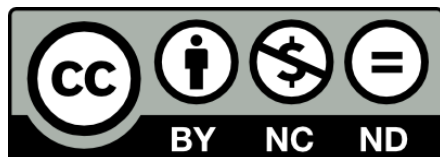


DISEÑO DE ESTRATEGIA PARA LA RECOLECCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DE
APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS EN EL SECTOR VIVIENDA DE LA
COMUNA 2 DE VILLAVICENCIO



ERIKA PAOLA PARRA MARTÍNEZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2019

Diseño de estrategia para la recolección y gestión de RAEE

**DISEÑO DE ESTRATEGIA PARA LA RECOLECCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DE
APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS EN EL SECTOR VIVIENDA DE LA
COMUNA 2 DE VILLAVICENCIO**

ERIKA PAOLA PARRA MARTÍNEZ

CÓDIGO: 2168969

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Ambiental

Asesor

MSc LEIDY JOHANA ARIZA MARÍN

Economista, MSc gestión ambiental sostenible, PhD© en Geografía

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO**

2019

Autoridades Académicas

P. JUAN UBALDO LÓPEZ SALAMANCA O.P

Rector General

P. MAURICIO ANTONIO CORTES GALLEGO O.P

Vicerrector Académico General

P. JOSÉ ARTURO RESTREPO RESTREPO O.P.

Rector Sede Villavicencio

P. RODRIGO GARCÍA JARA O.P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

YÉSICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN

Decana Facultad de Ingeniería Ambiental

Nota De Aceptación

YÉSICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN

Decana Facultad de Ingeniería Ambiental

LEIDY JOHANA ARIZA MARÍN

Directora Trabajo de Grado

KIMBERLY PATRICIA MONTAÑEZ MEDINA

Jurado

ANGÉLICA BUSTAMANTE ZAPATA

Jurado

Contenido

	Pág.
Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción.....	3
2. Planteamiento del problema	4
2.1. Descripción del problema.....	4
2.2. Formulación en torno al problema	5
3. Objetivos	6
4. Justificación.....	7
5. Alcance.....	9
6. Antecedentes.....	10
7. Marco Referencial.....	13
7.1. Marco Teórico	13
7.2. Marco Conceptual.....	16
7.3. Marco Legal.....	18
8. Metodología.....	20
9. Resultados.....	26
9.1. Proyección 2005- 2018 de viviendas en la comuna 2	26
9.2. Caracterización de la población y aparatos eléctricos y electrónicos	29
9.2.1 Caracterización de la población	29
9.2.2. Caracterización de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)	32
9.3. Diagnóstico de la disposición final de RAEE en la comuna 2 del municipio de Villavicencio y los gestores autorizados.....	39
9.3.1. Análisis de flujo de materiales (AFM).....	39
9.3.2. Valor económico de los RAEE.....	46
9.3.3. Generación de RAEE anual en unidades por tipo de AEE	51

9.3.4.	Mapas de Consumo y Métodos de disposición final	52
9.3.5.	Gestores de RAEE en Villavicencio	56
9.4.	Lineamientos para realizar una adecuada recolección y gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).	56
	Rutas de recolección	60
	Campañas de recolección	60
10.	Discusión de Resultados	65
11.	Conclusiones	67
12.	Recomendaciones	69
13.	Referencias Bibliográficas	70
14.	Anexos	73

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Impacto en el medio ambiente y en la salud humana..	16
Tabla 2. Marco legal.....	18
Tabla 3. Población de la ciudad de Villavicencio año 2005-2010.....	26
Tabla 4. Datos de Población y Tasa de crecimiento anual en la población de Villavicencio.	27
Tabla 5. Proyección de habitantes y viviendas de la comuna 2 al año 2018.....	28
Tabla 6. Clasificación de los AEE considerados en la encuesta, con la directiva del 2012 de la UE estratos socioeconómicos.	32
Tabla 7. Características de lámparas fluorescentes.....	35
Tabla 8. Características y tiempo en años de vida útil de los teléfonos celulares.	36
Tabla 9. Vida útil de un televisor según su tipo.....	37
Tabla 10. Valor económico aproximado de los bombillos ahorradores.....	47
Tabla 11. Comparativo del valor del material recuperado con el costo de un bombillo nuevo. ..	47
Tabla 12. Valor aproximado del total de los bombillos ahorradores obtenidos en la encuesta (Muestra) y del total generado por las viviendas de la comuna 2.....	47
Tabla 13. Valor económico de los celulares.....	48
Tabla 14. Comparativo del valor del material recuperado con el de un celular nuevo.....	48
Tabla 15. Valor aproximado del total de los celulares obtenidos en la encuesta (Muestra), y del total generado por las viviendas en la comuna 2.	48
Tabla 16. Valor económico de los relojes.	49
Tabla 17. Comparativo del valor del material recuperado con el de un reloj nuevo.	49
Tabla 18. Valor económico aproximado del total de los relojes obtenidos en la encuesta.	49
Tabla 19. Valor económico de los televisores.	50
Tabla 20. Comparativo del valor del material recuperado con el de un televisor nuevo.....	50
Tabla 21. Valor económico aproximado del total de los televisores obtenidos en la encuesta. ...	50
Tabla 22. Valor económico de los ventiladores.....	51
Tabla 23. Comparativo del valor del material recuperado con el de un Ventilador nuevo.....	51
Tabla 24. Valor económico aproximado del total de los ventiladores obtenidos en la encuesta..	51

Tabla 25. AEE con sus respectivas unidades generadas como RAEE anualmente.	52
Tabla 26. Total de RAEE en tonelada anual.	52
Tabla 27. Aspectos cualitativos recolectados mediante la encuesta, acerca de los métodos de recolección de RAEE y sensibilización sobre su manejo.	57
Tabla 28. Requerimientos para las rutas de recolección en la comuna 2.	60
Tabla 29. Actividades para realizar las campañas de recolección.	60
Tabla 30. Elementos necesarios para el acopio y la gestión de los RAEE.	61
Tabla 31. Empresas que realizan la recolección y gestión de los RAEE.	62

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo sobre la estructura de la metodología (Parra, 2019).....	25
Figura 2. Participación por Género Femenino (F) y Masculino (M) (Parra, 2019).....	30
Figura 3. Barrios y estratos socioeconómicos de la comuna 2 (Parra, 2019).....	30
Figura 4. Participación de la comunidad por estratos socioeconómicos (Parra, 2019).	31
Figura 5. Personas que habitan por vivienda (Parra, 2019).....	31
Figura 6. Nivel de estudio de las personas encuestadas (Parra, 2019).....	32
Figura 7. Cantidad por Aparato Eléctrico y Electrónico (AEE) (Parra, 2019).....	34
Figura 8. Porcentaje de presencia de los tipos de Bombillos en el sector vivienda de la comuna 2 (Parra, 2019).	35
Figura 9. Tiempo Promedio en la frecuencia de compra de cada AEE (Parra, 2019).	38
Figura 10. Promedio de tiempo en el que los habitantes dan disposición final de los AEE para pasar a ser RAEE (Parra, 2019).	38
Figura 11. Promedio de tiempo con el que los habitantes llevan con el AEE (Parra, 2019).	39
Figura 12. Diagrama de flujo de materiales para un bombillo ahorrador (Parra, 2019).....	41
Figura 13. Diagrama de flujo de materiales para un celular (Parra, 2019).	43
Figura 14. Diagrama de flujo de materiales para un reloj (Parra, 2019).....	44
Figura 15. Diagrama de flujo de materiales para un televisor (Parra, 2019).....	45
Figura 16. Diagrama de flujo de materiales para un ventilador (Parra, 2019).	46
Figura 17. Mapa de consumo de AEE (Arcgis) (Parra, 2019).	54
Figura 18. Mapa Métodos en la comunidad de Disposición Final de los RAEE (Arcgis) (Parra, 2019).....	55
Figura 19. Conocimiento de la comunidad en cuanto a gestores en Villavicencio (Parra, 2019).	56
Figura 20. Métodos de gestión y recolección de RAEE (Parra, 2019).	57
Figura 21. Estrategia Combinada para la comuna 2 de la ciudad de Villavicencio (Parra, 2019).	59

Tabla de anexos

	Pág.
Anexo 1. Mapa Comuna 2 de la ciudad de Villavicencio, Meta (Arcgis) (Parra, 2019).	73
Anexo 2. Encuesta aplicada para el sector vivienda en la comuna 2 de Villavicencio- Meta (Parra, 2019).....	74
Anexo 3. Radicado de la Secretaría de Ambiente.	76
Anexo 4. Radicado de CORMACARENA.	77
Anexo 5. Categorización de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) en la UE según directiva del 2012 (Santos et al, 2017).	78

Resumen

El presente trabajo de grado, busca darle un manejo diferenciado a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos generados en la comuna 2 del municipio de Villavicencio, con una estrategia elaborada mediante encuestas y entrevistas, de las cuales fue partícipe la comunidad. Se consideraron aspectos como el estrato socioeconómico de los habitantes de la comuna, factores influyentes en el consumo y hábitos de disposición final de estos residuos, además de la selección de métodos y lineamientos. De este modo, se consolidó una estrategia combinada, que incluye dos métodos diferentes: rutas de recolección y campañas de manejo adecuado, que se adecuan a la comunidad y permiten su participación activa, con el fin de minimizar los impactos generados por los RAEE, a través de empresas gestoras, fortaleciendo de esta manera la gestión de residuos del municipio.

Palabras Clave: Gestión, Consumidor, Vivienda, Contaminación, Desarrollo Sostenible.

Abstract

This degree work, seeks to give management differentiated waste electrical and electronic equipment generated in the commune 2 of the municipality of Villavicencio, with a strategy developed through surveys and interviews, in which the community participated. Aspects such as the socioeconomic stratum of the inhabitants of the commune, factors influencing the consumption and habits of final disposal of these residues, as well as the selection of methods and guidelines were considered. In this way, a combined strategy was consolidated, which includes two different methods: collection routes and appropriate management campaigns, which are adapted to the community and allow its active participation, in order to minimize the impacts generated by the WEEE, through management companies, thereby strengthening the municipal waste management.

Key Words: Management, Consumer, Housing, Pollution, Sustainable Development.

1. Introducción

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) son dispositivos cuya fuente de energía son la eléctrica o la alterna (como las pilas o baterías para su funcionamiento), comúnmente usados por la sociedad actual; estos AEE sufren cambios operacionales, estructurales, o la obsolescencia programada a medida que avanza la tecnología, los cuales generan su desuso y pasan a ser residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (Santos, Murillo, Botero, & Guevara, 2017), cuyos componentes generan impacto, desde la extracción de los mismos hasta su disposición final, la cual se realiza de forma inadecuada, debido a la falta de información y comunicación que se tiene respecto al tema, desconociendo los impactos que se generan a la salud, a causa de los componentes de estos AEE e impactos en el ambiente que alteran la composición de suelos, contaminando el aire y generando incomodidad visual (Vega, 2012).

Actualmente la ciudad de Villavicencio, no es indiferente ante esta situación, en lo que respecta al conocimiento de la comunidad frente a este tipo de residuos, donde las entidades ambientales aún presentan falencias, en la divulgación de información sobre las consecuencias ocasionadas por el manejo inadecuado de estos, como lo es la recolección informal, una práctica común en la ciudad, y el depositar estos residuos en la basura para que su disposición final sea el relleno sanitario, además, de capacitar respecto a los implementos y métodos correctos para una manipulación adecuada de los RAEE (Quintero, 2014).

Con base en lo anterior, se elaboró una estrategia combinada de recolección y gestión para los RAEE en la comuna 2 de la ciudad de Villavicencio, basándose en información adquirida directamente de la comunidad y entidades ambientales, con la intención de cubrir esta necesidad que apenas se está trabajando, para que de esta manera se logre evitar la llegada de estos residuos a las celdas del relleno sanitario de la ciudad, y se logre una estabilidad ambiental, minimizando la contaminación en suelo, agua, aire y visual.

2. Planteamiento del problema

2.1. Descripción del problema

La manufactura y distribución de los aparatos eléctricos y electrónicos a nivel mundial va creciendo de modo exponencial debido a factores como la globalización. Además, la obsolescencia programada y las estrategias de marketing para el lanzamiento de éstos periódicamente con escasos cambios tecnológicos, actualizaciones en la programación de los sistemas operativos y diseño, crean en la sociedad contemporánea una necesidad de consumismo vertiginoso (Santos et al, 2017).

Por tal motivo, el consumismo por los AEE ocasiona un aumento progresivo de los RAEE, ocasionando impactos en el ambiente con las sustancias tóxicas que emanan al realizar un manejo inadecuado, contaminando agua, aire y suelo, con los lixiviados de cianuro y otras actividades de lixiviación, material particulado (grueso y fino) originarios de las actividades de desmantelamiento de los aparatos, cenizas emitidas al aire y cenizas residuales de las actividades de incineración de componentes, liberación de humos de mercurio amalgamado procedentes de actividades de “cocción”, aguas de desecho provenientes de instalaciones de trituración y desmontaje de los aparatos; impactos que afectan a su vez la salud humana (cáncer, alergias, afectación en riñones, entre otros), poniendo en riesgo la sostenibilidad ambiental y la continuidad de diversas especies tanto de animales como vegetales (Santos et al, 2017).

En Colombia, de acuerdo con la política nacional para la Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, se estimaron al año aproximadamente 252.000 toneladas en el 2014 de la considerada basura electrónica, cifras que siguieron en aumento por las innovaciones tecnológicas que se presentan aproximadamente cada año, no solo en aparatos de uso doméstico sino también de uso industrial (Santos et al, 2017). Por ello, existe una normatividad que rige el tema de los RAEE a nivel nacional, para su adecuada gestión, dirigida a productores, proveedores y consumidores en su disposición final, como el decreto reglamentario actual 284 del 2018 y la política nacional de gestión integral de RAEE, cuyos lineamientos de adopción se establecen en la ley 1672 del 2013, los cuales son muy recientes, y no son divulgados constantemente, de tal manera que se transfiriera la información a la comunidad general.

En la ciudad de Villavicencio, capital del Meta, a pesar de existir normas que controlan y exigen el debido tratamiento de estos RAEE, la divulgación de información y su manejo es deficiente, y son mínimas las acciones que se han venido realizando, entre estas, las jornadas de recolección de residuos, elaboradas por la Secretaría de Medio Ambiente del municipio de Villavicencio junto a CORMACARENA, destinando unos puntos de acopio en la ciudad para que de esta manera sean llevados los RAEE por la comunidad.

Por esta razón, es necesario elaborar un método de gestión que abarque más a la comunidad de Villavicencio en general y no solo se presente en ciertos sectores de la ciudad como es visto actualmente, permitiendo que la comunidad adquiriera el conocimiento necesario respecto al tema de los RAEE, para que de este modo haya una cercanía y efectiva participación al momento de realizar el manejo y la recolección de estos residuos, logrando así, a regular la cantidad de residuos desechados inadecuadamente.

Motivo por el cual, se consideró el sector vivienda de la comuna 2 de la ciudad de Villavicencio para en el presente proyecto, como modelo para el diseño de una estrategia que permita el adecuado manejo de los RAEE, teniendo en cuenta que el sector vivienda es el que menos información tiene en cuanto al tema, y la comuna 2 es la más central de la ciudad, en los cuales se ven inmersos barrios con viviendas desde el estrato 1 al estrato 6, según lo establecido por planeación en la alcaldía del municipio, lo cual hace de la comuna 2 un lugar susceptible a contribuir con la generación de RAEE, haciendo un aporte negativo al ambiente con la mala disposición de los RAEE (Alcaldía de Villavicencio, 2006).

2.2. Formulación en torno al problema

¿Cuáles son las acciones más adecuadas para la recolección y gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) para la comuna 2 en el municipio de Villavicencio?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Diseñar una estrategia participativa para la recolección y gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en el sector vivienda de la comuna 2 del municipio de Villavicencio.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la población y los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) que son utilizados en la comuna 2 del municipio de Villavicencio.
- Realizar un diagnóstico sobre la disposición final de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos RAEE en la comuna 2 del municipio de Villavicencio y los gestores autorizados.
- Construir lineamientos para realizar una adecuada recolección y gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

4. Justificación

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), hacen parte de la interacción moderna, llevando al consumo constante en la sociedad. Cuando estos finalizan su vida útil pasan a ser residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), de los cuales muchos son desechados inapropiadamente llegando directo a los rellenos sanitarios, lotes baldíos, sectores vulnerables, ríos, caños, etc (Villarreal, 2011).

El inapropiado manejo de los residuos, en este caso de los RAEE, se ha derivado de una insuficiente gestión y comunicación con respecto al tema, la baja educación ambiental de la sociedad ha llevado a que se dispongan sus residuos en lugares inapropiados. Debido a esta problemática y la reciente expedición el decreto 284 de 2018 reglamentario de la ley 1672 del 2013 con respecto al tema, existen escasas medidas de prevención, adecuada disposición y gestión de los RAEE, que permitan llevar a cabo la mitigación del problema generado por estos residuos, haciendo necesario iniciar los procesos de gestión e implementación de estrategias para los RAEE en las diferentes ciudades del país.

Son pocos los municipios en los cuales se han elaborado proyectos para el tratamiento de estos residuos, entre estos están Medellín, Cartagena y Bogotá, situación que genera preocupación en cuanto a la disposición final inadecuada de los RAEE en Colombia, debido a la mínima gestión y difusión de información que se ha tenido respecto al tema, exponiendo a la comunidad a tener afectaciones en la salud humana, a causa de las sustancias tóxicas presentes en la composición de los RAEE y algunos de estos resultan ser bioacumulativos en el ambiente (Blaser, 2009).

En Villavicencio, son escasas las acciones que permitan la recolección de los RAEE. En noviembre del 2017 y junio del 2018 se elaboraron jornadas de recolección, lideradas por la Secretaría de Medio Ambiente y CORMACARENA, en las cuales se recolectaron además de RAEE, pilas, llantas y medicamentos vencidos (Anexo 3). Aun así, hay aspectos de la norma que no se implementan a cabalidad, como el generar espacios de concertación, participación y socialización respecto al tema, expresado en el Lit. d- numeral 1- Art. 6- cap. II Ley 1672 del 2013 y la elaboración de actividades que permitan la efectiva divulgación, promoción y educación, con relación al tema del manejo diferenciado que debe considerar para cada tipo de RAEE, desde cada

una de las viviendas hasta la gestión de los mismos Art. 2.2.7 A.2.6.- cap. II- título 7 Decreto 284 de 2018.

Villavicencio se divide en 8 comunas, de las cuales la comuna 2 es una de las más representativas debido a la centralidad y diversidad de estratos en el sector vivienda, quienes tienden a tener acceso de una forma más constante a nuevos AEE, inclinándose poco a la reparación de los aparatos, lo que conlleva a su disposición final, haciendo de este sector un potencial a generar RAEE (Franco & Mojica, 2008).

Por tal razón, debido a la mínima implementación del decreto posterior a su expedición en la ciudad de Villavicencio, se realizó una estrategia que permite una planificación positiva para el manejo, recolección y gestión de estos RAEE en la ciudad, fortaleciendo la educación y participación de la comunidad, aportando de este modo una solución al problema ambiental generado por el mal manejo de los RAEE, en la comuna 2 para el sector vivienda, como caso ejemplo, puesto que hace parte de los deberes de las entidades ambientales y compromiso de la comunidad como consumidor, el contribuir en la minimización de estos residuos.

5. Alcance

La ciudad de Villavicencio en el departamento del Meta de acuerdo con la información del municipio cuenta con una superficie de 1.328 km² y con un aproximado de 431.476 habitantes, teniendo en cuenta la zona urbana y rural de la ciudad de Villavicencio (DANE, 2010).

El proyecto se elaboró para la comuna 2 de la ciudad de Villavicencio, la cual comprende los barrios Nueva Andalucía, las Colinas, Azotea, San Fernando, Barzal Alto y Bajo, Maizaro, Villaflores, Siete de Agosto, Buque, Trapiche, Villa María, Villacentro, Primavera Urbana, Camoa, Balatá, Los Pinos, Bonanza, Villa Codem, San José, Balcones de Toledo, San souccí. De acuerdo con cifras del censo en el año 2005, la comuna 2 cuenta con 11.372 viviendas y un promedio de habitantes por vivienda de 3,7 (DANE, 2010).

El proyecto se llevó a cabo durante un lapso de 5 meses. En el Anexo 1 se hace una muestra gráfica de la comuna 2 que representa el área de estudio para la elaboración de la estrategia de recolección y gestión de los RAEE.

6. Antecedentes

Desde la revolución industrial en adelante, la inadecuada disposición final de los RAEE y el aumento constante de estos a través del tiempo para cubrir necesidades de la humanidad, generan impactos negativos en nuestro entorno, situación a la cual se le ha dado importancia en algunas partes del mundo, donde se han realizado diversas investigaciones tanto a nivel internacional como nacional, mientras que a nivel local estas son ausentes para el tema de los RAEE.

A nivel internacional, se han realizado investigaciones con respecto a la gestión de residuos urbanos simulando el comportamiento de los residuos por indicadores cuantitativos (cantidad, porcentaje, entre otros), evaluando su eficiencia en un futuro próximo. Además de estimar el aumento de estos residuos en España se planteó un análisis de instrumentos de política con respecto al tema, enfatizándose en la parte económica de los procesos de transformación, planteando que se podría elaborar según la fase de transformación upstream y downstream ó según su naturaleza, en política de mandato y control o incentivos (André & Cerdá, 2006).

Una interesante investigación se ha realizado en México donde se elaboró un modelo del manejo de RAEE, teniendo en cuenta un modelo de dinámica de sistemas que permitieron identificar la tasa de retorno de las computadoras en México, mediante algunos factores la reducción de RAEE, como la información general sobre problemática ambiental, actitud hacia el reciclaje, publicidad, legislación y facilitadores del reciclaje (Arroyo, Villanueva, Gaytán, & García, 2012).

También se han realizado investigaciones donde se analiza la eficiencia de un modelo de recolección híbrido o mixto para la recolección de RAEE en Italia, donde se tuvo en cuenta el modelo de dinámica de sistemas, obteniendo un resultado positivo ante lo arrojado por el modelo híbrido, donde la frecuencia de recolección no está establecida como fija, sino de una manera más dinámica, permitiendo un servicio más sensible, tiempo de respuesta eficaz y mejora en la logística, lo cual aumenta su capacidad de carga de los vehículos y tiempo para las empresas de recolección RAEE, siendo beneficioso para los diferentes actores del sistema, tanto productores, proveedores, consumidores y recolectores (Elia, Gnoni, & Tornese, 2017).

Entre tanto, en Colombia se han realizado investigaciones en temas relacionados con la gestión de los RAEE, en la ciudad de Cartagena se determinó la viabilidad en la implementación de un

modelo basado en el sistema de gestión español que permitió por medio de la Directiva 2002/96/EC de la Unión Europea, caracterizar los RAEE e identificar los actores involucrados y el punto de origen de los RAEE, además, se desarrolló mediante esta información el planteamiento para la recolección domiciliar de los RAEE, con frecuencia, horario y modo de recogida de los residuos que se harían puerta a puerta, la cual se realiza con lo que ellos denominan “ECOTRAILER”, que tienen una capacidad entre 250 a 300 Kilos, que se ubicarían en diferentes puntos de la ciudad. (Villarreal, 2011).

Se han realizado estudios de planes estratégicos mediante un análisis de información con el método Scoring y un análisis de flujo de materiales (AFM), caracterizando los RAEE y conociendo además los actores involucrados en el proceso permitiendo el desarrollo del plan estratégico para el manejo adecuado de los RAEE en la PUJ siendo este consecuente y con responsabilidad ambiental (Quintero, 2014).

Se elabora una caracterización de residuos sólidos en un área de interés paisajístico Alonso Vera, donde se realizó una recolección de residuos entre estos los RAEE que representaron el 52% del total de los residuos recolectados, lo se debía a la cercanía con la carretera donde se es consecuente el paso de la comunidad, esta información con respecto a los senderos de la derecha e izquierda se evaluaron mediante el test Kruskal-Wallis y el test Welch, determinando diferencias de los residuos encontrados (García, 2015).

Se analizó mediante el método AHP (The Analytic Hierarchy Process), el análisis jerárquico de cada uno de los electrodomésticos, sin encontrar gran diferencia entre la importancia dada a cada uno para la selección del RAEE, en dicha selección se tuvo en cuenta el potencial de reúso y reciclaje, potencial de valorización, potencial de contaminación, unidades, disponibilidad de información y peso de cada uno de los RAEE, para la posterior gestión integral de los residuos generados, casos importantes de estos estudios fueron aplicados en el departamento del Valle del Cauca (Casas, Cerón, Vidal, Peña, & Osorio, 2015).

En cuanto a la ciudad de Villavicencio no se presentan registros de investigaciones o proyectos que permitan generar un avance positivo en cuanto a estrategias que permitan la adecuada recolección y gestión de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) dándoles un destino final adecuado minimizando los impactos en la ciudad; en noviembre 28 y 29 del 2017 se realizó una jornada de recolección de RAEEs donde recolectaron una tonelada y media de residuos, de los cuales se obtuvieron 217 kg de solo RAEEs, además de 114 kg de bombillas, 703

kg de Medicamentos vencidos y 24,5 kg de pilas (Anexo 3); para el presente año el 7 de junio se realizó nuevamente una jornada de recolección donde participó la SMA y CORMACARENA, recolectando 11 ton de RAEE los cuales fueron entregados a Eco- computo (Anexo 4).

7. Marco Referencial

7.1.Marco Teórico

El crecimiento poblacional a nivel mundial tiene un ascenso anual de 80 millones de personas, cuyo desarrollo económico mantiene en constante adaptación, a los cambios y necesidades que va generando la población con el tiempo, y que a su vez implica un aumento en el consumo de los recursos naturales. En cuanto a la tecnología esta tendencia de adquirir más productos se vuelve un consumismo constante en la sociedad, cuando se trata de estar a la vanguardia con los avances tecnológicos, debido a la obsolescencia programada, cambios en su estructura y funcionalidades (UNESCO, 2017).

La obsolescencia programada, es aquella que es concebida por el fabricante en el aparato para que su vida útil natural se reduzca, quedando obsoleto y obligando al consumidor a comprar uno que lo reemplace, y de esta manera se genere un constante cambio de bienes en el mercado, empezando a ponerle valor a otras cualidades de los productos como sus funcionalidades en vez de la duración del mismo (Martínez & Porcelli, 2016). Estas situaciones generan una problemática más al ambiente, debido a que estos aparatos obsoletos e inservibles son RAEE que requieren de un adecuado tratamiento, ya que su composición termina generando impactos en el ambiente, sea recurso suelo y agua con los lixiviados de metales pesados, el recurso aire con gases contenidos en algunos de los RAEE como el mercurio, que a su vez afectan la salud humana (Santos et al, 2017).

Debido a esto y otras situaciones que impactan el medio ambiente, se han venido formando organizaciones como The Nature Conservancy (TNC) fundada en 1951, WWF (World Wildlife Fund) nació en Suiza en 1961, GREENPEACE fundada en 1971 Canadá, World Nature Organization (WNO) en el 2012, entre otros, que trabajan en pro a la conservación del medio ambiente (Ortíz, 2017). Además, la ONU elaboró un programa donde las Naciones Unidas contribuyen al desarrollo sostenible, donde la reducción de RAEE y búsqueda de medidas para este tipo de residuos hace parte del objetivo 12, el cual hace referencia a la producción y consumo responsable, donde se hace de vital importancia las acciones para eliminar los desechos que resultan tóxicos, reciclando y gestionando por medio productores, proveedores, los consumidores

y recolectores, avanzando hacia un consumo sostenible. El alcanzar con los objetivos del desarrollo sostenible requiere de un continuo soporte de parte de las instituciones gubernamentales, dichos objetivos son evaluados constantemente y conforme a ello, a los resultados se van creando políticas de cumplimiento y acuerdos basados en cambios y mejoras (Burguillo, 2002).

Dentro de los objetivos del desarrollo sostenible, el objetivo 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), en sus metas está “de aquí al 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo” (ONU, 2018), mediante la gestión integral de los residuos sólidos, cuyo conjunto de acciones se realizan encaminadas a dar una disposición más adecuada a los residuos, independientemente del tipo de residuo que se esté tratando.

Donde existe presencia del ser humano existe generación de residuos, por ende, es un tema que compete a nivel mundial como parte de la sostenibilidad y desarrollo de la humanidad, todo patrón de consumo que se genere da como resultado residuos generados, comúnmente el tipo de comunidad que tienden a ser mayores generadores per cápita son aquellos cuyos ingresos económicos son más altos (Vásquez O. , 2005).

La gestión de residuos se puede dividir en cuatro fases como lo son la pre- recogida, recogida y transporte, tratamiento y vertido; dentro de la fase de pre-recogida se tiene en cuenta el debido almacenamiento de los residuos, donde sus contenedores sean los adecuados con respecto al tipo de residuo a almacenar, el manejo adecuado de estos, clasificación y presentación de los residuos, con el fin de tener un funcionamiento más óptimo en las siguientes fases; la fase de recogida y transporte suele ser la que más costos genera dentro del sistema de gestión, sistema de transporte debe ser el indicado y contar los requerimientos para el mismo, los residuos pueden ser llevados a plantas de reciclaje, aprovechamiento o a rellenos sanitarios que hacen parte del tratamiento de estos residuos dependiendo de su origen, así mismo se realiza su tratamiento; el vertido es el método comúnmente empleado, y seguirá siendo de esta manera hasta no encontrar solución total para evitar el vertimiento de los residuos (André & Cerdá, 2006).

Dicha gestión de residuos, involucra igualmente aquellos que hacen parte de los peligrosos y se catalogan como residuos peligrosos aquellos que dentro de su composición o estructura contienen plomo, mercurio, berilio, arsénico, cadmio, selenio, cromo hexavalente, sustancias halogenadas, clorofluocarbonos, bifenilos policlorados, policloruros de vinilo, retardantes de llama, entre otros lo que hace que ciertos electrodomésticos hagan parte de residuos peligrosos. En su mayoría, los

RAEE contienen elementos o sustancias de origen peligroso dependiendo a su vez a la razón de su fabricación, en consecuencia, al contener este tipo de sustancias se encuentran dentro de los residuos peligrosos cuyo manejo a realizar debe ser de un modo diferenciado a los residuos ordinarios (Cortes, 2009).

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos o RAEE, son aquellos que el consumidor ha dejado a un lado ya sea por haber finalizado su vida útil o por obsolescencia programada, es uno de los flujos de residuos que más se mueve a nivel mundial, lo que hace que se convierta en una situación crítica, teniendo en cuenta a su vez que el crecimiento de estos cada vez es mayor aumentando aproximadamente en una tasa de 3 a 5% por año. Estos RAEE se clasifican en 6 categorías como se observa en el Anexo 5, y contienen una serie de materiales considerados de valor que pueden ser recuperados por medio de una adecuada gestión y disposición, además, contienen sustancias que son consideradas como peligrosas y requieren de un tratamiento y manejo adecuado (Elia et al, 2017).

Los componentes de los RAEE varían de acuerdo con el aparato y su naturaleza si es electrónico o eléctrico, pero muchos tienen elementos en común que están categorizados como “peligrosos” y otros como “no peligrosos” tanto para el ambiente como la salud humana, de esto considerados peligrosos pueden simbolizar el 3 % de la composición total de los RAEE (Santos et al, 2017).

Dentro de estos residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se encuentran los metales ferrosos (el hierro y el acero) que constituyen el 50% de los RAEE y no ferrosos (el cobre, el aluminio y metales preciosos como la plata, el oro, el platino y el paladio) componen el 13% y plásticos el 21%, además de vidrio, tarjetas de circuito impreso, cerámica, caucho y otros artículos. Asimismo, contiene sustancias peligrosas como lo son Bifenilos policlorados (PCB), Tetrabromo bisfenol A (TBBA), Polibromobifenilos (PBB), Éteres de difenilo polibromado (PBDE), Clorofluorocarbonos (CFC), Policloruro de vinilo (PVC), Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Plomo, Litio, Mercurio, Níquel, Selenio, Sulfuro de zinc, entre otros (Santos et al, 2017).

Teniendo en cuenta esto, la salud humana se puede ver afectada por los impactos ambientales causados por el crecimiento exponencial de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y su inadecuado manejo al finalizar su vida útil genera su disposición inapropiada (tabla 1). Dichos aparatos eléctricos y electrónicos están compuestos por diversos materiales como vidrio, plástico, metales, etc., que inicialmente generan contaminación visual debido a que el aspecto de aparato

desechado en la calle o espacios abierto dañan el paisaje de la ciudad, además de contaminar suelos y aguas tanto subterráneas como superficiales por causa de los metales pesados contenidos allí, que aparte de afectar el medio ambiente afecta de manera negativa la salud humana (Corantioquia, 2010).

Tabla 1. Impacto en el medio ambiente y en la salud humana.

	Daños potenciales a la Salud Humana	Daños potenciales para el Medio Ambiente
Materiales Ignífugos Bromados	Son cancerígenos y neurotóxicos; puede interferir así mismo con la función reproductora	En los vertederos con solubles, en cierta medida son volátiles, bioacumulativos y persistentes. Al incinerarlos se generan dioxinas y furanos.
Cadmio (Ca)	Posibles efectos irreversibles en los riñones; provocan cáncer o inducen a la desmineralización ósea	Bioacumulativo, persistente y tóxico para el medio ambiente.
Cromo VI	Provoca reacciones alérgicas; en contacto con la piel, es cáustico y genotóxico.	Las células lo absorben muy fácilmente; efectos tóxicos.
Plomo (Pb)	Posibles daños en el sistema nervioso, endocrino y cardiovascular; también en los riñones.	Acumulación en el ecosistema; efectos tóxicos.
Níquel (Ni)	Puede afectar a los sistemas endocrinos e inmunológico, a la piel y a los ojos.	---
Mercurio (Hg)	Posibles daños cerebrales; impactos acumulativos.	Disuelto en el agua, se va acumulando en los organismos vivos.

Nota: Daños generados por los componentes encontrados en los RAEE por (Quintero, 2014).

7.2.Marco Conceptual

Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE): Son todos aquellos aparatos que necesitan para su debida función una fuente de energía ya se interna o externa (Román, 2015).

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE): Aquellos aparatos eléctricos o electrónicos que han sido desechados ya sea por su obsolescencia y fin de su vida útil, independientemente de su fuente de energía interno o externo.

Aprovechamiento de RAEE: Proceso que permite recuperar un material o sustancia por medio de la recolección de residuos generados ya sea por su valor remanente o el poder calorífico de los residuos, con el objetivo de poder darles uso nuevamente(Santos et al, 2017).

Disposición final: Proceso de confinamiento y aislamiento de forma definitiva de los residuos sólidos en especial aquellos no aprovechables, en lugares debidamente seleccionados y diseñados

para evitar mayor contaminación, daños o riesgos al ambiente y por ende a la salud humana (Ley 1672, 2013).

Gestión integral: “Conjunto de acciones que permitan la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región” (Ley 1672, 2013).

Productor de AEE: Persona natural o jurídica que, con independencia de la técnica de venta utilizada, incluídas la venta a distancia o la electrónica que fabrique, importe o introduzca, arme o ensamble, remanufacture aparatos eléctricos y electrónicos; siempre que se realice con ánimo de lucro o ejercicio de actividad comercial (Santos et al, 2017).

Gestor de RAEE: “Persona que presta de forma total o parcial los servicios de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento o disposición final de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) dentro del marco de la gestión integral y cumpliendo con los requerimientos de la normativa ambiental vigente” (Santos et al, 2017).

Reciclaje: Conjunto de procesos que por medio de una recolección se le puede hacer aprovechamiento a los residuos para darle posteriormente una transformación que permitan darle un nuevo uso.

Reacondicionamiento: Proceso de renovación por medio de mantenimiento y/o reparación, reestableciendo las condiciones funcionales y estéticas de un aparato eléctrico y electrónico para darle un nuevo ciclo de vida (Santos et al, 2017).

Reutilización: Hace referencia a darle un nuevo uso a los aparatos eléctricos y electrónicos, ya sea después de haber tenido un dueño o haber pasado por un proceso de reparación y/o mantenimiento.

Sistemas de recolección y gestión de los RAEE: Son mecanismos de control y manejo ambiental que contiene el conjunto de actividades desarrolladas por el productor de aparatos eléctricos y electrónicos que garanticen la recolección y gestión integral de manera ambientalmente segura de los RAEE, con el fin de prevenir y controlar los impactos a la salud y el ambiente (Santos et al, 2017).

Usuario o consumidor: “Es toda persona natural o jurídica que contrate la adquisición, utilización o disfrute de un bien o la prestación de un servicio determinado”(Santos et al, 2017).

Punto de recolección: Es el sitio o lugar donde los consumidores pueden depositar sus residuos para que posteriormente sea trasladado para su aprovechamiento o disposición final (Corantioquia, 2010).

7.3.Marco Legal

Tabla 2. Marco legal.

NORMA	NOMBRE DE LA NORMA	PERTINENCIA
Convenio De Basilea (Ley 253 de 1996)	--	Se establecen los requerimientos transfronterizos para la movilización de material peligroso, evitando su entrada ilegal.
Decreto 1609 De 2002	<i>“Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera”.</i>	Establece los requerimientos técnicos y de seguridad para el adecuado manejo y transporte de mercancías peligrosas por carretera en vehículos automotores en todo el territorio nacional.
Decreto 4741 De 2005	<i>“Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”.</i>	Se establece la identificación de los residuos peligrosos, los requisitos del receptor de residuos peligrosos, obligaciones para el transportista como el contar con un plan de contingencia para el transporte de los residuos, obligaciones de seguimiento, control y remediación para quienes generen impactos con residuos peligrosos, prohibiciones, entre otras.
*Ley 1672 Del 2013	<i>"Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones"</i>	Se establece la creación de una política nacional de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, y se establece los lineamientos requeridos para la debida gestión integral de los RAEE, y se habla de las responsabilidades que debería tener desde el productor hasta el consumidor, incluidas las obligaciones de los gestores de dichos residuos que requieren de un manejo diferenciado.

Tabla 3. Continuación.

NORMA	NOMBRE DE LA NORMA	PERTINENCIA
* Decreto 284 De 2018	<i>"Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE Y se dictan otras disposiciones".</i>	Donde se expresa los alcances de las obligaciones incluyendo las autoridades ambientales y entes territoriales, además se presenta cual debería ser la adecuada disposición final y donde no debería ser dicha disposición final, este decreto entre otras normatividades, son regulaciones que generan responsabilidades tanto a productores, proveedores y consumidores con la disposición de estos residuos al finalizar su vida útil que hoy día se ha incrementado por cambios tecnológicos programados y realizados por los productores.

*Nota: * Marco legal relacionado directamente con los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) establecidos mediante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*

8. Metodología

Para el diseño de una estrategia de recolección y gestión de los RAEE en la comuna 2 se siguió una serie consecutiva de pasos, los cuales se dividen en las siguientes fases:

FASE 1: Caracterización de la población y los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) que son utilizados en la comuna 2 del municipio de Villavicencio

➤ Recopilación de información Secundaria.

Se emitieron radcados a entidades como la Secretaría de Medio Ambiente de Villavicencio y CORMACARENA, donde se preguntó todo lo referente a los RAEE, como actividades que se hayan realizado, proyectos, investigaciones y se obtuvo como respuesta los resultados de las campañas realizadas en el año 2017 y 2018 en el cual se llevó a cabo la cuarta campaña de residuos peligrosos (RESPEL) , además de indagar en las bases de datos del DANE, de la cual se obtuvo información demográfica de Villavicencio y la comuna 2 del censo más completo que fue realizado en el año 2005; en las oficinas de planeación de la Alcaldía de Villavicencio, suministraron información de estratificaciones y barrios de la comuna 2, y por último se consultaron páginas relacionadas con cada AEE que permitieran dar información relacionada con las partes que lo componen, peso, composición, entre otros, que permitieron llevar a cabo la caracterización de la población y de los AEE, además de la obtención del grupo muestral al cual se le realizó la encuesta.

➤ Recopilación y análisis de información primaria.

Para la elaboración del proyecto se tuvo en cuenta el sector vivienda de la comuna 2, al cual se le realizó una proyección desde el año 2005 al presente año 2018, debido a que no se presentan datos del mismo desde el año 2005 (Cálculo 1). Posterior a ello, se halló la muestra de las viviendas a las cuales se les realizó la encuesta, mediante la cual se obtuvo información pertinente, como algunos de los aspectos socioeconómicos (Nivel de estudio, estrato socioeconómico, número de

personas que habitan en la vivienda), AEE con los que cuentan en la vivienda, frecuencia en la compra del AEE, frecuencia en la disposición final, tiempo de tenencia de cada AEE (Anexo 2).

Ahora bien, mediante la información secundaria recolectada se conoció el promedio de habitantes por vivienda, y por ende el número de viviendas, las cuales fueron proyectadas al presente año, viviendas que se tuvieron en cuenta para obtener la muestra, donde se utilizó la ecuación para el cálculo de una muestra de población finita, la cual se observa a continuación:

Ecuación 1. Cálculo de muestra finita (Fuentelsaz, 2004).

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * p * q}$$

Donde:

n=Número de muestra

N = Total de la población

$Z\alpha$ = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (en su investigación use un 5%).

Posteriormente se aplicó la encuesta a la población que se obtuvo como muestra en el sector vivienda. Para realizar la encuesta, logrando la disposición de la comunidad a participar en la misma, se asistió a dos colegios, en los cuales la estratificación de sus beneficiarios son diferentes, obteniendo así desde el estrato 1 al 6, captando de esta forma los diferentes puntos de vista respecto al tema; en el colegio cuyos beneficiarios son del estrato 1 al 3, la encuesta fue realizada por los padres de familia, que en su momento se encontraban en reunión de padres, permitiendo de esta manera la participación de ellos junto a sus hijos y en el colegio cuyos beneficiarios son de estrato 4 al 6, la encuesta fue diligenciada por los jóvenes de los grados décimo y once, teniendo en cuenta que están en la capacidad de comprender y dar respuesta a este tipo de preguntas. Dicha encuesta suministró información con respecto a la cantidad y tipo de AEE con los que se cuenta por

vivienda, con qué frecuencia se compran, cada cuanto se disponen como RAEE, como realizan la disposición final y si conocen de algún gestor autorizado que realice el adecuado manejo y disposición final de estos RAEE (Anexo 2).

Conforme con lo anterior, se elaboró la tabulación y análisis de los datos obtenidos mediante el software IBM SPSS Statistics (*Statistical Package for the Social Sciences*), utilizando medidas de tendencia central para su análisis, con las que se identificaron aspectos socioeconómicos, patrones de consumo y disposición final, logrando elaborar de esta manera una serie de gráficas, cuyos porcentajes ilustraron la tendencia de la encuesta en el sector vivienda, con respecto a las variables a analizar.

En el caso de la caracterización de la población, se tuvo en cuenta la estratificación socioeconómica, obtenida mediante las encuestas realizadas inicialmente, y por medio de observación, se indicaron los tipos de comercio cerca de las viviendas de la comuna 2.

FASE 2: Realizar un diagnóstico sobre la disposición final de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en la comuna 2 del municipio de Villavicencio y los gestores autorizados.

Como resultado de las encuestas que se aplicaron en el sector vivienda en la fase 1, para la comuna 2, se obtuvo el número total de AEE y la cantidad por tipo de AEE en las viviendas de la comuna. Además, se adquirió información con respecto al modo de disposición final de los RAEE, y si conocen de algún gestor autorizado en la ciudad, que realice la recolección y gestión de los RAEE.

Posterior a esto, se inició con la recopilación de información secundaria en páginas oficiales relacionados con los AEE, revistas virtuales, entre otros, que permitieron conocer la vida útil de los cinco AEE más representativos en la encuesta realizada.

A su vez, por medio de un análisis de flujo de materiales (AFM), se evaluó el ciclo de vida de los AEE con sus materiales básicos de fabricación, siendo esta una herramienta que aporta a la toma de decisiones para el adecuado manejo de los residuos, teniendo en cuenta los impactos que dicho producto genera, al igual que las pérdidas generadas por el inadecuado tratamiento; ésta herramienta se elabora con ayuda de un software llamado Microsoft Visio, mediante un diagrama de flujo para cada uno de los cinco AEE más representativos del sector vivienda, considerando las pérdidas e impactos tanto social como ambiental durante el proceso, de recolección y gestión de

los RAEE (Quintero, 2014). Posteriormente, se contemplaron los valores económicos, que son los establecidos por el mercado, de los materiales más característicos de cada uno de los cinco AEE contemplándolos como futuros RAEE, a los que se les elaboró una matriz de valor económico, teniendo en cuenta la cantidad y precio de sus principales componentes.

Por otro lado, con del método de estimación por consumo y uso de aparatos, se obtuvo el número de unidades de RAEEs generadas anualmente por la comuna 2 (Ecuación 2), lo que permitió calcular la disposición anual en toneladas de RAEE por parte de la comunidad.

Ecuación 2. Generación de RAEE anual en unidades por aparato (Casas et al, 2015)

$$RAEE(t) = \frac{h(t) * n(t) * p(t)}{VU(t)}$$

Donde:

(h)= Número de viviendas que tiene la comuna 2.

(p) = Cantidad por cada aparato (estimada como el porcentaje de viviendas que tiene un determinado AEE)

(n)= Número promedio de aparatos (en las viviendas que cuentan con el aparato)

(VU)= Vida útil de cada aparato.

Conforme a la información obtenida en las encuestas, se elaboró un mapa de consumo de la comuna 2, considerando que los AEE que ingresan a manos del consumidor serán los que en un determinado tiempo pasen a ser RAEE y un mapa con el modo de disposición final de los RAEE. Para la elaboración del mapa se utilizó el software ArcGis (ArcMap), con la cartografía urbana de Villavicencio, donde también se señaló el área de estudio (comuna 2). Los mapas indican los porcentajes de consumo y disposición, por tipo de AEE de los cinco más representativos en el sector vivienda.

Igualmente, debido a que en la ciudad de Villavicencio solo se encuentra la fundación Federaee, quienes solo se encargan de recolectar y caracterizar los RAEE en la ciudad, principalmente en

empresas y negocios; se indagó respecto a la presencia de alguna empresa en la ciudad que realice la gestión integral de los RAEE.

FASE 3: Construir lineamientos para realizar una adecuada recolección y gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

Para esta fase, se realizó una entrevista a la población obtenida en la muestra (Calculo 4), los cuales fueron los actores involucrados en la construcción de los lineamientos, de acuerdo al método que presentó mayor porcentaje en su selección, y que mejor aplican para la recolección y gestión de RAEE en la comuna 2.

Acorde con lo anterior, también se tuvo en cuenta los Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos del Ministerio de Ambiente, para proponer las condiciones adecuadas que debe tener el centro de acopio para la recepción RAEE en la comuna 2 de la ciudad (Minambiente, 2010). Igualmente, se consideraron las condiciones de entrega de los RAEE por parte de los consumidores, a las personas encargadas de realizar la recolección de estos.

Por otra parte, mediante la entrevista aplicada, la comunidad seleccionó a su consideración quien sería la persona o el ente encargado de la supervisión y monitoreo del centro de acopio. Después de que se seleccionó la persona o entidad encargada, se conocieron los requerimientos que se deben tener para que sea otorgado el certificado de manejo responsable de los RAEE, por parte de las empresas gestoras a las personas encargadas y/o responsables del monitoreo en los centros de acopio o centros de almacenamiento temporal.

Además, de acuerdo con lo obtenido anualmente con el método de estimación por consumo y uso de aparatos (Ecuación 2), y la cantidad de RAEE requeridos por los gestores autorizados propuestos para la recolección y gestión, se expresó la frecuencia de recolección de los RAEE, con lo cual se determinó si la recolección se hace anual o se estima un tiempo diferente que permita conseguir la cantidad requerida para su transporte en la recolección.

Después de realizar la indagación, se propusieron los posibles gestores autorizados, de acuerdo con los AEE que más se generen como RAEE en el sector vivienda de la comuna 2, acatando el decreto 284 del 2018, en el cual dichos gestores deben contar con la licencia ambiental actualizada.

De esta manera, al tener en cuenta que se debe hacer un desplazamiento con los RAEE para su debido tratamiento, se consideró una serie de condiciones, como el estado del vehículo

transportador, sus características y personal que lo transporte, entre otros como se expresa en los Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos del Ministerio de Ambiente (Minambiente, 2010).

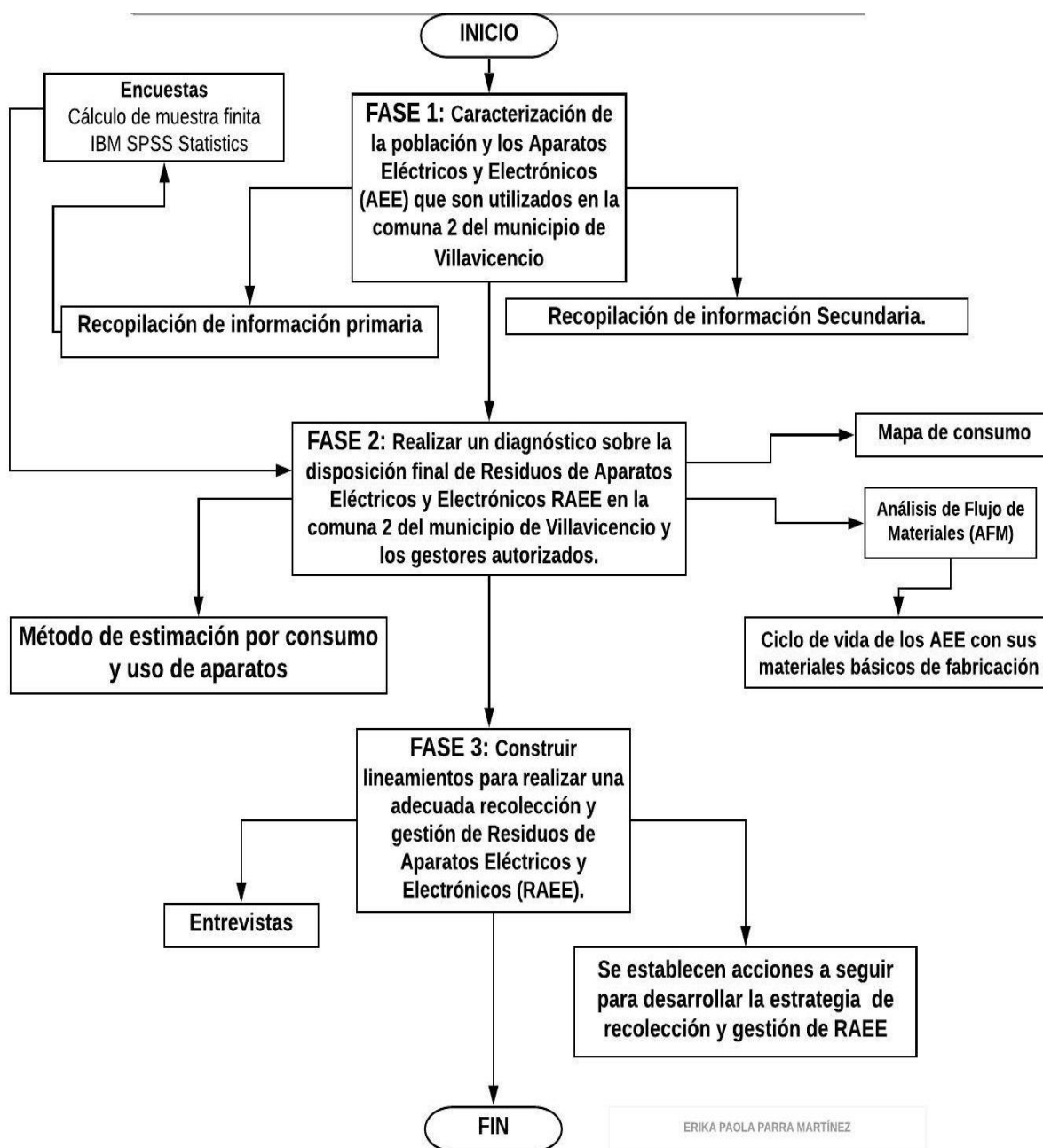


Figura 1. Diagrama de flujo sobre la estructura de la metodología (Parra, 2019).

9. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de realizar las indagaciones en campo, de acuerdo con las tres fases descritas en el marco metodológico de la investigación:

9.1. Proyección 2005- 2018 de viviendas en la comuna 2

Para la comuna 2 de la ciudad de Villavicencio, en los informes recolectados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), mediante el censo del año 2005 se evidenció un promedio de 11.372 viviendas de las 105.015 viviendas que existían en Villavicencio, es decir la comuna 2 tenía una participación del 10.8%, y con un promedio de habitantes por vivienda en Villavicencio de 3,7. Debido a que el censo siguiente fue realizado hasta el año 2018 y los resultados obtenidos son publicados hasta el año 2019, al tener esta información un lapso de tiempo de 13 años hasta el año 2018, se elaboró una proyección (Cálculo 1), para tener un número tentativo de habitantes y al mismo tiempo de viviendas en la comuna 2 (Alcaldía de Villavicencio, 2006).

Para elaborar la proyección de la población, se utilizó el método geométrico, usado para algunas poblaciones, de aquellas ciudades que aún no han alcanzado su desarrollo y crece uniformemente con respecto a años anteriores (Corcho & Duque, 2005). Los datos que se tuvieron en cuenta para elaborar la proyección de la población se obtienen del boletín del censo general para la ciudad de Villavicencio del año 2005, y la proyección de la población para el año 2010, elaborado por el DANE (DANE, 2010), como se observa en la tabla 3.

Tabla 4. Población de la ciudad de Villavicencio año 2005-2010.

	2005	2010
Villavicencio	384.131	431.476

Nota: Población de la ciudad de Villavicencio obtenida mediante el censo en el 2005 y proyección elaborada hasta el año 2010 de dicha población (DANE, 2010).

Para elaborar el cálculo de la proyección se halló inicialmente la tasa de crecimiento o también denominado interés compuesto; da a conocer el crecimiento medio anual de la población, utilizada para hacer proyecciones al futuro (Maldonado, 2005), de acuerdo a la información de la tabla 4.

Cálculo 1. Tasa de Crecimiento (TC). (Maldonado, 2005)

$$TC\% = \left(\left(\frac{P_{i+n}}{P_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) \times 100$$

TC : Tasa de crecimiento promedio entre cada par de periodos consecutivos.

P_{i+n} : Población que habrá “n” periodos después de tiempo “i”

P_i : Población que existe al iniciar el periodo de tiempo “i”

n : Número de periodos que hay entre P_i y P_{i+n}

$$TC\% = \left(\left(\frac{431.476}{384.131} \right)^{\frac{1}{(2010-2005)}} - 1 \right) \times 100$$

$$TC\% = 2.3\%$$

$$TC\% = 0,023$$

A continuación, en la tabla 4, se observa la tasa de crecimiento anual de la ciudad de Villavicencio con los datos de los años 2005 y 2010.

Tabla 5. Datos de Población y Tasa de crecimiento anual en la población de Villavicencio.

	2005	2010	*TC %
Villavicencio	384.131	431.476	0,023

Nota: Tasa de crecimiento anual aproximada de la población de Villavicencio, para una proyección al año 2018. Por Parra E., 2019.

Después de haber obtenido la tasa de crecimiento de 0,023 (2,3%) anual, se procedió a hallar la proyección de la comuna 2 (Cálculo 2), teniendo en cuenta el promedio de habitantes por vivienda el cual es de 3,7 personas, y un promedio de 11.372 viviendas, obteniendo un total de 42.076 personas en la comuna para el año 2005.

Cálculo 2. Proyección por método Geométrico de habitantes de la Comuna 2 del 2005 al 2018. (DANE, 2010)

$$P_{i+n} = P_i (1 + TC)^n$$

$$P_{i+n} = 42.076 (1 + 0,023)^{(2018-2005)}$$

$$P_{i+n} = 56.548 \text{ habitantes comuna 2}_{(2018)}$$

Posteriormente, teniendo la población proyectada al año 2018 se determinó el número de viviendas estimado para el año 2018 de la comuna 2 (Cálculo 3).

Cálculo 3. Número de viviendas proyectadas para el 2018.

$$\text{Viviendas Comuna 2 (2018)} = \frac{\text{Número de habitantes de la comuna}}{\text{Promedio de habitantes por vivienda}}$$

$$\text{Viviendas Comuna 2 (2018)} = \frac{56.548}{3,7} = 15.283 \text{ Viviendas}$$

En el transcurso de estos 13 años intercensales, la población de la comuna 2, aumentó con un valor tentativo de 56.548 habitantes, obteniendo un promedio de viviendas en la comuna 2 de 15.283 (tabla 5).

Tabla 6. Proyección de habitantes y viviendas de la comuna 2 al año 2018.

	2005	*2018
Habitantes Comuna 2	42.076	56.548
Viviendas	11.372	15.283

Nota: Cantidad de viviendas y habitantes de la comuna obtenidos mediante la proyección y promedio de habitantes por vivienda para el año 2018. Por Parra E., 2019.

La proyección realizada para las viviendas en el 2018 para la comuna 2, se tuvo en cuenta como población finita para determinar el número de la muestra, como se observa en el Cálculo 4, obteniendo como resultado 73 viviendas, a las cuales se les realizaron las respectivas encuestas.

Cálculo 4. Cálculo de muestra finita para el sector vivienda en la comuna 2. (Fuentelsaz, 2004)

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * p * q}$$

Donde:

n = Número de muestra

N = Total de la población

$Z\alpha$ = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

$q = 1 - p$ (en este caso $1 - 0.05 = 0.95$)

d = precisión (en su investigación use un 5%).

$$n = \frac{(15.283 \text{ viviendas}) * (1,96)^2 * (0,05) * (1 - 0,05)}{(0,05)^2 * (15.283 \text{ viviendas} - 1) + (1,96)^2 * (0,05) * (1 - 0,05)}$$

$$n = 72,6 \text{ viviendas}$$

$$n = 73 \text{ viviendas}$$

9.2. Caracterización de la población y aparatos eléctricos y electrónicos

9.2.1 Caracterización de la población

La comuna 2 de la ciudad de Villavicencio, es una de las más representativas debido a su ubicación central en la ciudad. Mediante la observación realizada en campo, se percibió una integración de diversos servicios en el sector como los de salud (clínicas y hospital), educación (colegios, institutos y universidades) y comercial.

Durante el proceso de la actividad realizada (encuesta), se tuvo una mayor participación de las mujeres con un 64,38%, mientras que en el caso de los hombres la participación fue de 35,62% una cantidad significativa, pero mínima ante la de las mujeres de la muestra seleccionada (figura 2).

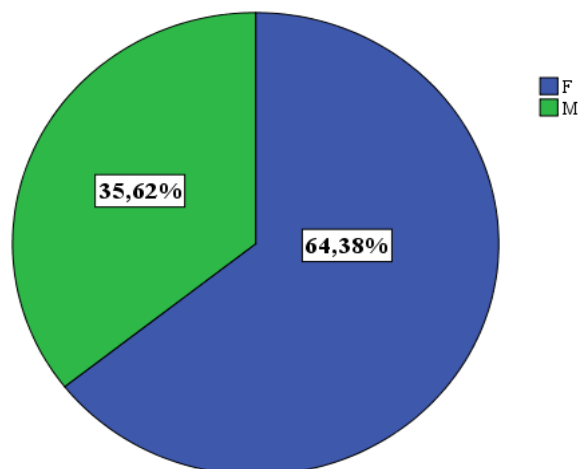


Figura 2. Participación por Género Femenino (F) y Masculino (M) (Parra, 2019).

A continuación, en la figura 3, se tiene una relación entre barrios y estratos socioeconómicos de las viviendas, donde se tienen barrios con presencia de estratos 1,2 y 3 como los Pinos, Villa Flores, Maizaro y la Azotea, al igual que barrios de estrato 4,5,6, en los que encontramos los barrios Villa María, Villa Codem, Barzal Alto, Buque y Trapiche; lo cual nos afirma la diversidad poblacional que se puede encontrar en este sector.

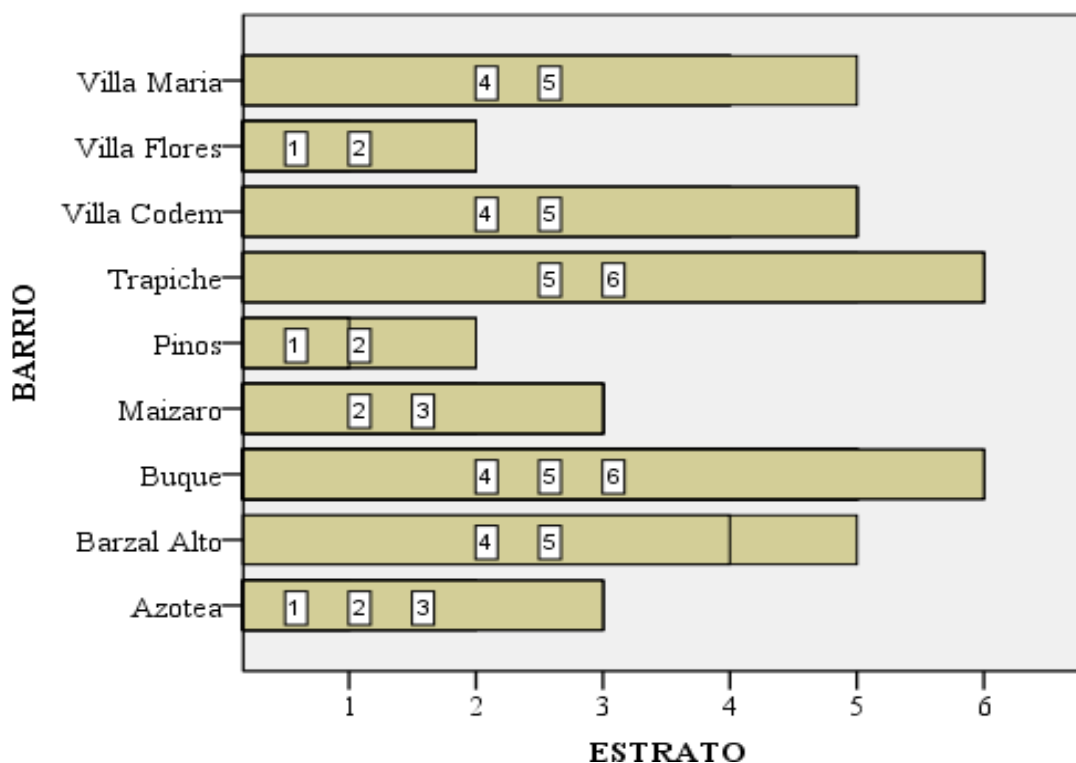


Figura 3. Barrios y estratos socioeconómicos de la comuna 2 (Parra, 2019).

La participación de los diferentes estratos fue evidente como se observa en la figura 4, y de gran importancia, porque de este modo se pudieron obtener diferentes puntos de vista respecto a las posibles soluciones para la problemática que se desprende de los RAEE. El estrato con mayor participación fue el estrato 5 con el 26,03%, seguido del estrato 2 con un 24,66%.

Además, se encontró que las viviendas habitualmente cuentan en su mayoría con 4 habitantes, como se puede observar en la figura 5 con un 42,47%; también es común encontrar viviendas con un número 3 habitantes con un 24,66% y 5 habitantes con un 20,55%.

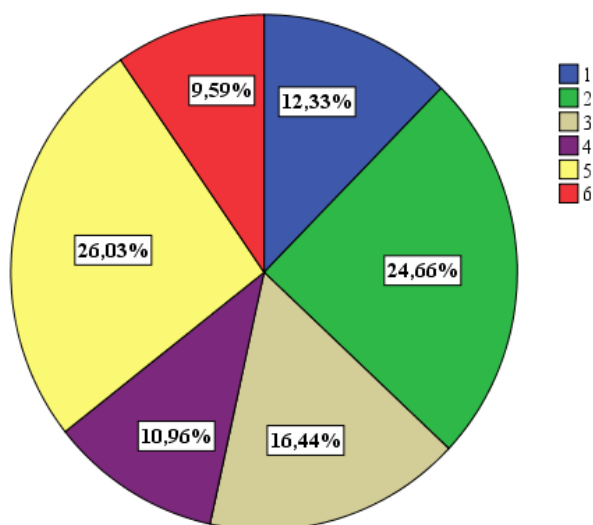


Figura 4. Participación de la comunidad por estratos socioeconómicos (Parra, 2019).

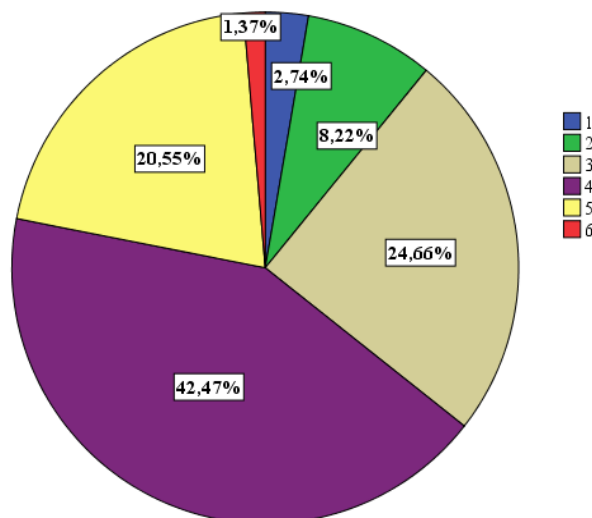


Figura 5. Personas que habitan por vivienda (Parra, 2019).

Por otro lado, se obtuvo información respecto al nivel de estudio de los habitantes que participaron en la encuesta, en este sector de la ciudad; como se observa en la figura 6, el 61,64% de las personas eran bachilleres y un 20,55% eran profesionales.

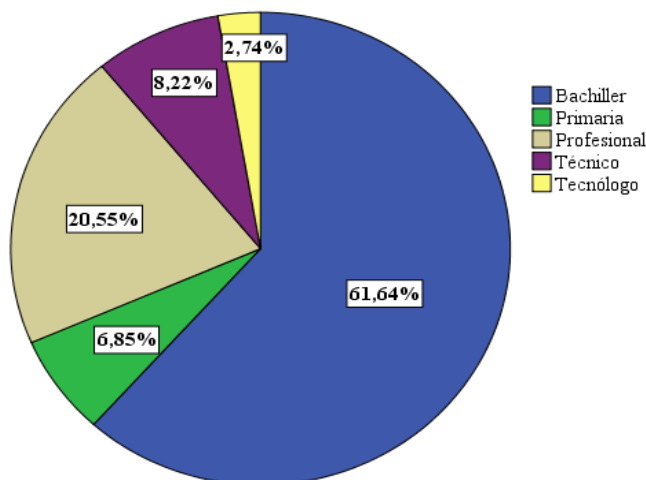


Figura 6. Nivel de estudio de las personas encuestadas (Parra, 2019).

9.2.2. Caracterización de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)

Los AEE, cuya fuente de energía son las alternas y la eléctrica, cuentan con su debida clasificación, de acuerdo con la política nacional de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, donde adoptaron dicha clasificación de la Unión Europea (UE) según la directiva del 2012 (Anexo 5).

Por ello, a través de las encuestas elaboradas, se propuso inicialmente los AEE, que son comúnmente encontrados en las viviendas de la comuna 2, dichos aparatos fueron relacionados a la clasificación de la UE según la directiva 2012 (tabla 6), que realizó la clasificación desde el punto de vista de la gestión del RAEE y no del AEE, y se obtuvo la cantidad de cada uno de estos AEE (figura 7), para poder determinar una cantidad aproximada de RAEE que serían generados en un futuro; los cinco (5) AEE con mayor presencia fueron bombillos inicialmente con una cantidad de 948 siendo este un producto de uso común, cubriendo una necesidad de iluminación en las viviendas, seguido de los celulares con una cantidad de 257 dispositivos, además, se hallaron 218 relojes, 169 televisores, 143 ventiladores.

Tabla 7. Clasificación de los AEE considerados en la encuesta, con la directiva del 2012 de la UE estratos socioeconómicos (Parra, 2019).

Categorías	AEE	Equivalencia con Directiva 2012
Aparatos de intercambio de temperatura	Neveras, equipos de aire acondicionado	Grandes electrodomésticos (únicamente de refrigeración y calefacción)

Tabla 8. *Continuación.*

Categorías	AEE	Equivalencia con Directiva 2002
Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas de superficie superior a los 100 cm ²	Televisores, Tablet, computador portátil	Equipos de informática y telecomunicaciones (Únicamente equipos de informática con pantallas de tamaño superior a 100 cm ²).
Lámparas	Lámparas fluorescentes compactas (bombillos ahorradores) y lámparas LED.	Aparatos de alumbrado excepto las luminarias
Grandes aparatos (con una dimensión exterior superior a 50 cm)	Lavadoras, hornos eléctricos, equipos de sonido	Grandes equipos (con una dimensión exterior superior a 50 cm) de todas las categorías excepto los equipos de refrigeración, calefacción y lámparas.
Pequeños aparatos (sin ninguna dimensión exterior superior a 50 cm)	Ventiladores, Relojes, videocámaras, máquinas de afeitar eléctricas, secador de cabello, plancha para cabello, sandwichera, planchas, licuadoras, consolas de video juego, balanzas	Pequeños equipos (sin una dimensión exterior superior a 50 cm) de todas las categorías excepto las lámparas.
Aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños (sin ninguna dimensión exterior superior a los 50 cm)	Celulares, teléfono fijo, computador de mesa, blu-ray	Equipos de informática y telecomunicaciones (con pantalla menor a 100 cm ² o dimensión exterior menor a 50 cm).

Nota: Adaptación de la división por categorías de los AEE de la directiva del 2012 de la UE, con los AEE que indicó la población tenían en su vivienda. Por Parra E., 2019.

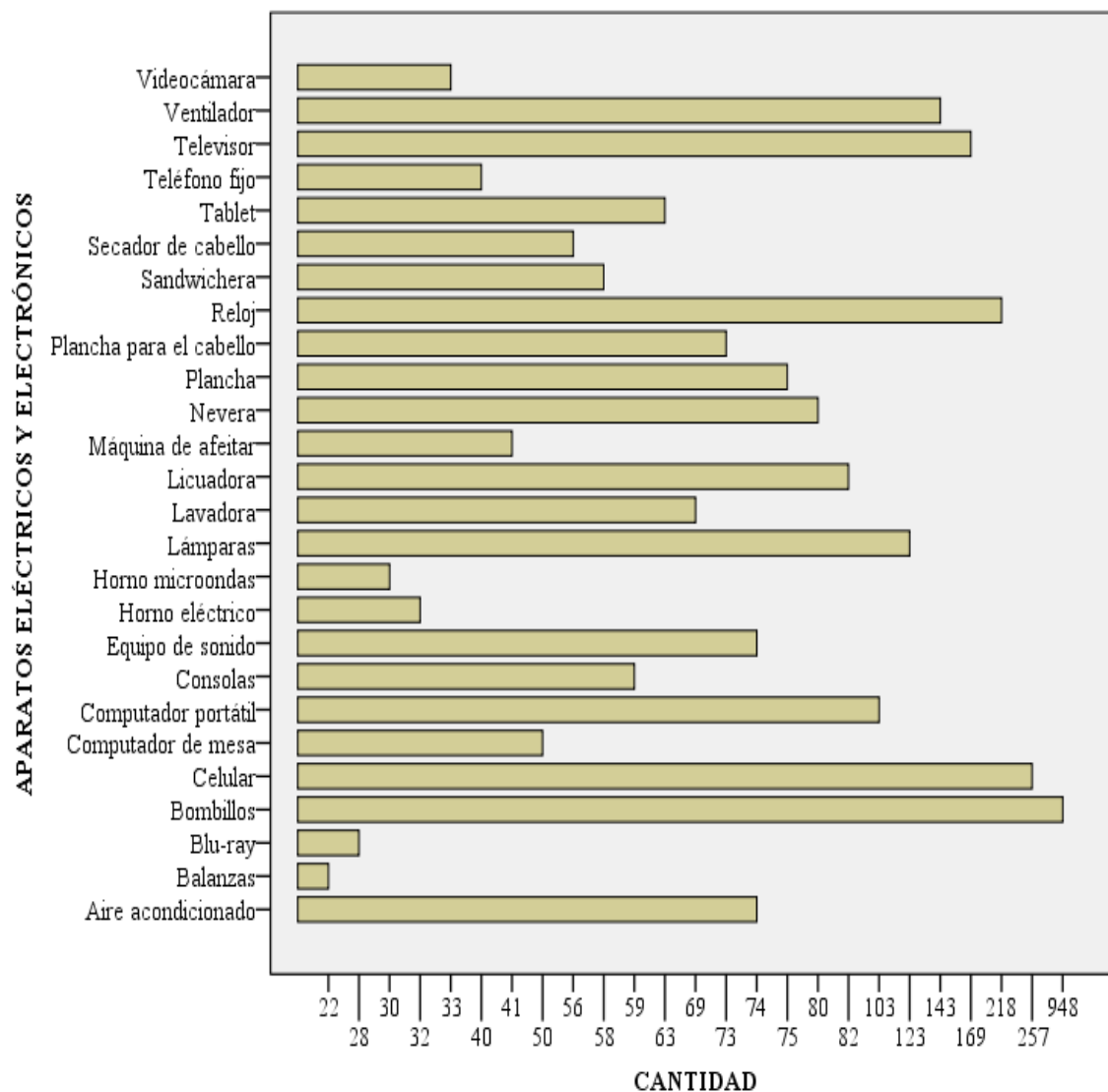


Figura 7. Cantidad por Aparato Eléctrico y Electrónico (AEE) (Parra, 2019).

Posterior a ello, se tiene una breve descripción y aspectos encontrados mediante la encuesta para los primeros cinco (5) AEE, con mayor presencia en el sector de la comuna 2 de Villavicencio:

- **Bombillos**

Los bombillos por ser un dispositivo con alta frecuencia de uso, por el servicio de luminosidad que presta en espacios con una iluminación natural poca o nula y en horas nocturnas, fue el de mayor presencia dentro los AEE, de acuerdo a la encuesta, en la cual, se obtuvo que el tipo de bombillo con mayor presencia en las viviendas de la comuna 2, un 11% de las personas encuestadas no respondieron, pero el bombillo ahorrador fue el más dominante en sus resultados

con un 45%, el segundo tipo de bombillo con un porcentaje del 38% son los bombillos LED (figura 8), esto se debe a que hoy en día muchas de las familias, tratan de disminuir el costo del servicio de luz eléctrica, mediante el uso de estos dos tipos de dispositivos, que prometen una disminución en el consumo de energía.

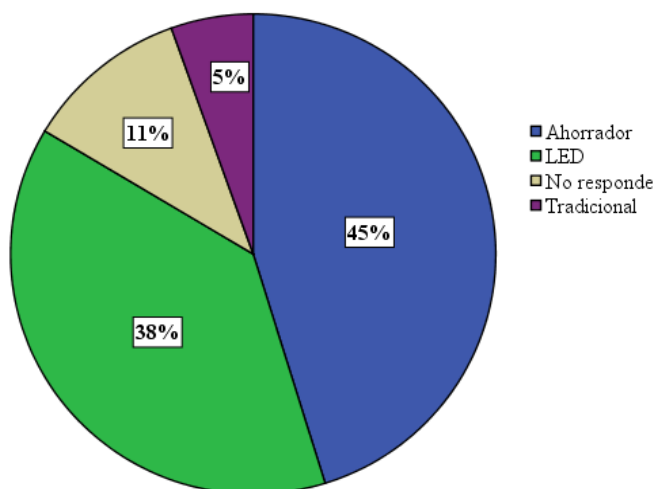


Figura 8. Porcentaje de presencia de los tipos de Bombillos en el sector vivienda de la comuna 2 (Parra, 2019).

Los bombillos ahorradores, son llamados técnicamente como Lámpara Compacta Fluorescente (CFL), son tubos fluorescentes con el tamaño de los bombillos incandescentes o tradicionales, y tienen una vida útil, utilizando entre el 50% y un 80% menos de la energía eléctrica, para generar la misma intensidad en iluminación (Ecured, 2018).

El uso de estos dispositivos es muy variado, igualmente tienen sus ventajas y desventajas durante su funcionamiento, que pueden afectar o favorecer durante su vida útil, en la tabla 7 se muestran dichas descripciones de los bombillos ahorradores.

Tabla 9. Características de lámparas fluorescentes

Mayor Uso	Características	
- Hogares - Oficinas - Fábricas - Instalaciones Comerciales	Ventajas	- Larga vida útil (3.000 horas (4 meses) a 10.000 horas (13 meses)) - Alta eficiencia - Puede producir diferentes colores de luz.
	Desventajas	- Baja tolerancia para bajas temperaturas. - Baja tolerancia para repeticiones de encendido y apagado.

Nota: Vida útil de los bombillos fluorescentes compactos de acuerdo a su uso y características. Por Takei, 2009.

- **Celulares**

Los teléfonos celulares, son aparatos electrónicos inalámbricos, que son usados para la comunicación, de un tamaño reducido que es basado en la tecnología ondas de radio (transmisión por radiofrecuencia) (Felix, 2007).

De acuerdo con las características de los aparatos electrónicos, se da un promedio de vida útil del dispositivo sea gama baja, gama media y gama alta, como se observa a continuación (tabla 8):

Tabla 10. Características y tiempo en años de vida útil de los teléfonos celulares.

Gama	Promedio de Vida Útil	Características Técnicas
Baja	2 años	Dualcore a 1.5 GHz (velocidad del procesador en ejecutar tareas), 512 MB RAM (agiliza el proceso de ejecución), Pantalla con resolución igual o menor de 720p.
Media	3 años	Qualcore a 1.5 GHz (velocidad del procesador en ejecutar tareas), 1 GB RAM (agiliza el proceso de ejecución), Pantalla con resolución igual o menor de 720p.
Alta	5 años	Qualcore a 2 GHz (velocidad del procesador en ejecutar tareas), 2 GB RAM (agiliza el proceso de ejecución), Pantalla con resolución 1080p.

Nota: Vida útil de un celular de acuerdo a la gama del mismo. Por Felix, 2007.

- **Relojes**

El reloj es un dispositivo que permite realizar mediciones del tiempo en horas, minutos, segundos, etc. (Pawnshop, 2018); cuentan una vida útil aproximadamente de 4 años a 6 años, dependiendo del uso que se le realice al reloj (LONGINES, 2018).

Este dispositivo cuenta con los siguientes elementos de manera general, que hacen parte de su estructura y funcionamiento: el motor (almacena la energía), un tren de rodaje (descompone la energía que se acumula) y un órgano regulador (dosifica la energía que el motor va liberando), barrilete o cubo, rueda de balance o volante, la espiral, el ancla, el escape, las joyas, el sistema antichoque, etc. (Pawnshop, 2018).

- **Televisores**

Los televisores son aparatos eléctricos, que, debido a sus características, se convirtieron en un medio de comunicación masivo entre sociedades (Fernandez, 2018). Algunos de los componentes de un televisor son el sintonizador, circuito de sintonía digital, procesador de la señal remota, TRC

(tubos de rayos catódicos) de vacío, etc. En promedio, la vida útil de este dispositivo es de hasta 10 años, con una imagen de calidad aceptable (PROFECO, 2011), a continuación en la tabla 9.

Tabla 11. Vida útil de un televisor según su tipo.

Tipo de TV	Vida Útil	*Fuente
LED	100.000 hrs (11,6 años)	(xataca, 2018)
LCD	60.000 hrs (7 años)	(Informaticahoy, 2018)
Plasma	40.000 hrs (4,6 años)	(consejosgratis, 2018)

*Nota: Vida útil de un televisor de acuerdo a su actualización o tipo de tv, *obtenido de diversas fuentes de información en la web. Elaborado por Parra E., 2019.*

- **Ventiladores**

Los ventiladores son aparatos eléctricos rotativos, que le dan movimiento al aire o un gas, también llamado como turbomáquina, que transmite la energía generando la presión suficiente, manteniendo un flujo continuo del aire (Cabrera, 2018).

Un ventilador consta de un motor de accionamiento, el cual normalmente es eléctrico, y cuenta con dispositivos de control como lo es el arranque, la regulación de velocidad, un propulsor giratorio en contacto con el aire, unas hélices, etc. La vida útil aproximada para este aparato eléctrico es de 44.000 horas (5 años) (Cabrera, 2018).

9.2.3. Patrones de consumo y disposición final

Los habitantes de la comuna 2, señalaron durante la encuesta, cuál era la frecuencia de compra (figura 9), frecuencia de disposición final (figura 10) y el tiempo que llevan con el AEE (figura 11), de los cuales se obtuvo un promedio, para los primeros cinco (5) AEE con mayor presencia en el sector, seleccionados anteriormente.

Por medio del cual, se pudo obtener que los bombillos y los celulares, son los dispositivos que compra la comunidad más frecuentemente, entre año y medio (1,5) a dos (2) años, seguido de los relojes y los ventiladores, que están entre 3 a 4 años, los televisores tienen una tendencia a ser cambiados a tiempos más extensos, entre 5 y 6 años, como se observa en la figura 9. Además, se tiene en la figura 10, una frecuencia de disposición, que se ve muy relacionado con la frecuencia de compra de los AEE, esto se debe a que normalmente la compra de un nuevo aparato se realiza cada vez que éste ha llegado al fin de su vida útil.

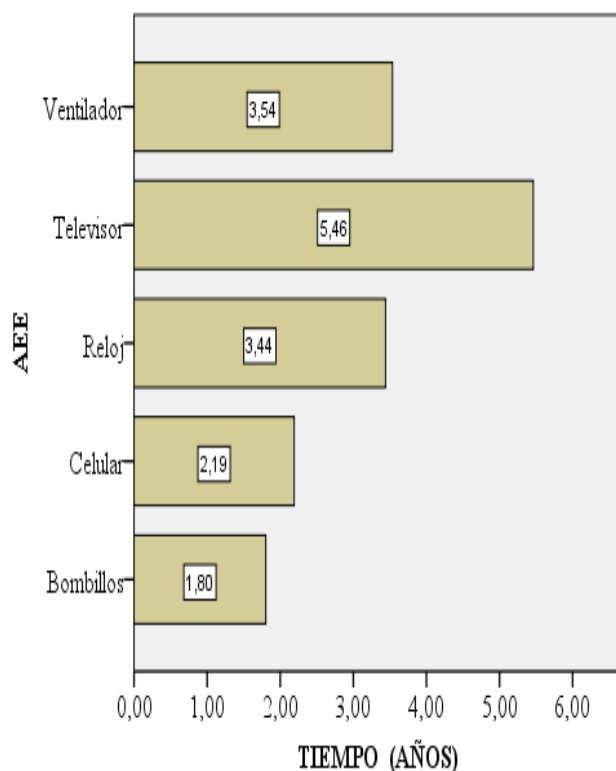


Figura 9. Tiempo Promedio en la frecuencia de compra de cada AEE (Parra, 2019).

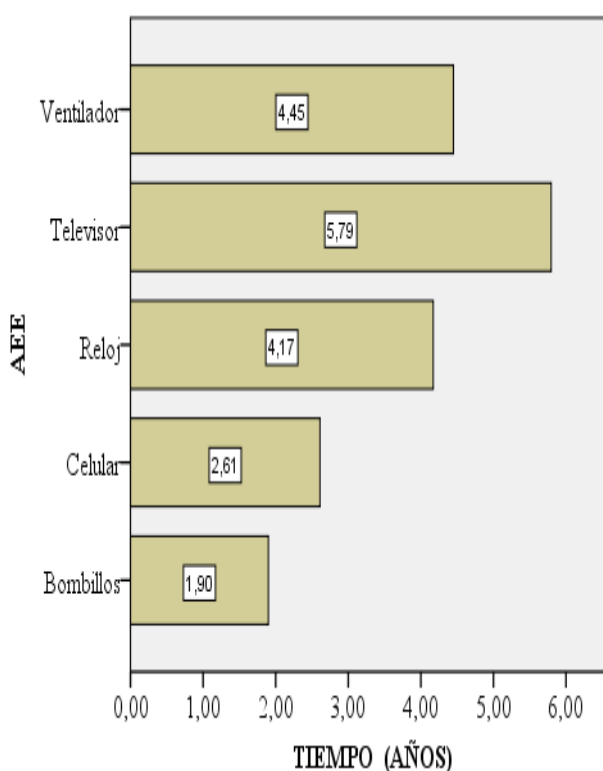


Figura 10. Promedio de tiempo en el que los habitantes dan disposición final de los AEE para pasar a ser RAEE (Parra, 2019).

Respecto a esto, también se puede evidenciar, que la relación que hay entre las respuestas suministradas por los habitantes de la comuna 2, está muy relacionado con el tiempo de vida útil que muchos de sus fabricantes y proveedores le dan a cada AEE, siendo los televisores los que cuentan con una vida útil mayor (10 años) al de los demás AEE, los cuales no superan una vida útil de 6 años en algunos casos.

Igualmente se evidenció dicha relación, con el promedio del tiempo que los habitantes llevan con cada uno de los cinco AEE (figura 11), manteniendo una distribución similar a las figuras 9 y 10, lo cual indica que a menos tiempo de tener el último dispositivo, es debido a un cambio reciente al mismo; en el caso del televisor el tiempo promedio que llevan con el último televisor es mayor a 5 años, superior a los demás dispositivos, concordando con que su expectativa de vida útil es superior, por ende los lapsos de tiempo para el cambio de estos son mayores, lo cual genera similitudes con la frecuencia de compra y la frecuencia de disposición final de los AEE.

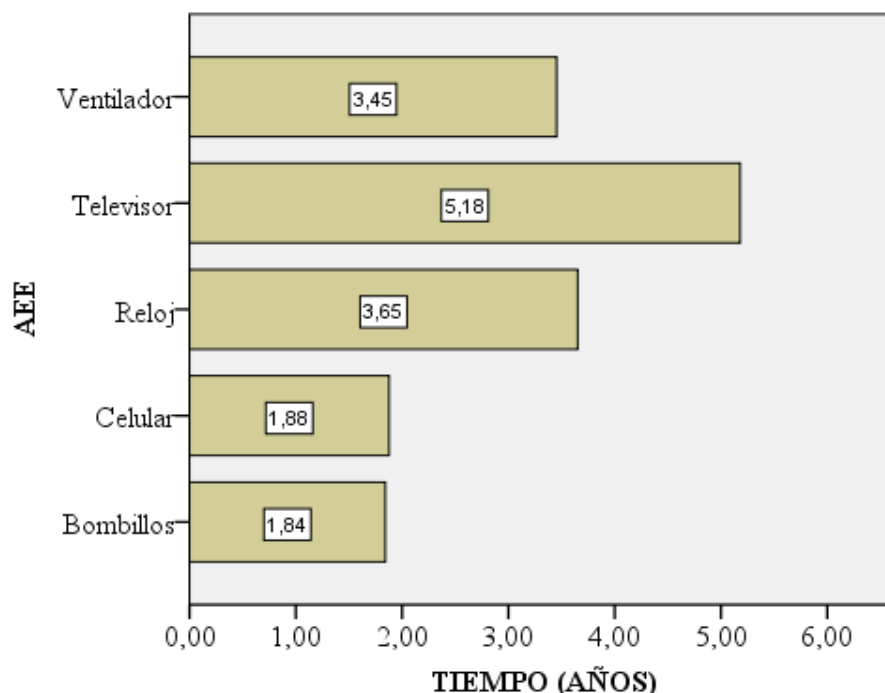


Figura 11. Promedio de tiempo con el que los habitantes llevan con el AEE (Parra, 2019).

9.3. Diagnóstico de la disposición final de RAEE en la comuna 2 del municipio de Villavicencio y los gestores autorizados.

9.3.1. Análisis de flujo de materiales (AFM)

El análisis de flujo de materiales (AFM), es un método de análisis mediante el cual se elabora un recorrido de los materiales, insumos o sustancias en cualquier proceso productivo, evaluando causas y consecuencias de impactos y posibles soluciones para estos (Quintero, 2014).

Así mismo, con los AFM se analiza la vida útil de los AEE, modelando el paso de sus materiales y sustancias en el transcurso del mismo, y como estos desde su fabricación hasta su caducidad van generando impactos, facilitando la visión a la población de aquello que nos afecta directa e indirectamente.

En esta ocasión, se elaboraron los diagramas de flujo de materiales de un modo más resumido desde la fabricación de cada AEE hasta el finalizar su vida útil, de los 5 AEE con mayor presencia en la comuna 2 (Bombillo, celular, reloj, televisor y ventilador), para obtener conocimiento de la composición de los AEE y así mismo saber porque son considerados residuos peligrosos, a los

cuales se les realiza un manejo diferenciado, y según el tipo de AEE, pueden ser separados (Aparatos de alumbrado, equipos de informática y telecomunicaciones, pequeños electrodomésticos, grandes electrodomésticos, Aparatos electrónicos de consumo y paneles fotovoltaicos) (Santos, Murillo, Botero, & Guevara, 2017).

El bombillo ahorrador, es el segundo AEE que mayor uso tiene y por ende es uno de los más presentes en las viviendas de la comuna 2, después del bombillo LED, y debido a su composición, se seleccionó para elaborar el diagrama de flujo de materiales. Los bombillos ahorradores, son dispositivos que mediante el balasto, su fuente de energía es la corriente alterna y son una versión reducida de las bombillas fluorescentes, las cuales contienen dentro de su estructura el mercurio, por ende también son llamados bombillos fluorescentes compactos, se encuentran clasificados dentro los de tipos de RAEE (Productolite, 2011).

Como se puede observar en la figura 12, la fabricación de los bombillos ahorradores o bombillos fluorescentes compactos, requiere de una serie de elementos químicos y productos para su sistema funcional, como lo es el vidrio, el polvo de fósforo (usado para el revestimiento interno de la bombilla, permitiendo que la luz sea visible al ojo humano), el mercurio (se presenta en cantidades de 2 a 5 mg, el cual proyecta la radiación constante), filamentos de tungsteno o wolframio, Balasto electrónico (rectifica la corriente de alterna a continua), policarbonato para la base y el casquillo metálico usado para la rosca del bombillo ahorrador (Productolite, 2011).

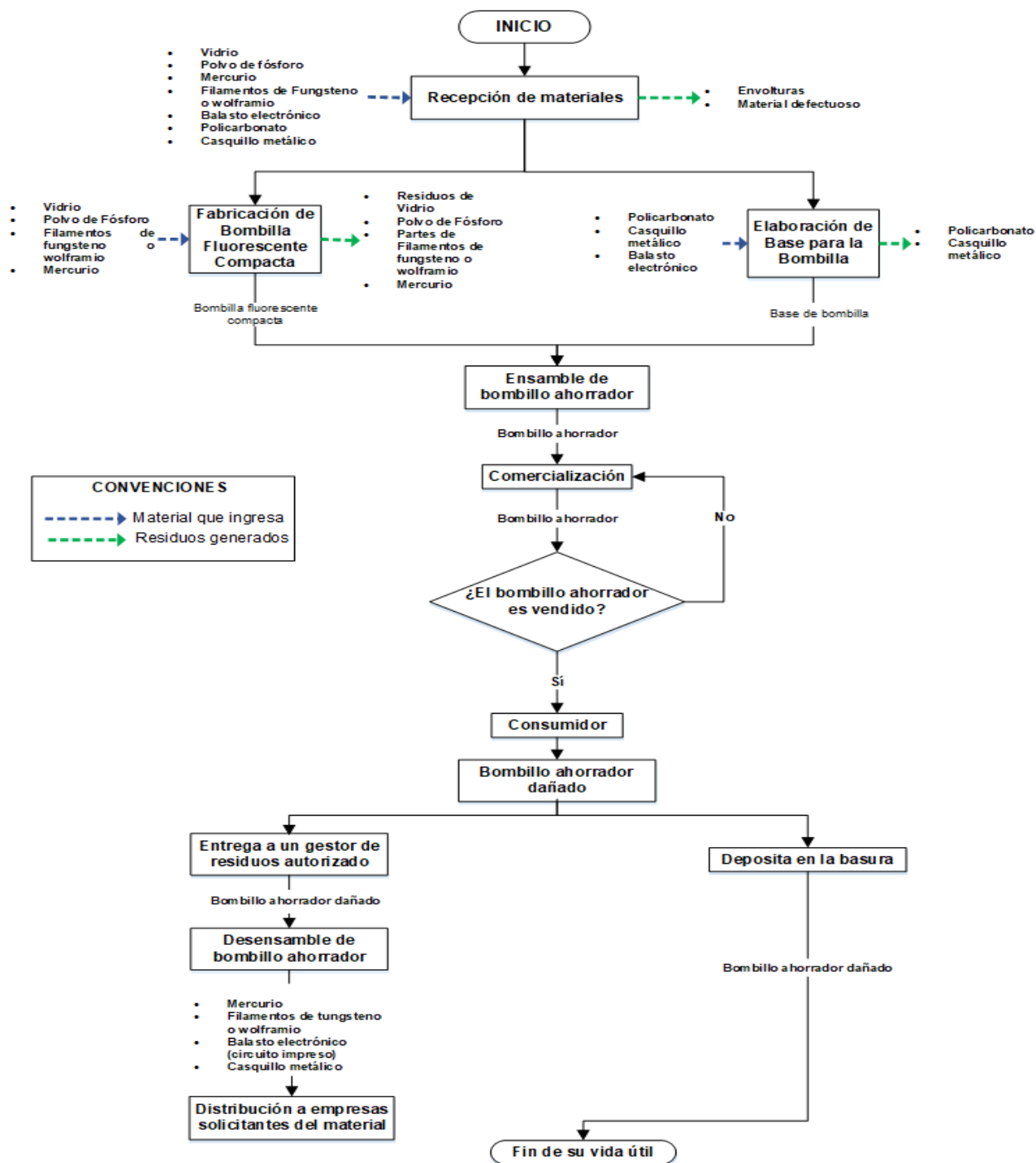


Figura 12. Diagrama de flujo de materiales para un bombillo ahorrador (Parra, 2019).

El segundo AEE con mayor presencia en la comuna 2 son los celulares, aparatos de telecomunicación muy comunes y útiles hoy en día en la sociedad, del cual existen variedad de tipos, y con diversas funciones, que van en avance año tras año; los celulares como se observa en la figura 13; adquiere su energía para el funcionamiento mediante energía alterna, el cual es

almacenado en las baterías, elaboradas con iones de litio, y para su funcionamiento usa circuitos impresos, formando un circuito integrado que contiene además de éste, cobre, cerámica, vidrio, etc., manipulándose mediante una pantalla, que contiene cristal líquido y plomo (Basterretche, 2007). De este AEE más del 95% de sus componentes pueden ser reciclados, de acuerdo a lo dicho por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) (Greenpeace, 2011).

Con relación a los relojes, existen dos tipos de reloj, los mecánicos y los digitales, cuyo fin es el mismo y su funcionamiento se basa en oscilaciones que determinan los segundos, minutos y horas; los relojes mecánicos cuentan con engranajes y una batería, son pocos los materiales usados para la elaboración de un reloj, como se observa en la figura 14, varía dependiendo del modelo y estilo de reloj, sus materiales pueden ser reutilizados después de finalizada su vida útil, algunos relojes de pulso cuentan en su estructura con un cristal prexi o zafiro en la parte superior, metales preciosos, pesados, acero inoxidable, en toda su estructura desde el engranaje hasta el pulso del reloj, también hay pulsos de material plástico o cuero, y la pila o batería que hacen posible su funcionamiento en un tiempo determinado, y suele ser cambiado anualmente o más dependiendo de su uso (Pawnshop, 2018).

En cuanto a los televisores, se observa en la figura 15 algunos de sus componentes y lo que se puede recuperar al tener un buen manejo en su disposición final, los televisores tienen un proceso de fabricación complejo. Los televisores tienen en su estructura componentes que al ser mal manejados afectan el medio ambiente, como lo son el plomo (hace parte de la fabricación de la pantalla), el mercurio (algunos televisores tienen lámparas de mercurio), los metales (para la fabricación de la bobina y algunas terminaciones), entre otros elementos que allí se disponen (Platea, 2018).

Por último, respecto a los ventiladores, estos son AEE sencillos y funcionan con energía continua, que accionan el motor poniendo en marcha las aspas; algunos de los materiales que componen un ventilador son el plástico, el cual conforma toda su estructura, con algunos tornillos usados para la unión de las partes, los cables, cobre, tornillos y hierro, que conforman el motor del mismo (figura 16), materiales como el plástico, cobre, hierro y los tornillos pueden ser recuperados mediante el manejo a adecuado al finalizar su vida útil (Cabrera, 2018).

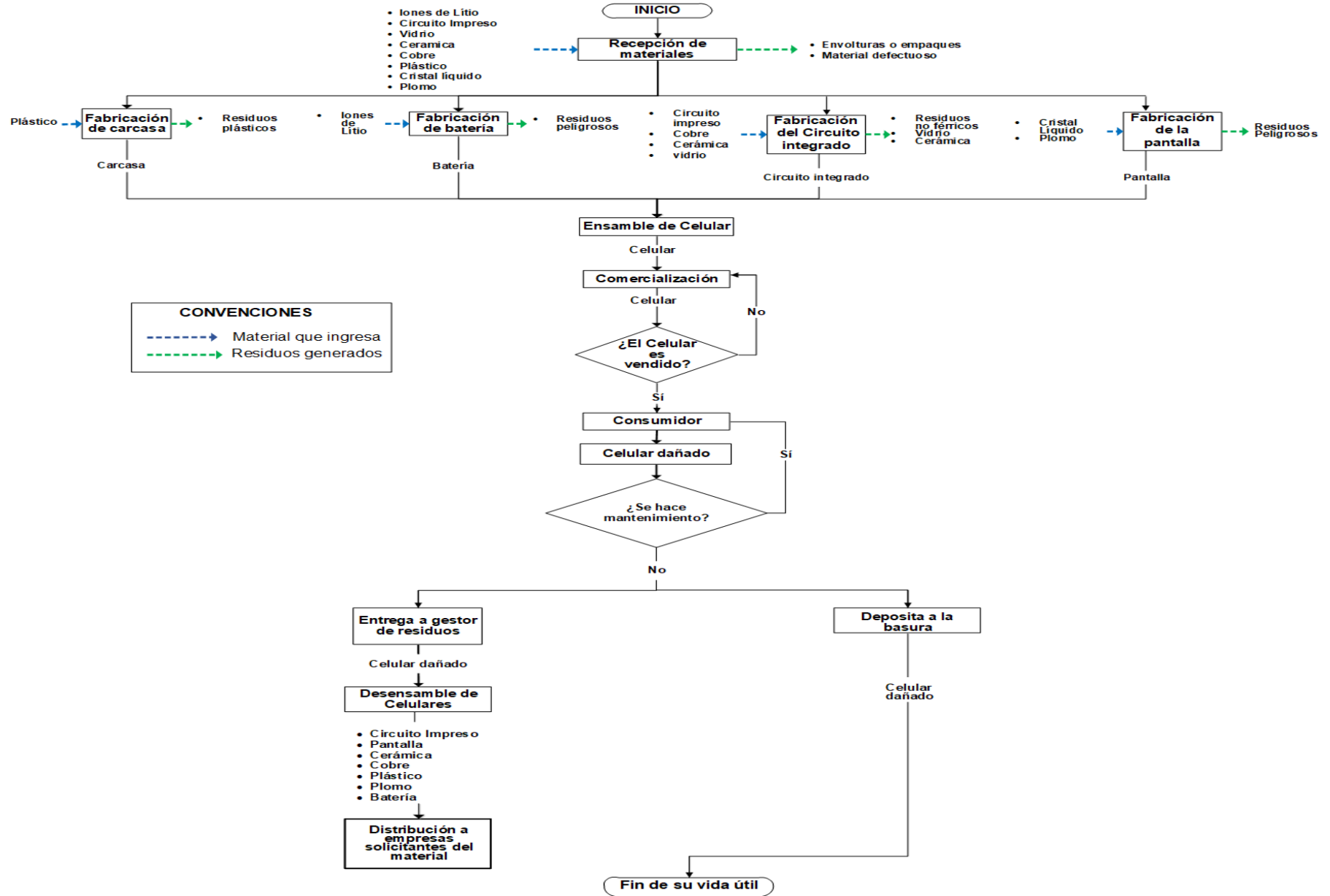


Figura 13. Diagrama de flujo de materiales para un celular (Parra, 2019).

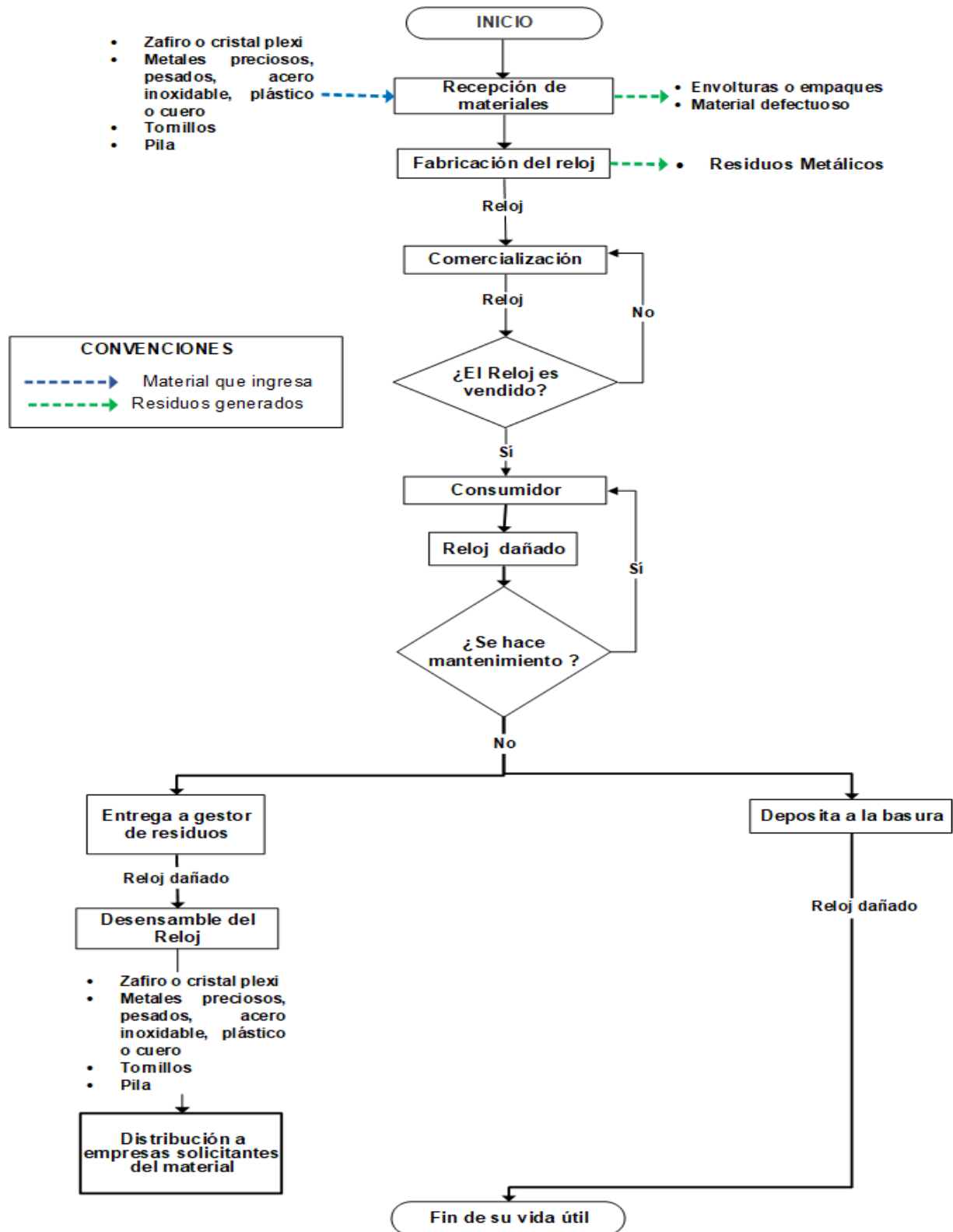


Figura 14. Diagrama de flujo de materiales para un reloj (Parra, 2019).

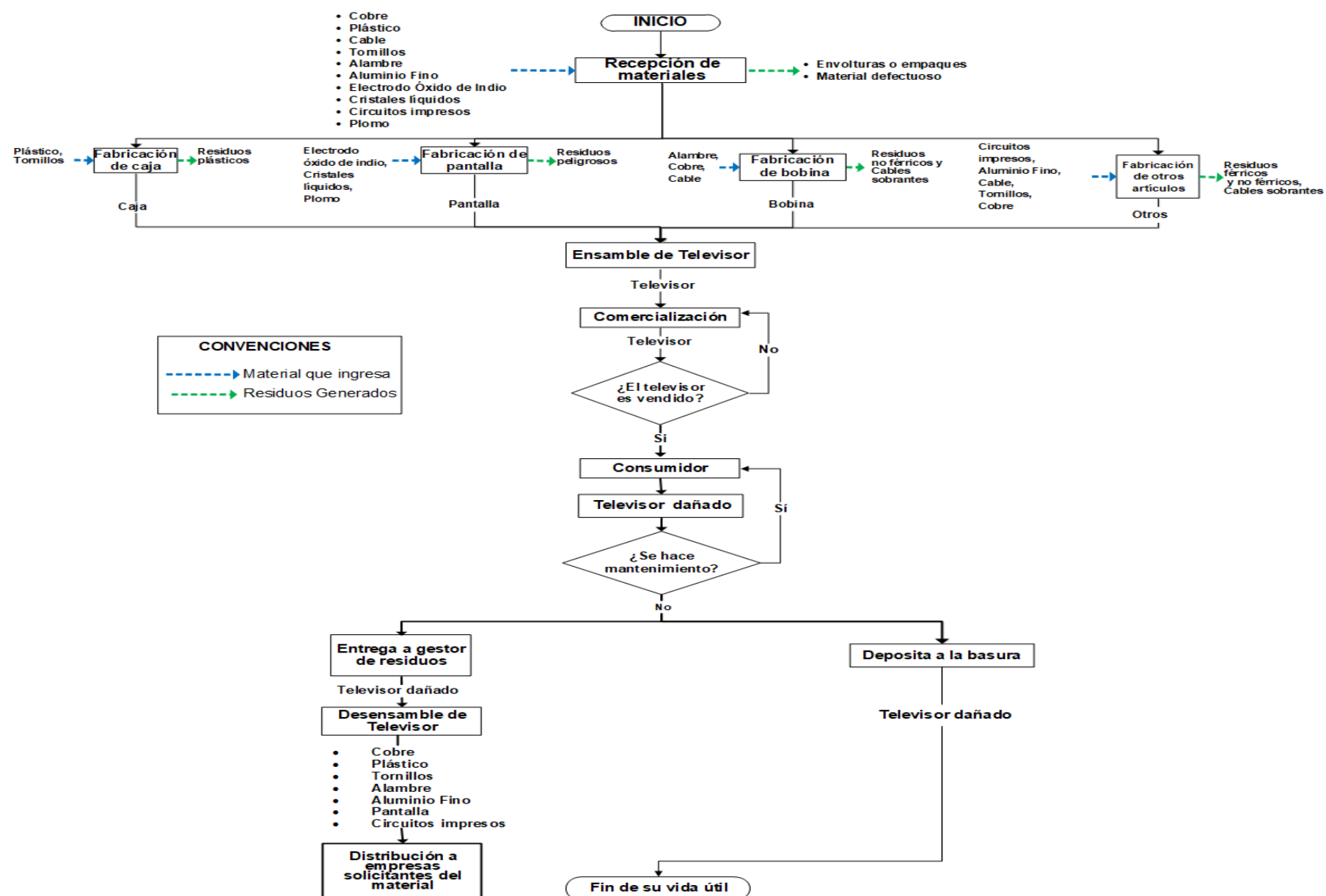


Figura 15. Diagrama de flujo de materiales para un televisor (Parra., 2019).

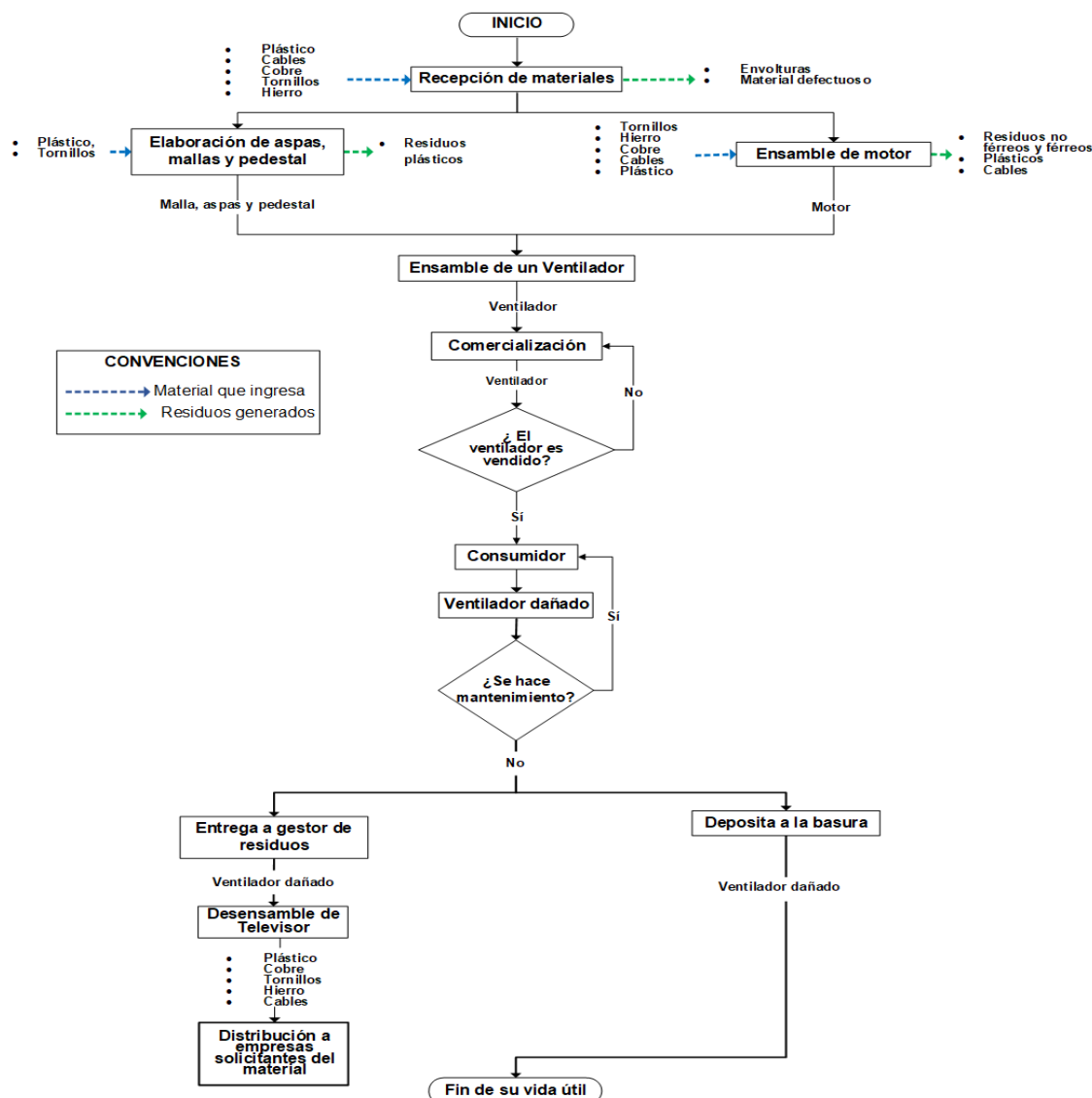


Figura 16. Diagrama de flujo de materiales para un ventilador (Parra, 2019).

9.3.2. Valor económico de los RAEE

Posteriormente, se contemplaron los valores económicos, que son los establecidos por el mercado, de los materiales más característicos de cada uno de los cinco AEE contemplándolos como futuros RAEE.

Mediante matrices de costos, se obtienen precios del mercado tentativos respecto a cada RAEE, para ello se tuvo en cuenta aquellos componentes que pueden ser recuperados mediante un buen manejo en la disposición final de estos, mediante los gestores autorizados para realizar dicha labor. Las matrices se elaboraron con el fin de observar las posibles ganancias obtenidas al seleccionar

esta opción como método de recolección. Los precios fueron obtenidos en diferentes tiendas virtuales, las principales fueron Alibaba, Amazon y Mercado Libre.

De acuerdo a la información recolectada mediante la encuesta, se tiene en cuenta la cantidad de bombillos ahorradores que se obtuvo de la misma, con los cuales se determinó un total monetario de esa muestra y posteriormente se obtuvo un valor aproximado del material recuperado por la comuna 2 (tabla 12); se indagó inicialmente respecto al precio de cada material (recuperables), considerando como peso base promedio de un bombillo de 50 gr (Hernandez, 2010), con el cual se obtuvo un total en COP por unidad de bombillos ahorradores (tabla 10), lo cuales comparados con el valor aproximado de un bombillo nuevo, se recupera aproximadamente el 60,7% del valor inicial (tabla 11).

Tabla 12. Valor económico aproximado de los bombillos ahorradores.

BOMBILLOS AHORRADORES				
*Material reutilizable	Cantidad por bombillo (mg)	Valor del material por mg	*Valor total del material por bombillo	Fuentes de información
Mercurio	5 mg	\$2,57	\$12,89	(Amazon, 2019)
Filamentos de tungsteno	0,3 mg	\$ 0,22	\$0,066	(Alibaba, 2019)
Circuito impreso	0,8 mg	--	\$2.000	(Mercado Libre, 2019)
Casquillo metálico	2.000 mg	--	\$600	(Shoptonica, 2019)
Valor total de materiales recuperados			\$ 2.612,956 COP	

*Nota: *Materiales principales que se presentan en los bombillos ahorradores, de los cuales se obtiene el valor total de los materiales recuperados por unidad de bombillo. Por Parra E., 2019.*

Tabla 13. Comparativo del valor del material recuperado con el costo de un bombillo nuevo.

Bombillo Nuevo (Unidad) (Mercado Libre, 2018)	\$ 4.300 COP
Valor total de materiales recuperados	\$ 2.612,956 COP

Nota: Comparación de los precios de un bombillo y las ganancias obtenidas al recuperar los materiales que éste contiene. Por Parra E., 2019.

Tabla 14. Valor aproximado del total de los bombillos ahorradores obtenidos en la encuesta (Muestra) y del total generado por las viviendas de la comuna 2.

Viviendas	Nº Viviendas	Total de bombillos	Total bombillos ahorradores (52%)	Valor aprox. por Bombillo ahorrador	Total valor aprox. de material recuperado
Muestra	73	948	493	\$ 2.612,956 COP	\$ 1'288.187,308 COP
Total Com. 2	15.283	198.470	103.204	\$ 2.612,956 COP	\$ 269'667.511 COP

Nota: Valor total aproximado de las ganancias obtenidas en la comuna 2, mediante un adecuado tratamiento de los materiales del bombillo. Por Parra E., 2019.

Del mismo modo, se obtuvo para los celulares un valor total por unidad con base al peso promedio de un celular el cual es de 145 gr (Dolcourt, 2014), como se observa en la tabla 13, y el valor total aproximado por las 257 unidades de celulares reportados en las encuestas (muestra), que posteriormente se determinó para el total aproximado de materiales recuperados de celulares generados por las viviendas de la comuna 2 (tabla 15), es el segundo AEE de los cinco seleccionados, en el que se adquiere más dinero con su adecuado aprovechamiento, dicho valor del material recuperado con los celulares por unidad es el 17,6% del valor promedio de un celular de media gama (tabla 14).

Tabla 15. Valor económico de los celulares.

CELULAR				
Material reutilizable	Cantidad por celular (mg)	Valor del material por mg	*Valor total por material	Fuentes de información
Circuito impreso	20.000 mg	--	\$5.000	Santicel- Local diagonal al Parque del hacha
Pantalla	5.400 mg	--	\$ 60.000	Santicel- Local diagonal al Parque del hacha
Cobre	2.000 mg	\$0,072	\$ 143, 96	(Mercado Libre, 2018)
Plástico	76.500 mg	\$0,004	\$336,22	(Mercado Libre, 2018)
Plomo	5.100 mg	\$0,008	\$41,56	(Alibaba, 2019)
Batería	40.000 mg	--	\$5.000	Santicel- Local diagonal al Parque del hacha
V. total mate. recuperados			\$70.521,74 COP	

*Nota: *Materiales principales que se presentan en los celulares, de los cuales se obtiene el valor total de los materiales recuperados por unidad de celular. Por Parra E., 2019.*

Tabla 16. Comparativo del valor del material recuperado con el de un celular nuevo.

Celular Nuevo (Unidad) (Alkosto, 2019)	\$ 399.900 COP
Valor total de los materiales recuperados	\$70.521,74 COP

Nota: Comparación de los precios de un celular y las ganancias obtenidas al recuperar los materiales que éste contiene. Por Parra E., 2019.

Tabla 17. Valor aproximado del total de los celulares obtenidos en la encuesta (Muestra), y del total generado por las viviendas en la comuna 2.

Viviendas	Nº Viviendas	Total de celulares	Valor aprox. por Celular	Total valor aprox. de material recuperado
Muestra	73	257	\$70.521,74 COP	\$ 18'124.087,18 COP
Total Comuna 2	15.283	53.804	\$70.521,74 COP	\$ 3.794'351.699 COP

Nota: Valor total aproximado de las ganancias obtenidas en la comuna 2, mediante un adecuado tratamiento de los materiales de celulares. Por Parra E., 2019.

En cuanto a los relojes, pesan aproximadamente 75gr (Saura, 2018), y con base en eso, se obtienen los costos por miligramos de los materiales recuperables de un reloj (tabla 16), costos que recuperan solo el 1% del costo inicial de un reloj de gama baja (tabla 17); por otro lado, en concordancia con los datos obtenidos en las encuestas (figura 7), se obtuvo de acuerdo a su cantidad registrada por la muestra de habitantes, el valor más bajo en recuperación de los cinco AEE, pero no el menos importante, además de esto, se obtuvo el valor total de los materiales recuperados generados por la comuna 2 (tabla 18).

Tabla 18. Valor económico de los relojes.

RELOJ				
Material reutilizable	Cantidad por Reloj (mg)	Valor del material por kg	*Valor total por material	Fuentes de información
Cristal plexi	12.000 mg	\$0,0003	\$3,16	(Alibaba, 2018)
Acero inoxidable	54.600 mg	\$ 0,001	\$58,27	(Alibaba, 2018)
Tornillos	200 mg	\$0,094	\$1,88	(Alibaba, 2018)
Pila	290 mg	\$147,53	\$147,53	(Alibaba, 2018)
V. total material recuperado del reloj			\$ 210, 84 COP	

*Nota: *Materiales principales que se presentan en los relojes, de los cuales se obtiene el valor total de los materiales recuperados por unidad de reloj. Por Parra E., 2019.*

Tabla 19. Comparativo del valor del material recuperado con el de un reloj nuevo.

Reloj Nuevo (Unidad) (Mercado Libre, 2019)	\$ 20.800 COP
Valor total material recuperado del reloj	\$ 210, 84 COP

Nota: Comparación de los precios de un reloj y las ganancias obtenidas al recuperar los materiales que éste contiene. Por Parra E., 2019.

Tabla 20. Valor económico aproximado del total de los relojes obtenidos en la encuesta (Parra, 2019).

Viviendas	N° Viviendas	Total de Relojes	Valor aprox. por Reloj	Total valor aprox. de material recuperado
Muestra	73	218	\$ 210, 84 COP	\$ 45.963,12 COP
Total Comuna 2	15.283	45.640	\$ 210, 84 COP	\$ 9'622.737,6 COP

Nota: Valor total aproximado de las ganancias obtenidas en la comuna 2, mediante un adecuado tratamiento de los materiales de los relojes. Por Parra E., 2019.

Los televisores son el dispositivo que, debido a su amplia composición, retribuye un margen de ganancia mayor que los demás AEE seleccionados mediante la encuesta, al realizar un adecuado manejo del mismo. Un televisor promedio pesa 12,5 kg con soporte (Philips, 2018), obteniéndose así el peso con su respectivo precio de los materiales más representativos para el aprovechamiento

por unidad de televisor (tabla 19), valor que recupera el 19,4% del precio inicial de un televisor (tabla 20) y en la tabla 21 se cuenta con el total probable a adquirir con la cantidad de televisores obtenidos en la encuesta (figura 7), y el obtenido del total de las viviendas de la comuna 2.

Tabla 21. Valor económico de los televisores.

TELEVISOR				
Material reutilizable	Cantidad por televisor (mg)	Valor del material por mg	*Valor total por material	Fuentes de información
Cobre	250.000 mg	\$0,072	\$18.000	(Mercado Libre, 2018)
Plástico	3.375.000 mg	\$0,004	\$13.500	(Mercado Libre, 2018)
Hierro	1.125.000 mg	\$0,002	\$2.118,825	(Alibaba, 2018)
Acero	1.125.000 mg	\$ 0,001	\$1.125	(Alibaba, 2018)
Aluminio	125.000 mg	\$0,0014	\$178,77	(Alibaba, 2018)
Pantalla	1.000.000 mg	--	\$30.000	Electronics&Parts – Avenida Catama
Circuitos impresos	3.000.000 mg	--	\$ 100.862	Electronics&Parts – Avenida Catama
		V. total material recuperado TV	\$ 164.922,595 COP	

*Nota: *Materiales principales que se presentan en los televisores, de los cuales se obtiene el valor total de los materiales recuperados por unidad de televisor. Por Parra E., 2019.*

Tabla 22. Comparativo del valor del material recuperado con el de un televisor nuevo (Parra, 2019).

Televisor Nuevo (Unidad) (Mercado Libre, 2019)	\$ 850.000 COP
Valor total material recuperado TV	\$ 164.922,595 COP

Nota: Comparación de los precios de un televisor y las ganancias obtenidas al recuperar los materiales que éste contiene. Por Parra E., 2019.

Tabla 23. Valor económico aproximado del total de los televisores obtenidos en la encuesta (Parra, 2019).

Viviendas	N° Viviendas	Total de Televisores	Valor aprox. por Televisor	Total valor aprox. de material recuperado
Muestra	73	169	\$ 164.922,595 COP	\$ 27'871.918,555 COP
Total Comuna 2	15.283	35.381	\$ 164.922,595 COP	\$ 5.835'126.333,7 COP

Nota: Valor total aproximado de las ganancias obtenidas en la comuna 2, mediante un adecuado tratamiento de los materiales de los televisores. Por Parra E., 2019.

Por último, los ventiladores son los AEE más sencillos en su composición, pero como todo AEE tienen materiales que pueden ser recuperados en su adecuada manipulación. Tomando como referencia los ventiladores de pedestal, que es uno de los más comunes en las viviendas, pesan alrededor de 3 kg de los cuales 500 gr hacen referencia al motor (*nakomsa, 2018*), basado en esto se obtuvo un peso y valor de cada material que lo compone (tabla 22), este valor total que se obtuvo

del material recuperado corresponde al 12,15% del costo de un ventilador nuevo (tabla 23), y por último en la tabla 24, se observa el total aproximado por el material recuperado, teniendo en cuenta la cantidad de ventiladores señalados en la encuesta (figura 7), y el total aproximado que se obtiene de las viviendas de la comuna 2.

Tabla 24. Valor económico de los ventiladores.

VENTILADOR				
Material reutilizable	Cantidad por ventilador (mg)	Valor del material por mg	*Valor total por material	Fuentes de información
Plástico	1.000.000 mg	\$0,004	\$1.757,5	(Mercado Libre, 2018)
Cobre	50.000 mg	\$0,072	\$2.328	(Mercado Libre, 2018)
Tornillos	200.000 mg	\$9,4	\$94	(Alibaba, 2019)
Hierro	1.000.000 mg	\$0,002	\$1.883,4	(Alibaba, 2018)
V. total material recuperado del ventilador			\$6.062,9 COP	

*Nota: *Materiales principales que se presentan en los ventiladores, de los cuales se obtiene el valor total de los materiales recuperados por unidad de ventilador. Por Parra E., 2019.*

Tabla 25. Comparativo del valor del material recuperado con el de un Ventilador nuevo.

Ventilador Nuevo (Unidad) (Mercado Libre, 2019)	\$ 49.900 COP
Costo total del material recuperado del ventilador	\$6.062,9 COP

Nota: Comparación de los precios de un ventilador y las ganancias obtenidas al recuperar los materiales que éste contiene. Por Parra E., 2019.

Tabla 26. Valor económico aproximado del total de los ventiladores obtenidos en la encuesta.

Viviendas	Nº Viviendas	Total de Ventiladores	Valor aprox. por Ventilador	Total valor aprox. de material recuperado
Muestra	73	143	\$6.062,9 COP	\$ 866.994,7 COP
Total Comuna 2	15.283	29.938	\$6.062,9 COP	\$ 181'511.100,2 COP

Nota: Valor total aproximado de las ganancias obtenidas en la comuna 2, mediante un adecuado tratamiento de los materiales de los ventiladores. Por Parra E., 2019.

9.3.3. Generación de RAEE anual en unidades por tipo de AEE

Para tener una perspectiva de cuál sería la cantidad anual generada de RAEE, en la comuna 2 de la ciudad de Villavicencio en unidades por tipo de AEE (Ecuación 2), en la que se tuvo en cuenta el número de viviendas en la comuna 2 el cual es de 15.283, promedio de cada uno de los AEE por vivienda, porcentaje de viviendas que tienen un determinado AEE, y la vida útil de cada uno,

variable más influyente, para determinar la cantidad de RAEE anual, entre mayor sea su vida útil las unidades de RAEE generadas serán menor; por ende, los bombillos son los AEE que mayor unidades genera anualmente como RAEE (188.391 unds) y los televisores se generan en menor cantidad (2.843 unds) como se observa en la tabla 25, obteniendo un total de RAEE de 64,14 Ton (tabla 26).

Tabla 27. AEE con sus respectivas unidades generadas como RAEE anualmente.

AEE	Promedio de AEE por vivienda (n)	Porcentaje de Penetración (p)	Vida Útil de los AEE en años (VU)	*Generación de RAEE anual en unidades por aparato (RAEE (t))
Bombillos	15	89 %	1,083	188.391
Celular	4	96 %	3	19.562
Reloj	5	60 %	6	7.641
Televisor	2	93 %	10	2.843
Ventilador	2	86 %	5	5.257

Nota: *Cantidades de RAEE en unidades por tipo de AEE. Por Parra E., 2019.

Tabla 28. Total de RAEE en tonelada anual.

AEE	Peso por AEE (Kg)	RAEE (t)	RAEE (Kg)
Bombillos	0.05	188.391	9.419,55
Celular	0.145	19.562	2.836,49
Reloj	0.075	7.641	573,075
Televisor	12,5	2.843	35.537,5
Ventilador	3	5.257	15.771
		Total (Kg)	64.137,615
		*Total (Ton)	64,14

Nota: * Total en toneladas (Ton) generados anual en la comuna 2, teniendo en cuenta el peso de cada uno de los AEE y las unidades generadas anualmente. Por Parra E., 2019.

9.3.4. Mapas de Consumo y Métodos de disposición final

El mapa de consumo se basó en los datos obtenidos mediante la encuesta por estratos, en los cinco AEE con mayor presencia en la comuna 2 (figura 7). Las gráficas fueron elaboradas de acuerdo a los 2 estratos más predominantes en cada sector (figura 17), el color rojo simboliza el sector vivienda de estratos 1 y 2, en el cual, el triángulo rojo hace referencia a la gráfica con información de estos estratos, el color gris simboliza los estratos del 2 al 5, cuya gráfica es representada con un triángulo verde con los estratos 3 y 4 que son los más representativos, y el color naranja simboliza

los estratos del 4 al 6 en este sector, y su gráfica se representa con el triángulo amarillo con los estratos que más sobresalen que son el 5 y 6. De acuerdo a lo observado en la figura 17, en las gráficas, los estratos 5 y 6 son los que cuentan con mayor facilidad adquisición de productos, razón por la cual las cantidades que se presentan allí respecto a cada AEE, son superiores a los de viviendas cuyos estratos socioeconómicos son más bajos, los bombillos con cantidades de 285 unds en adelante, los celulares desde 25 unds, relojes de 60 en adelante, TV con 25 unds en adelante al igual que los ventiladores.

En cuanto a los métodos de disposición final de los AEE, seleccionados por la comunidad, están el regalar el AEE, botar a la basura, entregar a los recicladores, guardarlos ó llevarlos a un punto ecológico. En el mapa de dsiposición final (figura 18), se observa un rombo rojo que indica la gráfica de estratos 1 y 2, el rombo verde que indica la gráfica de estratos 3 y 4, y el rombo amarillo el cual representa la gráfica de estratos 5 y 6 respecto al tema. Teniendo en cuenta esto, se observa que tanto en los estratos 1 y 2 como en los estratos 3 y 4, los métodos de disposición más comunes es la entrega a recicladores, cuyos porcentajes de participación de la comunidad fueron del 4,1% al 12,3% y botar a la basura los RAEE con porcentajes de 2,7% a 9,6%. Por otro lado, el botar a la basura los RAEE, es la metodología más usada para su disposición en el estrato 5 (20,5 %).

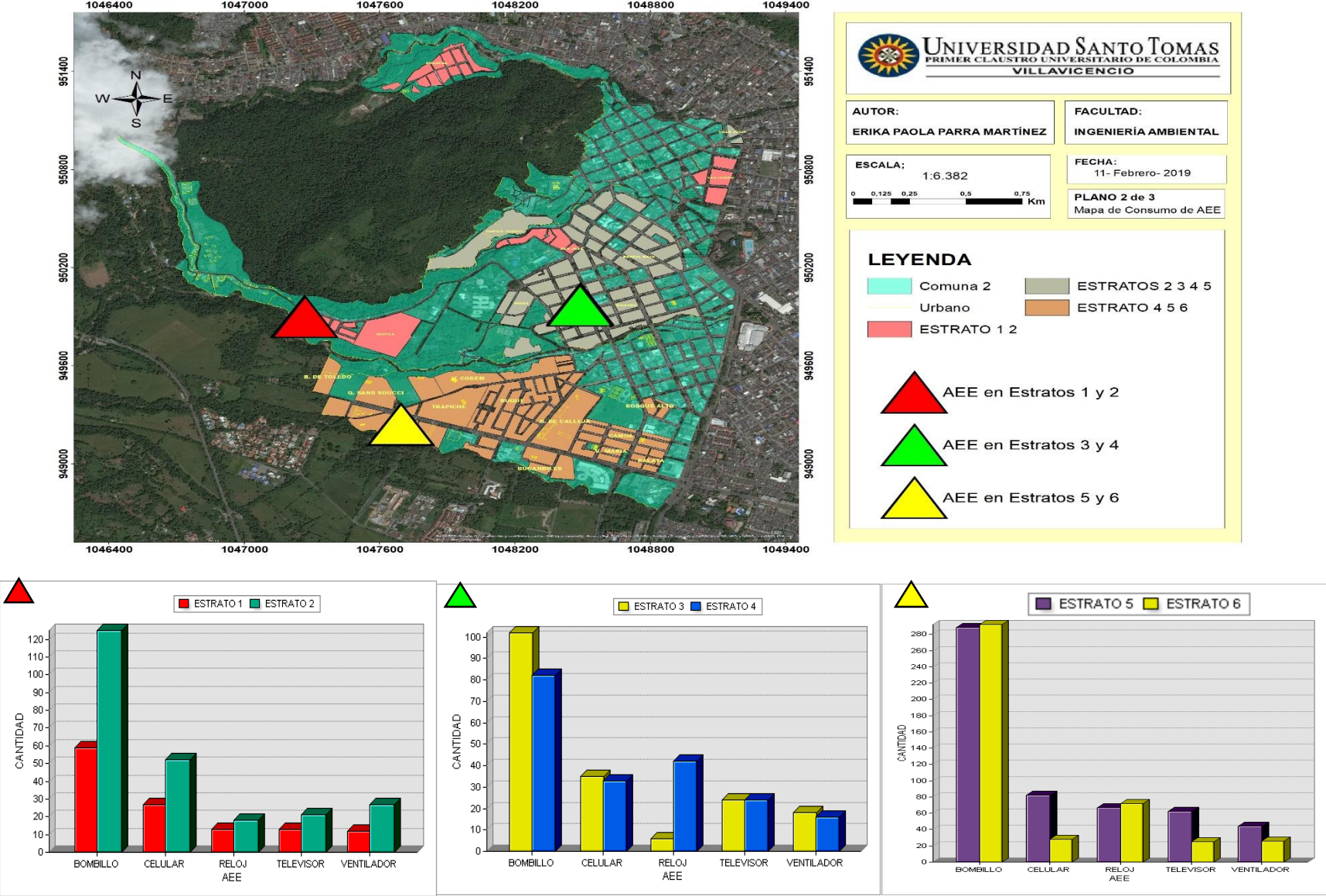


Figura 17. Mapa de consumo de AEE (Arcgis) (Parra, 2019).

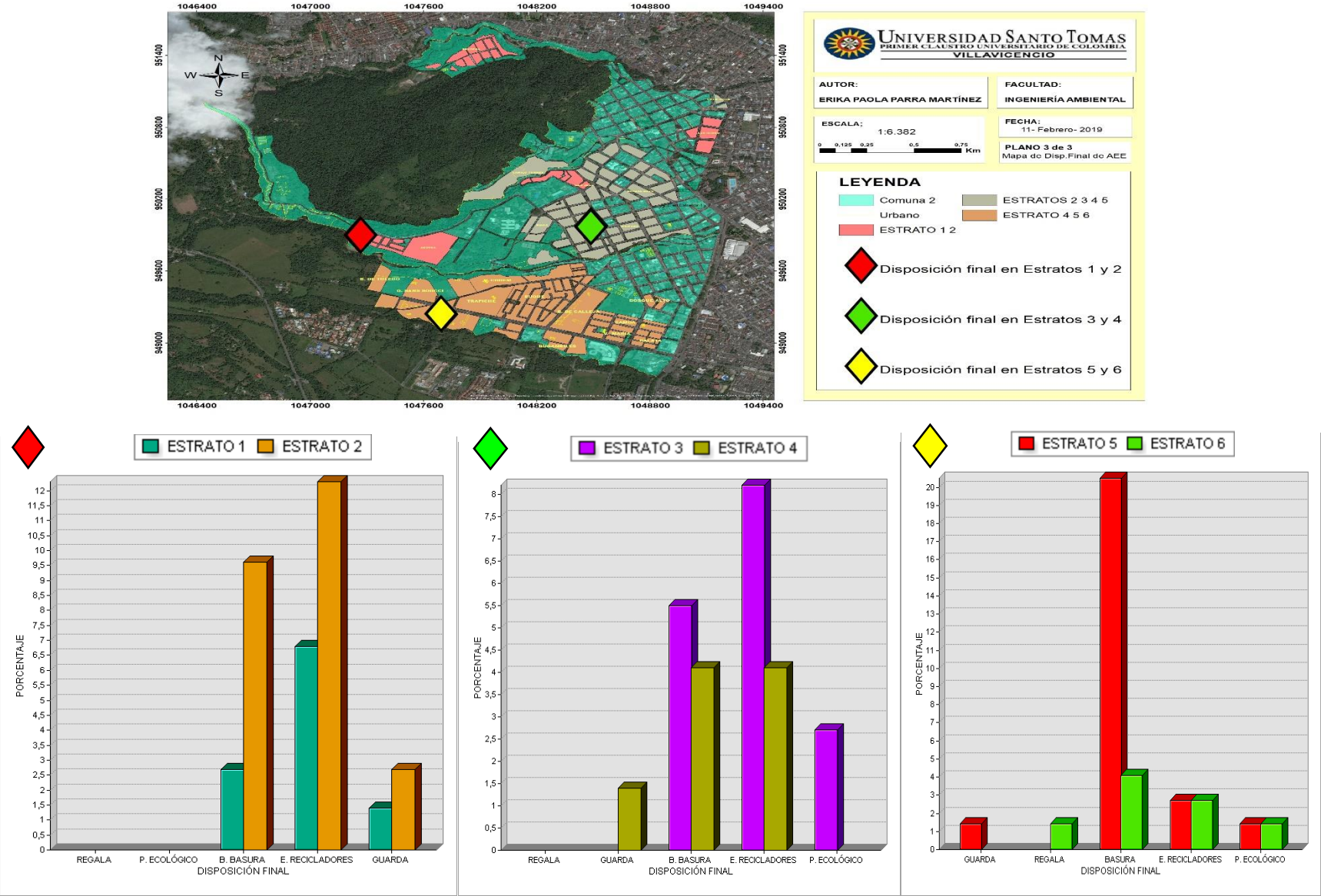


Figura 18. Mapa Métodos en la comunidad de Disposición Final de los RAEE (Arcgis) (Parra, 2019).

9.3.5. Gestores de RAEE en Villavicencio

En cuanto a la pregunta realizada en la encuesta, acerca del conocimiento que tenían respecto alguna empresa que realizara la gestión y recolección de los RAEE, el 90,41 % dieron respuesta a que no tenían conocimiento respecto esto, otros señalaron algunos distribuidores como Claro (2,74%) y *ishop* (1,37%), quienes por ley tienen la responsabilidad de tener un espacio para recolectar aquellos aparatos que distribuyen; por otro lado, el 5,48% restante respondieron Bioagricola, Recuperar y Tecnorec, que cabe aclarar, son empresas que realizan la gestión de residuos diferentes a los RAEE, por ende, se podría decir que casi el 100% de la población no tiene conocimiento al respecto, y en la ciudad no se cuenta con una empresa que se encargue de la gestión integral de los RAEE (figura 19). En Villavicencio la fundación Federaee es una institución que realiza capacitaciones y recolección de RAEE principalmente para las empresas de la ciudad, y es poco conocida por la comunidad.

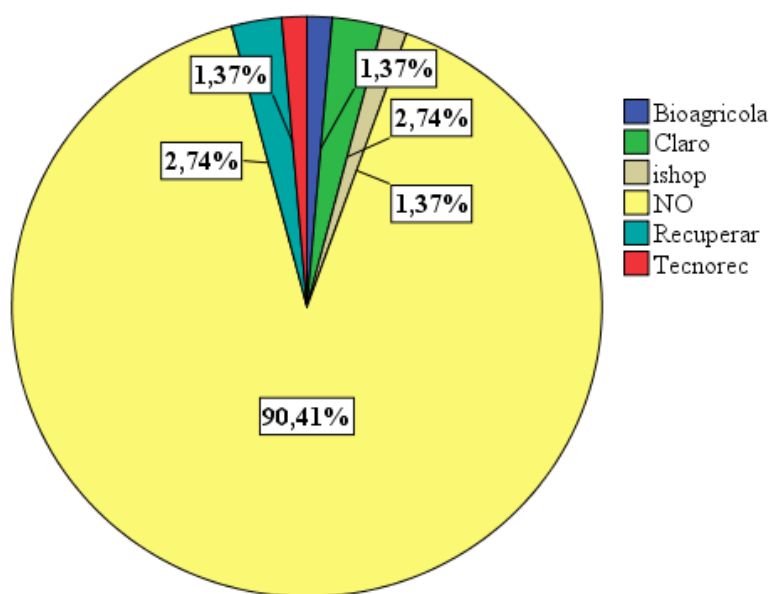


Figura 19. Conocimiento de la comunidad en cuanto a gestores en Villavicencio (Parra, 2019).

9.4. Lineamientos para realizar una adecuada recolección y gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

Mediante la encuesta elaborada, la población de la comuna 2 seleccionó la metodología que para ellos es considera la más pertinente para la recolección y gestión de los RAEE, dentro de los

resultados, se obtuvo una equivalencia del 35,62 % entre dos metodologías propuestas, campañas de recolección de RAEE y rutas de recolección (figura 20).

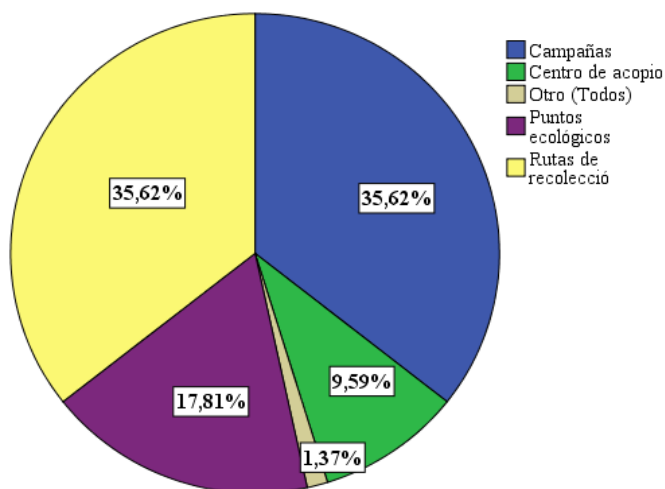


Figura 20. *Métodos de gestión y recolección de RAEE (Parra, 2019).*

Posteriormente, se seleccionaron algunas de las respuestas dadas por los encuestados, independientemente de las preguntas elaboradas por cada uno de los métodos propuestos en la encuesta, además de las alternativas de sensibilización presentadas por la misma comunidad (tabla 27), repuestas de las cuales se tendrán en cuenta para selección del método a implementar, al igual que la elaboración de lineamientos para la adecuada implementación del mismo.

Tabla 29. *Aspectos cualitativos recolectados mediante la encuesta, acerca de los métodos de recolección de RAEE y sensibilización sobre su manejo.*

TEMÁTICA	ORIENTACIÓN	N	%	EJEMPLO
Alternativas de sensibilización a la comunidad para un buen manejo de los RAEE	Campañas	14	15	Haciendo campañas, brigadas de recolección, incentivar de manera económica
	Incentivos	4	4	Creando una empresa gestora para la disposición final de los RAEE, motivándolos con incentivos y concientizándolos del daño que causa el mal desecho de los mismos.
	Publicidad	9	13	Haciendo lúdica la información, mercadeo, propagandas, internet (viralizar la información)
	Capacitaciones	32	41	Concientizar sobre daños ambientales, proponiendo una empresa que haga un correcto manejo de estos
	Sin respuesta	14	19	No Aplica

Tabla 30. Continuación.

TEMÁTICA	ORIENTACIÓN		N	%	*EJEMPLO
Métodos de recolección	Centro de acopio 9%	Condiciones para la recepción de los RAEE	6	9	Todas las condiciones que establezca la normatividad en cuanto al manejo de estos RAEE.
		Persona que considera idónea para realizar el monitoreo y supervisión de la recolección de los RAEE			Que cuente con los medios óptimos para poder darle un buen estado de reciclaje y sea apto para el tratamiento de estos.
		Condiciones de entrega de los RAEE, por parte de los consumidores			Organismos Público (supervisión) y Privado (Operación)
			4	6	Que estén completos, que no tengan residuos orgánicos, que no tengan material combustible
	Rutas de recolección 36 %	Llamando cada vez que se necesite hacer disposición final de los RAEE.	21	17	Estableciendo un mes, un día y una hora específica para todas las viviendas
		Estableciendo un mes, un día y una hora específica para todas las viviendas	23	19	
	Puntos ecológicos 18%	Ubicación de los puntos ecológicos, teniendo en cuenta que se necesita de espacios amplios para su recolección	13	17	En las periferias, zonas francas o zonas industriales
		No responde	1	1	Colocar puntos ecológicos en cada comuna
	Campañas de recolección 36%	Institución o entidad que cree debería liderar estas campañas	22	29	Alguna entidad pública o privada que promueva el buen uso y disposición final, así como capacitaciones en equipos eléctricos y electrónicos
		¿Cada cuánto se deberían hacer las campañas de recolección?	1 mes	8	6 meses
			6 meses	12	
			12 meses (1 año)	3	
			18 meses (1,5 años)	1	
			24 meses (2 años)	3	

Nota: Resultados obtenidos de la encuesta y entrevista a la comunidad de la comuna 2, * con ejemplos de algunas de las respuestas dadas a las preguntas cualitativas del Anexo 2. Por Parra E., 2019.

Teniendo en cuenta la información suministrada por la comunidad, y su respectiva tabulación (figura 20), se propone aplicar una estrategia combinada (figura 21), con estas dos estrategias de recolección (Rutas de recolección y Campañas de recolección), considerando que son 64,14 Ton

aproximadamente que se recolectarían anualmente en la comuna 2 (tabla 26), los cuales se recomienda entregar de manera clasificada de acuerdo al tipo de RAEE, para facilitar su separación.

La estrategia de recolección y gestión se realiza en coordinación con las entidades ambientales y/o municipales, además de gestionarse con entidades privadas como fabricantes y distribuidores de algunos de algunos RAEE, además de contar con el apoyo de la comunidad mediante las juntas de acción comunal y las instituciones educativas.

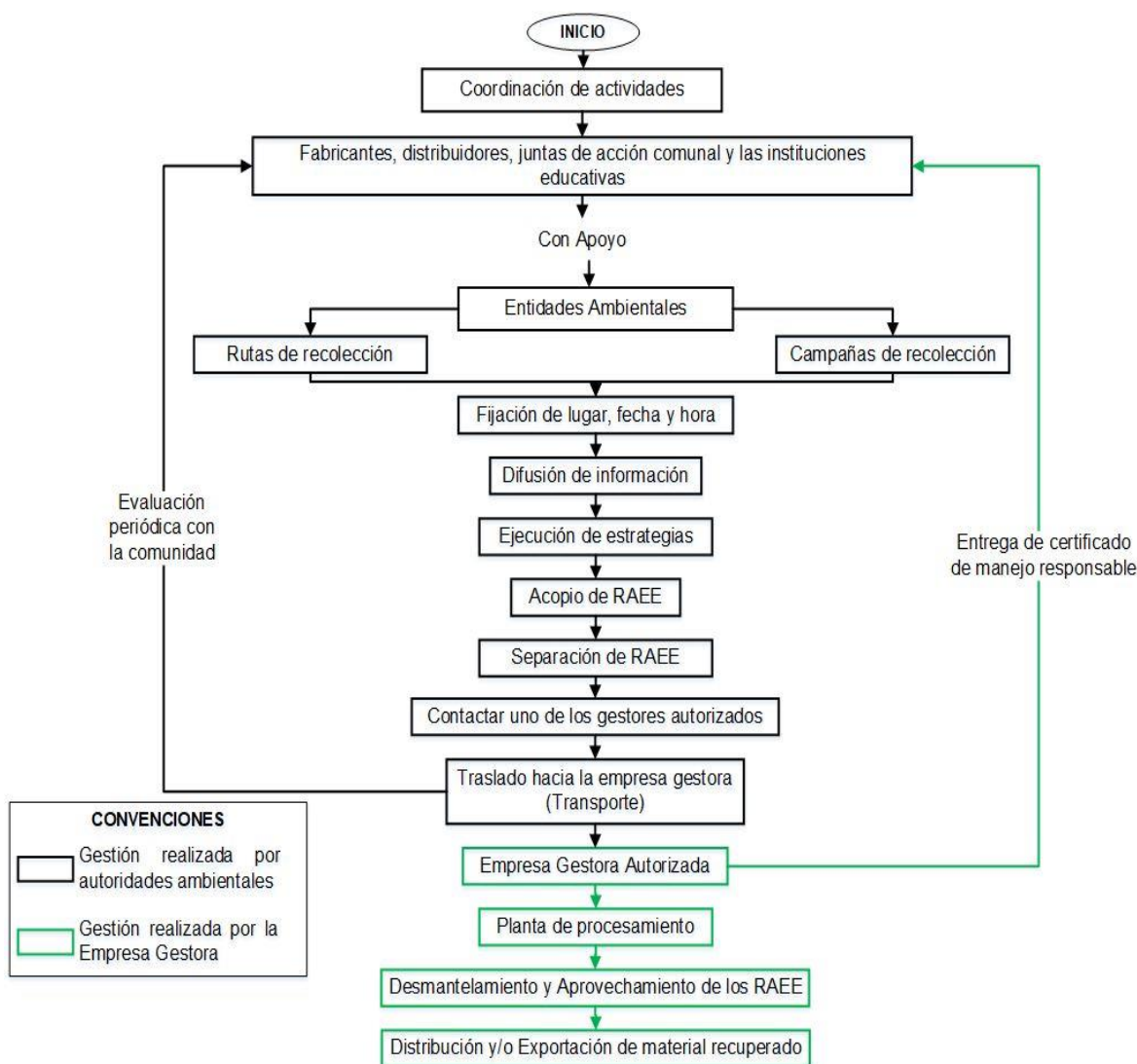


Figura 21. Estrategia Combinada para la comuna 2 de la ciudad de Villavicencio (Parra, 2019).

Así que, se propone establecer un mes, un día y una hora aproximada anualmente, para realizar las rutas de recolección, procurando que sea la misma fecha para todos los años, para que de este

modo se le facilite a la comunidad, recordar la participación en dicha actividad. Para la ejecución de esta estrategia de recolección y gestión se requiere contar con elementos como un centro de acopio, camiones, entre otros (tabla 28).

Por otro lado, las campañas de recolección, se considera que deben ejecutarse con una frecuencia de 6 meses, ejerciéndose a su vez capacitaciones respecto a los aparatos eléctricos y electrónicos (impactos ambientales, separación y recolección) (tabla 27), además de la recolección de aquellos AEE que tienen un lapso de vida útil muy corto, por lo que se genera RAEE con mayor frecuencia (tabla 29); deben ser lideradas estas campañas por una entidad pública o privada, que promueva el buen uso y disposición final, actividades que se aconseja sean elaboradas de forma sectorizada en la comuna 2.

Tabla 31. Requerimientos para las rutas de recolección en la comuna 2.

Rutas de recolección						
Transporte	Cantidad	Costo día	Costo mes	Total	Fuente	Actividad
Camión	3	\$89.673,79 7	\$2'690.213 ,91	8'070.641,73	(Colombia - Camiones. com, 2019)	Alquiler de camión con capacidad máxima de carga de 5 ton, que harán el recorrido en la comuna 2.
Personal	6	\$27.603,87	\$ 828.116	4'968.696	(Salario Mínimo Colombia. net, 2019)	Personal capacitado previamente, para la recolección de los RAEE.
TOTAL				\$13'039.337,73		

Nota: Costo total de los ítems necesarios para realizar las rutas de recolección y las actividades a realizar con cada uno de estos. Por Parra E., 2019.

Tabla 32. Actividades para realizar las campañas de recolección.

Campañas de recolección					
Ítem	Cantidad	Costo unidad	Subtotal	Fuente	Actividad
Publicidad	-	\$52.000	\$52.000	(Mercado Libre, 2019)	La publicidad se realizará mediante el voz a voz de los presidentes de las juntas de acción comunal y un perifoneo
Personal profesional con conocimiento en el tema	3	\$82.811,6	\$248.434,8	-	El personal profesional realiza las capacitaciones, interactuando de manera dinámica con la comunidad respecto a los impactos ambientales, separación y recolección de los RAEE
Personal de logística	4	\$27.603,87	\$110.415,47	(Salario Mínimo Colombi a.net, 2019)	Apoyan a los profesionales durante las actividades a realizar

Tabla 33. Continuación.

Campanas de recolección					
Ítem	Cantidad	Costo unidad	Subtotal	Fuente	Actividad
Dinámicas (Papelería)	-	\$50.000	\$50.000	-	Las dinámicas elaboradas deben ser claras con su mensaje, de tal manera que se atraiga la atención de la comunidad y retengan la información mediante las actividades
Canecas para la recepción de RAEE	3	\$54.990	\$164.970	(Mercado Libre, 2019)	Las canecas serán usadas para recibir aquellos RAEE que la comunidad entregue en el momento de la campaña, las cuales serán llevadas posteriormente al lugar de acopio
		TOTAL	\$625.820,27		

Nota: Costo total de los ítems necesarios para realizar las campañas de recolección y las actividades a realizar con cada uno de estos. Por Parra E., 2019.

El lugar de acopio para los RAEE, recolectados posterior a las estrategias mencionadas anteriormente, debe contar con ciertos elementos (tabla 30), para que las condiciones de su almacenamiento sean idóneas, contando con el monitoreo por parte de profesionales designados por la secretaría de ambiente , además de tener en cuenta estos requisitos (Minambiente, 2010):

- Debe ser un lugar techado donde no se expongan a las condiciones ambientales.
- Los RAEE se depositarán en cajas de madera sobre estibas, en este caso, las cajas de madera plegables ya cuentan con una base como estiba, permitiendo el fácil transporte y movimiento de los residuos.
- Estas cajas deben ser señalizadas, para realizar la clasificación de los RAEE de acuerdo a las categorías (Anexo 5).
- Los RAEE no deben ser desensamblados ni manipulados, debido a que no se cuenta con el personal especializado y tampoco con una planta para su tratamiento.

Tabla 34. Elementos necesarios para el acopio y la gestión de los RAEE.

	Cantidad	Costo por unidad	Total	Fuente	Actividad
Acopio					
Bodega	1	\$3'600.000	\$3'600.000	(Bienes Online, 2017)	La bodega será usada como centro de acopio de los RAEE recolectados tanto en las rutas de recolección, como en las campañas.

Tabla 35. Continuación.

	Cantidad	Costo por unidad	Total	Fuente	Actividad
Acopio					
Cajas de madera plegable 7 ton	12	311.510,25	3'738.123,02	(Embat, 2019)	En las cajas de madera se realizará el proceso de separación y almacenamiento de RAEE, para luego ser llevados o recogidos por la empresa gestora
Gestión					
Gestión de los RAEE	-	-	-	-	Contactar la empresa que realice la recolección y gestión de los RAEE
TOTAL			7'338.123,02		

Nota: Costo total de los ítems necesarios para el centro de acopio y la gestión de RAEE, y las actividades a realizar con cada uno de estos. Por Parra E., 2019.

A continuación, en la tabla 31, se encuentran algunas de las empresas autorizadas para llevar a cabo la organización de la gestión integral de los RAEE recolectados.

Tabla 36. Empresas que realizan la recolección y gestión de los RAEE.

C.I Recyclables S.A.S		Lúmina	
Ubicación	Bogotá D.C Calle 12 N°44-84 Puente Aranda	Ubicación	Bogotá D.C Carrera 17 #93A-02
Número de contacto	+57 (1) 560 6315 310 724 9701	Número de contacto	605 22 67 - 484 61 61 484 61 62 - 314 411 92 08
Nombre del contacto	Daniela valencia Coordinadorbogota@recyclables.com.co	Nombre del contacto	Jeimmy Rojas coordinacion@lumina.com.co
Tipo de servicio	Aprovechamiento	Tipo de servicio	Recolección
Tipos de RAEE que recolecta	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, tarjetas electrónicas, etc. (incluye computadores, equipos celulares y radios de comunicación, así como sus accesorios, hornos microondas, etc.), Tubos Fluorescentes y Bombillos.	Tipos de RAEE que recolecta	CFL Circular no Integrada, CFL integrada bola, CFL Integrada Circular, CFL Circular Espiral, CFL Circular Integrada, CFL Integrada Vela, entre otros.
Licencia Ambiental	Licencia de Manejo de RAEE Resolución 548 de 2009	Licencia Ambiental	Maneja los residuos a través de gestores con licencia ambiental

Tabla 37. Continuación.

C.I Recyclables S.A.S		Lúmina	
Transporte	A convenir, dependiendo del lugar de recolección y cantidad. Para que salga económico se recogen 5 ton de material RAEE, los cuales son llevados a la planta de procesamiento en Cartagena la cual está licenciada.	Transporte	Los contenedores son llevados al centro de acopio, luego al gestor para el almacenamiento y éste lo lleva a la planta en Cali para ser aprovechados.
Requerimientos para certificado	Tipo de Material a entregar, cantidades (kg)	Requerimientos para certificado	El gestor entrega el certificado a nombre de donde se encuentra ubicado el contenedor
Clickongreen		Puntos Verdes Lito	
Ubicación	Bogotá D.C Carrera 132 No. 22A - 57 Bodega 5	Ubicación	Bogotá D.C
Número de contacto	+57 (1) 267-6022 313 354 3693	Número de contacto	321 754 5398 313 851 2376
Nombre del contacto	Caren Ramos caren.ramos@clickongreen.com	Nombre del contacto	Juan David Fernández Hernández ejecutivo.puntosverdes@lito.com.co
Tipo de servicio	Recolección y transporte de computadores, Borrado de disco duro (con tecnología de punta y certificado), Almacenamiento, desensamble, y disposición de partes, Trazabilidad de computadores y componentes	Tipo de servicio	Gestión integral
Tipos de RAEE que recolecta	Computadores (de escritorio), Computadores (portátiles), Monitores, Impresoras, Facsímiles, Celulares, Otros equipos de cómputo	Tipos de RAEE que recolecta	Todo tipo de RAEE en general
Licencia Ambiental	Licencia de Manejo de RAEE Resolución 01262 de 2013	Licencia Ambiental	Licencia de Manejo de RAEE Resolución 4179 2007

Tabla 38. Continuación.

Clickongreen		Puntos Verdes Lito	
Transporte	El transporte se realiza mediante un tercero para que realice la recolección. Para la ciudad de Villavicencio se debe tener más de 1 ton o tonelada y media	Transporte	El beneficiario asume el flete del transporte para la recolección, por ende el mínimo de residuos que se entrega es de 4 ton
Requerimientos para certificado	Entregan el certificado de manejo responsable después de entregados los RAEE	Requerimientos para certificado	Entrega residuos

Nota: Información de las empresas gestoras con autorización de realizar procedimientos de gestión y tratamiento de los RAEE, propuestas para contactar en el momento de tener la cantidad necesaria para trasladar los RAEE. Por Parra E., 2019.

10. Discusión de Resultados

La Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE establece unas estrategias para la divulgación de esta, que permitan la minimización de impactos antrópicos que se ocasionan por el inadecuado manejo de los RAEE, dentro de estas estrategias inmersas en la política, la estrategia 2 denominada “desarrollo y establecimiento de instrumentos para la recolección y gestión de RAEE”, tiene una línea de acción en la cual se propuso diseñar e implementar sistemas de recolección y gestión bajo el principio de responsabilidad extendida del productor y la participación activa de todos los actores involucrados (Santos et al, 2017). La elaboración de este diseño para el sector vivienda de la comuna 2 en Villavicencio, también incluye los actores involucrados en la gestión de RAEE, como lo son las entidades municipales y ambientales, como entidades de apoyo y algunos fabricantes, distribuidores y el consumidor mediante las juntas de acción comunal (JAC), quienes se encargarán de la coordinación para la ejecución de las rutas de recolección y las campañas de recolección, que le harán frente a la situación de disposición final inadecuada de los RAEE, recolectando anualmente un monto aproximado de 64,14 Ton, cantidad que, en relación a lo reportado por las entidades ambientales (Anexos 3 y 4), es superior, los cuales comentan que en las campañas elaboradas anualmente, se recolectaron entre 1 y ½ Ton para el año 2017 y 11 Ton para el año 2018.

Por ende, para llevar a cabo el proyecto mediante cualquier tipo de estrategia de recolección y gestión, es necesario tener conocimiento de la cantidad de residuos que se van a tratar (Quintero, 2014), para que de este modo su recolección se haga de manera efectiva y se logre el contacto con el gestor indicado. En el caso puntual del sector vivienda de la comuna 2, las rutas y campañas de recolección, requieren tener un pesaje de los RAEE recolectados, debido a que es uno de los puntos requeridos por las empresas que realizan la gestión, para que de esta manera su traslado hasta la empresa sea rentable, tanto para el cliente como para la empresa que realiza la recolección (tabla 32). Los gestores autorizados serán contactados por un funcionario de la Secretaría de Ambiente de Villavicencio o CORMACARENA, después de realizada la recolección y pesaje de los RAEE.

Debido a situaciones presenciadas en las actividades realizadas por la Secretaría de Ambiente y CORMACARENA, como las campañas de recolección elaboradas en el año 2018 (Anexo 4), fue notable la poca divulgación de dicha información, lo cual hace que la participación no sea

generalizada en la población para este tipo de actividades. Por ello, para la estrategia de rutas y campañas de recolección en la comuna 2, es necesario un sistema de divulgación más amplia, que sea anunciada con anterioridad, con apoyo de las juntas de acción comunal e instituciones educativas como parte de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), fortaleciendo de esta manera la difusión de la información a toda la comunidad.

11. Conclusiones

Se observa la contribución de todos los estratos de la comuna, en los cuales las mujeres tuvieron gran participación (figura 3), e hicieron un gran aporte a la investigación, teniendo en cuenta que en su mayoría conocen bien lo que se adquiere y tienen en su vivienda. La comuna 2, es una población que se encuentra inmersa en el comercio y cercano a los centros de salud de la ciudad, variada en su estratificación, por ende, en la adquisición de los AEE. Conforme a lo anterior, la gran presencia de AEE en la comuna 2, se dio principalmente en los estratos 5 y 6, especialmente en lo que respecta a los bombillos ahorradores o también llamados bombillos fluorescentes compactos (figura 18), y su adecuado manejo, al igual que para el resto de los AEE, son un potencial de ganancia, no solo económicamente sino también ambiental, al ser gestionados adecuadamente.

Es importante tener en cuenta el modo de disposición final de los RAEE, ya que independientemente del estrato socioeconómico, hay personas que los deposita en la basura para que su destino termine siendo el relleno sanitario, y esta situación se ve más reflejada en la comunidad de estrato 5 (figura 19), algunos como personas de estrato 2 y 3 entregan este tipo de residuos a recicladores informales, situaciones que se deben a la poca información y gestión acerca de los RAEE como residuo peligroso.

La comunidad busca siempre la forma más cómoda, fácil y/o sencilla de hacer las cosas, y el elaborar las rutas de recolección facilitaría la entrega de los RAEE por parte de la comunidad, siendo ésta bonificada como incentivo a la participación de estas actividades, para facilitar las rutas de recolección se puede realizar puntos de acopio en los colegios del sector o por barrios, que pueden ser supervisados por las juntas de acción comunal, de donde serán recolectados los RAEE por los camiones y posteriormente sean llevados a al centro de acopio.

Es de vital importancia la capacitación e introducción de estrategias para su gestión integral, razón por la cual se elaboró el proyecto, buscando llegar aquellos lugares para que la comunidad pueda contribuir, y resulte siendo no solo un beneficio individual sino un beneficio común, evitando la llegada de los RAEE a las celdas del relleno sanitario de la ciudad de Villavicencio. Por esta razón, las rutas y campañas de recolección son una estrategia combinada que se acomodan a la población y permiten contar más con su participación en estas actividades, las cuales deben

ser realizadas por las entidades territoriales como la Alcaldía de Villavicencio con apoyo de las autoridades ambientales como la Secretaría de Ambiente y CORMACARENA, además de las juntas de acción comunal e instituciones educativas. Dado el caso de que las entidades no colaboren en la ejecución de las actividades, la comunidad mediante las JAC se encargará de promover y ejecutar con apoyo de las instituciones educativas, mediante los PRAE, las estrategias propuestas.

12. Recomendaciones

Se sugiere realizar este tipo de proyectos para las demás comunas de la ciudad de Villavicencio, con los cuales se podría obtener un documento completo respecto al municipio, que suministre información para sector vivienda y se logre tener una estrategia unificada y su aplicación se dé a modo general en la ciudad, funcionando a su vez como base para la capacitación de la comunidad.

Además, se recomienda que, al momento de conseguir la información primaria para este tipo de proyectos, se busque el apoyo de las entidades ambientales y en conjunto con los presidentes de las juntas, para que de este modo se facilite la investigación e interacción con la comunidad.

Se recomienda establecer una empresa que se encargue de la gestión integral de los RAEE en la ciudad de Villavicencio, permitiendo el acceso a la comunidad de una entidad posiblemente pública privada que facilite la labor de recolección, desmantelamiento y disposición final de estos residuos.

13. Referencias Bibliográficas

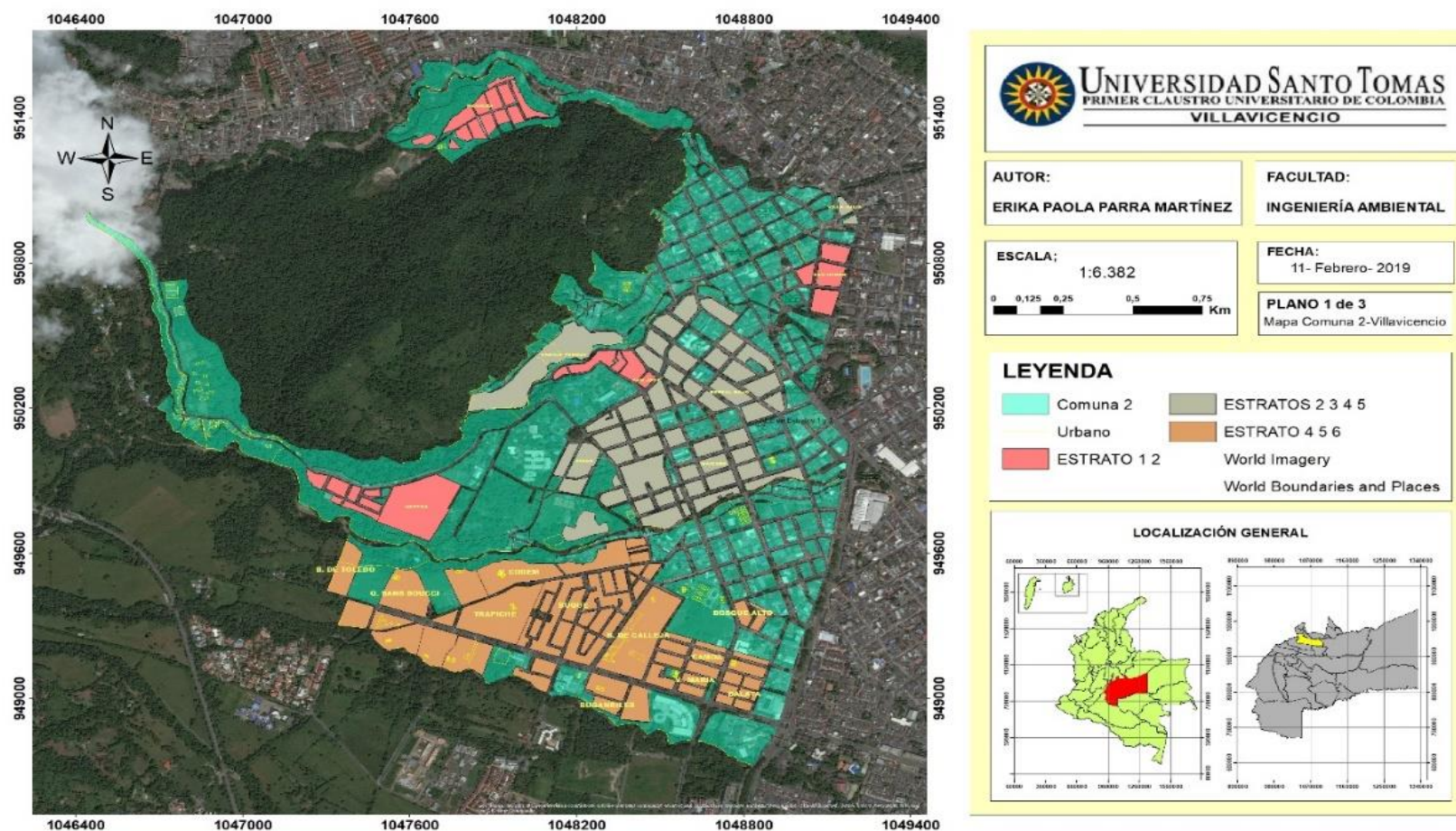
- Alcaldía de Villavicencio. (Junio de 2006). Diagnóstico Socioeconómico del municipio de Villavicencio Comuna N° 2. *Realización del Diagnóstico Socioeconómico del municipio de Villavicencio*. Villavicencio, Meta, Colombia.
- André, F. J., & Cerdá, E. (2006). *Gestión de Residuos Sólidos Urbanos: Análisis Económico y Política Públicas*. Madrid.
- Arroyo, P., Villanueva, M., Gaytán, J., & García, M. (2012). *Simulación de la tasa de reciclaje de productos electrónicos Un modelo de dinámica de sistemas para la red de logística inversa*. Monterrey, México.
- Basterretche, J. (2007). Dispositivos Móviles. *Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura*. Corrientes, Argentina: Universidad Nacional del Nordeste.
- Blaser, F. (19 de Octubre de 2009). Diagnóstico de Electrodomésticos y de Aparatos Electrónicos de Consumo. Bogotá, Colombia. Retrieved from: http://www.residuoselectronicos.net/archivos/noticias/EMPA-ANDI_Diag_ElectrodomesticosyAparatosElectronicos.pdf
- Burguillo, M. (2002). Comercio internacional y desarrollo sostenible Dos visiones contrapuestas. Madrid, España: Boletín ICE económico.
- Cabrera, E. (2018). *Características Generales de los ventiladores*. Retrieved from: <https://es.scribd.com/doc/113863459/Caracteristicas-Generales-de-los-ventiladores>
- Casas, J., Cerón, K., Vidal, C., Peña, C., & Osorio, J. (2015). Priorización multicriterio de un residuo de aparato eléctrico y electrónico. *Ingeniería y Desarrollo*.
- Corantioquia. (2010). Buenas prácticas ambientales en el manejo de raee. *Cartilla Buenas practicas en el manejo de RAEE*. Antioquia, Colombia: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Envigado.

- Cortes, J. (2009). Conozcamos los residuos o desechos peligrosos. *Plan departamental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos*. quindío, colombia: corporacion autonoma regional del quindio crq.
- DANE. (14 de Septiembre de 2010). *Censo general 2005*. Retrieved from: https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/50001T7T000.PDF
- Elia, V., Gnoni, M., & Tornese, F. (2017). Improving logistic efficiency of WEEE collection through dynamic scheduling using simulation modeling. *Elsevier*.
- Felix, J. (2007). Universidad Nacional del Nordeste. *Dispositivos Móviles*. Corrientes, Argentina. Retrieved from: <http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/tfbasterretche.pdf>
- Franco, H. R., & Mojica, J. H. (2008). Plan de Salud Territorial. *Municipio saludable por una ciudad decente*. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Franco, H., Hernán, J., & Molinares, a. M. (2008). *"Plan Territorial de Salud Héctor Raul Franco Roa"*. Villavicencio.
- Fuentelsaz. (2004). Cálculo del tamaño de la muestra. *Formación continuada*. Barcelona: Matronas Profesión.
- García, J. (2015). Caracterización de los residuos sólidos ordinarios presentes en el área de interés paisajístico alonso vera (girardot, cundinamarca) y sus posibles implicaciones ambientales. *Luna Azul*.
- Maldonado, P. (2005). Demografía. *Conceptos y técnicas fundamentales*. Barcelona, España: Plaza y Valdes. Retrieved from: <https://books.google.com.co/books?id=LGrydfPT2D4C&pg=PA39&dq=m%C3%A9todo+geom%C3%A9trico+proyeccion+poblaciones&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwir97Wyh57eAhUMqlkKHcc1A1gQ6AEINDAC#v=onepage&q=m%C3%A9todo%20geom%C3%A9trico%20&f=false>
- Martínez, A., & Porcelli, A. (2016). Consumo (IN) sostenible: Nuevos desafíos frente a la obsolescencia programada como compromiso con el ambiente y la sustentabilidad.

- Ambiente y Sostenibilidad*. Buenos Aires, Argentina: Revista del Doctorado Interinstitucional en Ciencias Ambientales.
- Minambiente. (2010). Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Bogotá, Colombia.
- Ley 1672 (2013). Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones. Retrieved from: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2013/ley_1672_2013.pdf
- Ortíz, V. (2017). *Publimetro*. 12 organizaciones que protegen el bienestar de la Tierra. Retrieved from: <https://www.publimetro.com.mx/mx/estilo-vida/2017/04/19/12-organizaciones-que-protegen-el-bienestar-de-la-tierra.html>
- Quintero, S. (2014). Diseño de un plan estratégico para el manejo sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la pontificia universidad javeriana de Bogotá. Bogotá, Bogotá D.C, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Retrieved from: <https://es.scribd.com/presentation/315262699/Analisis-de-Flujo-de-Materiales-MFA>
- Román, I. (Febrero de 2015). eWaste en Colombia. *El aporte de los operadores móviles en la reducción de la basura electrónica - Estudio de caso*. Colombia: GSMA.
- Santos, J. M., Murillo, L. G., Botero, C. A., & Guevara, W. E. (2017). Política Nacional Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Bogotá, D.C: Nomos S.A.
- UNESCO. (2017). *Hechos y cifras*. Demografía y consumo. Retrieved from: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact1-demographics-consumption/>
- Vásquez, O. (2005). Modelo de simulación de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile. Chile: Revista de Dinámica de Sistemas.
- Villarreal, A. (Noviembre de 2011). Estudio de viabilidad para proponer un proyecto piloto de gestión de residuos eléctricos y electrónicos en el distrito de cartagena de indias (colombia), basado en el sistema de gestión español. Cartagena, Colombia.

14. Anexos

Anexo 1. Mapa Comuna 2 de la ciudad de Villavicencio, Meta (Arcgis) (Parra, 2019).



Anexo 2. Encuesta aplicada para el sector vivienda en la comuna 2 de Villavicencio- Meta (Parra, 2019).

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA VILLAVICENCIO	ENCUESTA SECTOR VIVIENDA COMUNA 2	TRABAJO DE GRADO: Diseño de estrategia para la recolección y gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en el sector vivienda de la comuna 2 de Villavicencio	FECHA: _____
			BARRIO: _____

La presente encuesta se realiza con el fin de ver la magnitud de la problemática ocasionada, por los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en la comuna 2, tomando como muestra las viviendas que la conforman, la cual servirá para determinar la estrategia a seguir para el manejo de estos residuos.

Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE): Son todos aquellos aparatos que necesitan para su debida función una fuente de energía ya sea interna o externa (corriente eléctrica, baterías o pilas).

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE): Aparatos eléctricos o electrónicos que han sido desechados ya sea por su obsolescencia y fin de su vida útil, independientemente de su fuente de energía interno o externo.

- Género F ☐ M ☐
- Edad: _____
- Nivel de estudio:
 Primaria ☐ Bachiller ☐ Técnico ☐ Tecnólogo ☐
 Profesional ☐ Especialista ☐ Maestría ☐ Otro: _____
- Estrato socioeconómico
 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐
- ¿Número de personas que habitan normalmente en esta vivienda?
 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐
- Señala en la siguiente tabla los aparatos eléctricos y electrónicos con los que cuenta en su vivienda, cantidad, frecuencia de compra (años) y frecuencia de disposición final (años).

Nº	Aparato Eléctrico y Electrónico	Cantidad	Frecuencia de Compra	Frecuencia de disposición final de los RAEE	¿Hace cuánto tienes este AEE?
1	Televisor	LCD			
		LED			
		Plasma			
		OLED (4k)			
		Análogo			
2	Blu-ray				
3	Equipo de sonido				
4	Nevera				
5	Licuada				
6	Sandwichera				
7	Horno microondas				
8	Horno eléctrico				
9	Computador de mesa				
10	Computador portátil				
11	Celular				
12	Lavadora				
13	Ventilador				
14	Aire acondicionado				
15	Plancha				
16	Plancha para el cabello				
17	Secador de cabello				
18	Máquina de afeitar				
19	Videocámara				
20	Teléfono fijo				
21	Lámparas				
22	Reloj				
23	Balanza				
24	Consolas				
25	Bombillos	LED			
		Fluorescentes			
		Ahorrador			
		Tradicional			
26	Tablet				
27	Otros:				

Anexo 2. Continuación.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA CALI	ENCUESTA SECTOR VIVIENDA COMUNA 2	TRABAJO DE GRADO: Diseño de estrategia para la recolección y gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en el sector vivienda de la comuna 2 de Villavicencio	FECHA: _____ BARRIO: _____
---	--	---	---

7. ¿Le gusta hacer cambio de AEE cada vez que hay avances tecnológicos?
 ¿SI ☐ En Cuál? _____ NO ☐

8. ¿Qué lo motiva a hacer cambio de los AEE?
 A. Los cambios tecnológicos
 B. El contar con dinero extra
 C. Que se encuentre a la moda
 D. Que ya no combine con la estética de la casa
 E. Que se haya dañado el AEE

9. ¿Cuál es el manejo que realiza a los RAEE generados en su vivienda?
 A. Bota a la basura
 B. Entrega a un gestor de RAEE
 C. Entrega a recicladores
 D. Lo lleva a un punto ecológico o centro de acopio
 E. Otro: _____

10. ¿Tiene conocimiento de alguna empresa o gestor, que realice el manejo y la disposición final adecuada de los RAEE, cuál?
 SI ☐ Cuál? _____ NO ☐

11. ¿Cómo considera usted se puede sensibilizar a las personas para que realicen un buen manejo de los RAEE?

12. ¿Cuál considera que es el mejor método de recolección de los RAEE?
 A. Centro de acopio
 B. Rutas de recolección
 C. Puntos ecológicos
 D. Campañas de recolección
 E. Otro, ¿Cuál?
 • Si selecciona A. Centro de acopio:

A.1 ¿Si se va a crear un centro de acopio, que condiciones considera debería tener para la recepción de los RAEE?

A.2 ¿Cuáles considera que deberían ser las condiciones de entrega de los RAEE, por parte de los consumidores?

A.3 ¿Qué persona considera es idónea para realizar el monitoreo y supervisión de la recolección de los RAEE?

• Si selecciona B. Rutas de recolección

B.1 La recolección mediante las rutas de recolección se realizaría mejor:
 A. Llamando cada vez que se necesite hacer disposición final de los RAEE.
 B. Estableciendo un mes, un día y una hora específica para todas las viviendas
 • Si selecciona C. Puntos ecológicos

C.1 ¿Dónde considera que quedarían mejor ubicados los puntos ecológicos, teniendo en cuenta que se necesita de espacios amplios para su recolección?

• Si selecciona D. Campañas de recolección

D.1 ¿Cada cuánto se deberían hacer las campañas de recolección?
 A. 1 mes
 B. 6 meses
 C. 12 meses (1 año)
 D. 18 meses (1,5 años)
 E. 24 meses (2 años)

D.2 ¿Qué institución o entidad cree que debe liderar estas campañas?

Anexo 3. Radicado de la Secretaría de Ambiente.

1300-17.12/859

Villavicencio, 25 de abril del 2018

Señora.

ERIKA PAOLA PARRA MARTINEZ

Calle 19 Sur N° 38 # 37 Portales Nuevo Horizonte.

Cel : 313 8092136.

La Ciudad.

Ref. Solicitud de Información Radicado N° 201814919 ID 331242

Por medio de la presente, me permito informar que el oficio en asunto, sobre solicitar información acerca de RAEE (Residuos y aparatos eléctricos y electrónicos) de las actividades que ha realizado la Secretaría de Medio Ambiente Municipal, de acuerdo con lo anterior el 28 y 29 de noviembre del 2017 se realizó una jornada de recolección de RAEEs donde recolectaron (1,1/2) ton, donde específicamente se clasificó así:

RAEES 217

BOMBILLAS 114

MEDICAMENTO VENCIDOS 703.

PILAS 24,5 Kg

De igual manera el día 6 y 7 de junio tenemos planeado realizar otra jornada de Recolección de estos Residuos.

Agradezco la atención prestada.

Cordialmente,

Abg. JENNIFER CAROLINA AROCA CAMPO
Secretaría de Medio Ambiente

NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	FIRMA
VºBº: N.A.	N.A.	
Reviso:	Secretaria de Medio Ambiente	
Elaboro: Ana María Sendoya García	Profesional Universitario G10	Amfg



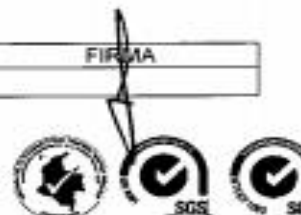
Al contestar cite el número completo de este anuncio.

13-JUN-1949

ING. XIOMARA SILVA REYES
Coordinadora Grupo Aire y Urbano

NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	FIRMA
Proyectó: Gildardo franco Calderon	Profesional Grupo aire y Urbano	

AUTORIDAD AMBIENTAL EN EL DEPARTAMENTO DEL META
Dirección: Carrera 35 Nº 25-57 San Benito- Villavicencio (Meta) - Colombia
PBX 6730420 - 6730417 - 6730418 Fax 6825731 LINEA PQR 6730420 EXT. 105
Línea Gratuita Nacional 018000117177
Página Web: www.comarcarena.gov.co Email: info@comarcarena.gov.co



Anexo 5. *Categorización de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) en la UE según directiva del 2012 (Santos et al, 2017).*

Categorías	AEE considerados en la categoría	Equivalencia con Direct. 2002
1. Aparatos de intercambio de temperatura	Lavadoras, neveras, refrigeradores, equipos de aire acondicionado, ventiladores, otros aparatos de intercambio de temperatura que utilicen etc.	Grandes electrodomésticos (únicamente de refrigeración y calefacción)
2. Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas de superficie superior a los 100 cm ²	Pantallas, televisores, marco digitales para fotos con tecnología LCD, monitores, computadores portátiles, incluidos los de tipo notebook y tabletas.	Equipos de informática y telecomunicaciones (Únicamente equipos de informática con pantallas de tamaño superior a 100 cm ²).
3. Lámparas	Lámparas fluorescentes rectas, fluorescentes compactas y fluorescentes, lámparas de descarga de alta densidad, incluidas las de sodio de presión y las de haluros metálicos, lámparas de sodio de baja presión y lámparas LED.	Aparatos de alumbrado excepto las luminarias
4. Grandes aparatos (con una dimensión exterior superior a 50 cm)	Lavadoras, secadoras, lavavajillas, cocinas, hornos eléctricos, hornillos eléctricos, placas de calor eléctricas, luminarias; aparatos de reproducción de sonido o imagen, equipos de música, grandes ordenadores, grandes impresoras, paneles fotovoltaicos, etc.	Grandes equipos (con una dimensión exterior superior a 50 cm) de todas las categorías excepto los equipos de refrigeración, calefacción y lámparas.
5. Pequeños aparatos (sin ninguna dimensión exterior superior a 50 cm)	Aspiradoras, máquinas de coser, luminarias, hornos microondas, aparatos de ventilación, planchas, tostadoras, cuchillos eléctricos, relojes, máquinas de afeitar eléctricas, video cámaras, instrumentos musicales, juguetes eléctricos y electrónicos, etc.	Pequeños equipos (sin una dimensión exterior superior a 50 cm) de todas las categorías excepto las lámparas.
6. Aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños (sin dimensión exterior superior a los 50 cm)	Teléfonos móviles, GPS, calculadoras de bolsillo, encaminadores, ordenadores personales, impresoras, teléfonos.	Equipos de informática y telecomunicaciones (con pantalla menor a 100 cm ² o dimensión exterior menor a 50 cm).