\\_MADS\\_2011-reducida.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE´S_MADS_2011-reducida.pdf). Recopilado el 2 de enero del 2013.

Ott D & Empa (2008). Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares. Contenido en línea tomado de [http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/080331\\_EMPA-CNPMLTA\\_Diagnstico%20e-waste%20Colombia.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/080331_EMPA-CNPMLTA_Diagnstico%20e-waste%20Colombia.pdf). Recopilado el 2 de enero de 2014.

Román, I. (2014). E-Waste en América Latina. El aporte de los operadores móviles en la reducción de la basura electrónica - Estudio de casos. Tomado de <http://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2014/05/eWaste-Latam-spa-Completo.pdf>. Recopilado el 13 de septiembre de 2015.

Román, I. (2015). eWaste en Colombia el aporte de los operadores móviles en la reducción de la basura electrónica - Estudio de caso. Tomado de <http://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/02/ewaste-colombia.pdf>. Recopilado el 13 de septiembre de 2015.

Scrap y Rezag. (2003). Los RAEE son la categoría de residuos que más crece en Estados Unidos. Tomado de <http://www.rezagos.com/news/view/228-los-raee-son-la-categoria-de-residuos-que-mas-crece-en-estados-unidos.html>. recopilado el 14 de septiembre del 2015.

Step, (2009) citado por UIT 2015. Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina UIT. Convenio de Basilea, CRBAS-Centro Regional Basilea para América del Sur, UNESCO, OMS, ONUDI, OMPI, CEPAL. Recopilado de [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/oth/0b/11/T0B110000273301PDFE.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/11/T0B110000273301PDFE.pdf). Recuperado el 9 de septiembre de 2015

Step (2014) Solving the E-Waste. Problem (Step) White Paper One Global Definition of E-waste. Tomado de [http://www.step-initiative.org/files/step/\\_documents/StEP\\_WP\\_One%20Global%20Definition%20of%20E-waste\\_20140603\\_amended.pdf](http://www.step-initiative.org/files/step/_documents/StEP_WP_One%20Global%20Definition%20of%20E-waste_20140603_amended.pdf). Recopilado el 15 de septiembre de 2015.

RAEE´S.org.co. (2013). RAEE´S como contaminante. Tomado de <http://RAEE´S.org.co/componentes-tóxicos>. Recopilado el 8 de enero de 2014.

Romero, J. (2014). Colombia vs. La basura electrónica, un partido que va empatado. Universidad del Rosario. Tomado de <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/8902/53166329-2014.pdf?sequence=1>. Recopilado el 10 de julio del 2015.

UNESCO (2010). Los residuos electrónicos “un desafío para la sociedad del conocimiento en America Latina y el Caribe” recopilado el 12 de septiembre de 2014. Retomado de [https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Boletin\\_ECOS/25/Informe\\_UNESCO\\_basura.pdf](https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Boletin_ECOS/25/Informe_UNESCO_basura.pdf).

Unión Europea, (2002). Diario Oficial de la Unión Europea. DIRECTIVA 2002/96/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE´S).

Vega, O. (2012). Efectos colaterales de la obsolescencia tecnológica. Revista Facultad de Ingeniería, UPTC, Enero-Junio de 2012, Vol. 21, No. 3. Tomado de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/DialnetEfectosColateralesDeLaObsolescenciaTecnologica-4222752%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/DialnetEfectosColateralesDeLaObsolescenciaTecnologica-4222752%20(1).pdf) recopilado el 13 de abril de 2013.

## **ANEXOS**

INTRODUCCIÓN: LA PRESENTE ENCUESTA TIENE COMO OBJETIVO REALIZAR DIAGNOSTICO DE LA GESTIÓN DE RAEE EN EL MUNICIPIO DE YOPAL (CASANARE), LE SOLICITAMOS LA DILIGENCIA CON LA MAYOR SINCERIDAD POSIBLE.

**INFORMACIÓN GENERAL**

**ENCUESTA**

Nº: \_\_\_\_\_

**BARRIO O SECTOR:** \_\_\_\_\_ **ESTRATO:**

\_\_\_\_\_

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Número de habitantes de la casa** \_\_\_\_\_

(0-10 años)	(11-18 años)	(19- o más)	TOTAL
-------------	--------------	-------------	-------

**INFORMACIÓN SOBRE RESIDUOS TÉCNICAMENTE APROVECHABLES**

¿Conoce algún tipo de información sobre la basura electrónica o RAEE?

Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_ No sabe / No contesta \_\_\_\_

¿Qué es la basura electrónica o RAEE?

Todo equipo o componente electrónico incapaz de cumplir la tarea para la que originariamente fueron inventados y producidos.

Componentes electrónicos que no son desechados

No sabe / No contesta

¿Conoce información sobre otro tipo de residuos técnicamente aprovechables?

Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_.

Si su Rta fue SI ¿Cuáles?

\_\_\_\_\_

¿En su residencia se generan residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)?

Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

¿Cada cuánto cambia su teléfono celular? Años (\_\_\_\_) Meses (\_\_\_\_)

¿Cuántos teléfonos celulares en desuso hay en Su casa?  
 1\_\_\_\_ 2\_\_\_\_ 3\_\_\_\_ Más de 3 ¿Cuántos?\_\_\_\_\_

¿Cuántos aparatos eléctricos o electrónicos obsoletos está almacenando en su hogar?

Ninguno   
 Uno (1)   
 Dos (2)   
 Tres (3)   
 Cuatro (4)   
 Cinco (5)   
 Más de cinco  ¿Cuántos?\_\_\_\_\_

¿Cuales?\_\_\_\_\_

En su casa: ¿Qué se hace con los siguientes aparatos, equipos electrónicos o eléctricos y desechos reciclables cuando se rompen o entra en desuso?

Elemento	Botarlo a la basura	Guardarlo en la casa	Devolverlo a las compañías fabricantes	entregarlo a un recolector informal	Regalarlos a un familiar o conocido	Otro ¿Cuál?
Celular	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Computador	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Memorias	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Televisor	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Nevera	_____	_____	_____	_____	_____	_____
ventilador	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Equipos de iluminación	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Pilas o baterías	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Plásticos	_____	_____	_____	_____	_____	_____
		-	-	-	-	-
Envases de vidrio	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Cartón / papel	_____	_____	_____	_____	_____	_____
latas	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	-		-	-	-	-
Otro	_____	_____	_____	_____	_____	_____
¿Cuál?	-		-	-	-	-
¿Cree que la basura electrónica afecta el ambiente?						
Si _____ No _____ . Si su Rta fue <u>SI</u> ¿porque? _____						

¿Cree que los desechos generados en su vivienda se pueden reutilizar o reciclar?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_. Si su Rta fue SI ¿Cuáles?

¿Compraría algún producto fabricado con material reciclable (celulares, MP3,  
radio, computadoras, cuadernos, revistas, artesanías etc.)?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_.

¿Conoce alguna empresa, fundación o un sitio donde reciclen este tipo de basura  
en Yopal?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Si su Rta fue SI ¿Cuál? \_\_\_\_\_

¿Le interesaría contribuir en la reutilización o reciclado de basura electrónica? Si  
\_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ .

**OBSERVACIONES:**

---



---



---



---

MUCHAS GRACIAS

Anexo: 2 . Encuesta recuperadores empresa de acueducto y alcantarillado de Yopal E.S.P. EAAAY

**ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS RAEE EN EL MUNICIPIO DE YOPAL (CASANARE)**  
**MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE**



MARTINEZ.S.A.M 2015

**CONDICIONES DE LOS RECUPERADORES DE RESIDUOS TÉCNICAMENTE APROVECHABLES**

INTRODUCCIÓN: LA PRESENTE ENCUESTA TIENE COMO OBJETIVO REALIZAR DIAGNOSTICO DE LA GESTIÓN DE RAEE EN EL MUNICIPIO DE YOPAL (CASANARE), LE SOLICITAMOS LA DILIGENCIA CON LA MAYOR SINCERIDAD POSIBLE.

Fecha: \_\_\_\_\_

ENCUESTA N° \_\_\_\_\_

**INFORMACIÓN GENERAL**

Nombre completo: \_\_\_\_\_ CC. O TI. N: \_\_\_\_\_

Edad (años): \_\_\_\_\_ . Teléfono: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

¿Hace cuánto vive en Yopal? (años) \_\_\_\_\_

Tiempo que lleva ejerciendo el reciclaje (años) \_\_\_\_\_

Señale de los siguientes qué tipos de material recolecta

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Cartón           | <input type="checkbox"/> Aee (Eléctrico Electrónico) Chatarra- |
| <input type="checkbox"/> Archivo          | <input type="checkbox"/> Cobre- Aluminio Vidrio                |
| <input type="checkbox"/> Pet              | <input type="checkbox"/> Otro _____                            |
| <input type="checkbox"/> Pe (Pead-) Pebd) | <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____                          |
| <input type="checkbox"/> Pasta            |  |

¿Qué cantidad de material es recogido a la semana kg/semanal

Cartón _____	Aee (Eléctrico Electronico) _____
Archivo _____	Chatarra _____
Pet _____	Vidrio _____
Pe (Pead-) Pebd) _____	Otro _____
Pasta _____	¿Cuánto? _____

¿Cuál es el precio de un kilo del material que vende?

Cartón \_\_\_\_\_ Aee (Eléctrico Electrónico) \_\_\_\_\_  
Archivo \_\_\_\_\_ Chatarra \_\_\_\_\_  
Pet \_\_\_\_\_ Vidrio \_\_\_\_\_  
Pe (Pead-) Pebd) \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_  
Pasta \_\_\_\_\_ ¿Cuánto? \_\_\_\_\_

¿A quién le vende el material recolectado?

\_\_\_\_\_

¿Realiza alguna actividad adicional? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ si su Rta fue si cual \_\_\_\_\_

¿Dónde obtiene el material con el que trabaja?

- Calle  
 Empresas (¿Cuál?) \_\_\_\_\_  
 Residencial (¿qué Sector?) \_\_\_\_\_

¿En que lo recoge? \_\_\_\_\_

## ASPECTOS SOCIALES

¿Tiene algún tipo de formación escolar?

Ninguno  Primaria  Bachillerato

¿Está incluido en el siguiente tipo de enfoque diferencial?

Desplazado  Discapacitado  Afrodescendiente   
Indígena  LGTBI

¿Es cabeza de familia?

SI \_\_\_\_\_ - NO \_\_\_\_\_ Si su RTA fue si N° personas a cargo \_\_\_\_\_

¿Tiene algún tipo de Eps?

SI \_\_\_\_\_ - NO \_\_\_\_\_ Si su RTA fue si cual \_\_\_\_\_

¿Emplea elementos de protección personal? SI \_\_\_\_\_ - NO \_\_\_\_\_ cuales

Guantes  Tapabocas  Uniforme  Botas

¿Pertenece a alguna asociación SI \_\_\_\_\_ - NO \_\_\_\_\_ cuál? \_\_\_\_\_

¿Sufre de alguna tipo de enfermedad laboral SI \_\_\_\_\_ - NO \_\_\_\_\_

¿Cuál? \_\_\_\_\_

## OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

---

---

MUCHAS GRACIAS

Anexo: 3. Encuesta a almacenes de Aparatos eléctricos y electrónicos



**ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS RAEE EN EL MUNICIPIO DE YOPAL (CASANARE)**  
**MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE**

MARTINEZ.S.A.M 2015

INTRODUCCIÓN: LA PRESENTE ENCUESTA TIENE COMO OBJETIVO REALIZAR DIAGNOSTICO DE LA GESTIÓN DE RAEE EN EL MUNICIPIO DE YOPAL (CASANARE), LE SOLICITAMOS LA DILIGENCIA CON LA MAYOR SINCERIDAD POSIBLE.

NOMBRE DEL ALMACÉN: \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA PERSONA: \_\_\_\_\_ CARGO: \_\_\_\_\_

Promedio y tipo de electrodomésticos vendidos al mes:

TIPO DE ELECTRODOMÉSTICOS	CANTIDADES
<b>TOTAL</b>	

¿Conoce la ley 1672? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Si su Rta fue SI de que trata?

\_\_\_\_\_

¿Conoce algún tipo de información sobre la basura electrónica o RAEE? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

¿Se realiza recolección de RAEE en el almacén a los productos comprados por sus clientes? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Si su Rta fue SI ¿cuál es la gestión que realiza con estos y que cantidades recoge?

\_\_\_\_\_

¿Cree que la basura electrónica afecta el ambiente? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Si su Rta fue SI ¿Por qué? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Le gustaría realizar recolección de RAEE en el almacén? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ ¿Porque?

\_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_

---

GRACIAS

MUCHAS

Anexo: 4. Entrevistas empresas de aseo



**ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS RAEE EN EL MUNICIPIO DE YOPAL (CASANARE)**  
**MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE**

MARTINEZ.S.A.M 2015

INTRODUCCIÓN: LA PRESENTE ENCUESTA TIENE COMO OBJETIVO REALIZAR DIAGNOSTICO DE LA GESTIÓN DE RAEE EN EL MUNICIPIO DE YOPAL (CASANARE), LE SOLICITAMOS LA DILIGENCIA CON LA MAYOR SINCERIDAD POSIBLE.

**NOMBRE:**

**CARGO:**

**PROFESIÓN:**

**INFORMACIÓN GENERAL**

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_ Número de usuarios:  
\_\_\_\_\_

¿Cuál es la frecuencia de recolección? \_\_\_\_\_

Personas vinculadas con la empresa

ACTIVIDAD	CANTIDAD

¿La empresa cuenta con recicladores vinculados? De qué forma

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿Cuál es la cantidad de material que se recolecta a diario por la empresa?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿Composición del material recolectado?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

La empresa realizan procesos de:

Separación en la fuente SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ de qué forma

Reciclaje. SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ de qué forma

La empresa realiza recolección de RAEE. \_\_\_\_\_ describa el proceso

---

---

¿Cuál es la disposición que se le da a los residuos que se recolectan por la empresa?

---

---

¿Si en los residuos recolectados el personal observa RAEE se realiza algún tipo de separación de este material?

---

---

¿Si en los residuos recolectados hay RAEE que disposición les da?

---

---

¿Conoce la Ley 1672?

---

---

¿Cuáles son las obligaciones de la empresa según dicha ley, las cumplen?

---

---

¿Cuáles son las actividades de RSE que realiza la empresa en el municipio?

---

---

¿Cree que la basura electrónica afecta el ambiente?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ . Si su Rta fue SI ¿porque?

---

---

---

¿Conoce alguna empresa, fundación o un sitio donde reciclen RAEE en Yopal?

Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Si su Rta fue SI ¿Cuál?

---

---

---

**OBSERVACIONES:**

---

---

---

---

---

---

MUCHAS GRACIAS.