



FACULTAD DE  
**ARQUITECTURA**  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL

**PONENTE DE LA TESIS**

Marilyn Caribel Rojas Maldonado  
Carné 200714988  
DPI 1981372570101

Modelo de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) aplicado en la  
identificación de microempresas, pequeñas y medianas empresas (mipymes)  
de minería urbana en la ciudad de Guatemala.

Caso de estudio: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)

**ASESORES**

Dafne Adriana Acevedo Quintanilla de López  
Arquitecta con Maestría en Ciencias en Planificación y Diseño del Paisaje

Susana Isabel Palma Rodríguez de Cuevas  
Arquitecta con Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental  
y Doctorado en Arquitectura

Ingrid Lorena Benítez Pacheco  
Licenciada en Química con Maestría en Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente

Guatemala, mayo de 2023

### **JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
VOCAL II	Licda. Ilma Judith Prado Duque
VOCAL III	Arqta. Mayra Jeanett Díaz Barillas
VOCAL IV	Br. Oscar Alejandro La Guardia Arriola
VOCAL V	Br. Laura del Carmen Berganza Pérez
SECRETARIO	M A Arq Juan Fernando Arriola alegría

### **TRIBUNAL EXAMINADOR**

DECANO	M. Sc. Arq. Edgar Armando López Pazos
SECRETARIO	Arq. Marco Antonio de León Vilaseca
EXAMINADORA	M. Sc. Arqta. Dafné Adriana Acevedo Quintanilla
EXAMINADORA	Dra. Susana Isabel Palma Rodríguez
EXAMINADOR	Dr. Danilo Ernesto Callén Álvarez

## AGRADECIMIENTOS

### A DIOS

Por sobre todas las cosas, por su misericordia, por su protección y bendición en cada momento de vida, en nombre del Padre, del Hijo y del Espíritu Santo.

### A MIS HIJOS

Julián Emanuel y Diana Elena, por su amor y paciencia. Los amo hijos míos, son la herencia de Dios, frutos de mi vientre y mi recompensa. Crezcan mis niños, fortalezcan y progresen en sabiduría y la gracia de Dios los acompañará hoy, mañana y siempre mis amores.

### A MIS PADRES

Sonia Caribel y Mario René, por su amor y apoyo incondicional en cada momento de mi vida, gracias a su esfuerzo y dedicación, soy lo que soy. Honro a mi padre y a mi madre, por favor Dios, bendice y alarga sus días. Los amo mucho mis papitos, son mi orgullo y mi ejemplo de perseverancia.

### A MI ESPOSO

Jairo Nosif, por ser fiel en la tristeza y en la alegría, cuidarme en la enfermedad y en la salud, estar en la pobreza y en la riqueza, por amarme y respetarme todos los días de mi vida. Dios bendiga nuestro matrimonio en lo próspero y en lo adverso, que no deje de ser, que se goce de la verdad y prevalezca la fe, la esperanza y nuestro amor, que no sufra, que todo lo crea, todo lo espere, todo lo soporte. Te amo.

### A MI HERMANA

Evelyn Mavel, a mi bella madrina de graduación, gracias por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida. Dios te bendiga y te guarde. Que Dios te mire con agrado y extienda su amor, te muestre su favor y te conceda la paz siempre hermanita.

A MI CUÑADA Y MI SUEGRA

Lesly Luch y Lupita Aldana, por su amor y apoyo incondicional a mis hijos y a mí. Dios proteja y derrame muchas bendiciones en sus vidas. Que la gracia del Señor Jesús sea con ustedes.

A MIS AMIGAS

Mercedes Roquel y Rocío Medina, por estar conmigo en las buenas y en las no tan buenas, por darme su invaluable y sincera amistad, sin interés, sin condiciones, animándome y apoyándome en cada fase de mi vida. Dios bendiga a su familia. La dulzura de su amistad fortalece mi ánimo.

A KAREN ÁVILA MALDONADO

Por su apoyo incondicional en esta fase de mi vida, gracias por animarme y ser mi apoyo. Dios te bendiga en cada paso mi niña.

A MI ASESORA

Maestra Dafné Acevedo, por su gran apoyo y guía en la realización del presente trabajo de graduación. Dios la siga bendiciendo Maestra, muchas gracias.

A MIS CONSULTORAS

Doctora Susana Palma y Maestra Ingrid Benítez, por su apoyo en la realización del presente trabajo de graduación. Dios las bendiga.

A FACULTAD DE ARQUITECTURA

Por las enseñanzas y conocimientos que me brindaron el mejor tesoro, la educación ambiental.

## ÍNDICE

I.	Introducción .....	7
CAPÍTULO 1: Aspectos generales .....		9
1.1	Antecedentes .....	9
1.2	Planteamiento del problema .....	12
1.3	Preguntas de investigación .....	13
1.4	Justificación .....	14
1.4.1	Impacto esperado .....	14
1.5	Objetivos .....	15
1.5.1	Objetivo general .....	15
1.5.2	Objetivos específicos .....	15
1.6	Delimitación del problema .....	16
1.7	Estado del arte .....	16
1.8	Metodología de investigación .....	18
1.8.1	Tipo de investigación y método .....	18
1.8.2	Técnicas e instrumentos .....	19
1.8.3	Operacionalización de las unidades de análisis .....	19
1.8.4	Procesamiento de datos y plan de análisis .....	21
CAPÍTULO 2: Marco teórico y conceptual .....		22
2.1	Metodología de investigación .....	22
2.2	Residuos y desechos .....	23
2.2.1	Clasificación de los residuos .....	23
2.2.2	Identificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos .....	24
2.3	Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos .....	29
2.3.1	Oportunidades de desarrollo en la gestión integral de RAEE .....	33
2.3.2	Legislación vigente .....	37
2.4	Estudio técnico de la propuesta .....	40
2.4.1	Estudio de técnico .....	41
2.4.2	Análisis administrativo .....	43
2.4.3	Análisis legal .....	44
2.4.4	Análisis ambiental .....	45
2.4.5	Análisis del modelo de negocio .....	48

CAPÍTULO 3: Análisis del sistema de gestión actual de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) de acuerdo con la pirámide invertida de la gestión integral de residuos sólidos (GIRS) en la ciudad de Guatemala.....	49
3.1.    Situación actual en la gestión de residuos en Guatemala.....	50
3.2.    Hallazgos de la investigación de RAEE en Guatemala .....	52
3.3.    Flujo de la gestión actual de un RAEE en ciudad Guatemala .....	55
CAPÍTULO 4: Identificar los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) con mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala .....	65
4.1.    Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa .....	71
4.2.    Cantidad de aparatos descompuestos en casa.....	81
4.3.    ¿Cuáles son las razones frecuentes por las que adquiere o cambia sus aparatos eléctricos y electrónicos en su hogar?.....	91
4.4.    Frecuencia con la que cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico.....	101
4.5.    De acuerdo con lo visto en esta encuesta ¿Qué aparato eléctrico y/o electrónicos desecha con mayor frecuencia? .....	111
4.6.    Generación de RAEE.....	121
CAPÍTULO 5: Identificar las oportunidades de desarrollo de mipymes de minería urbana, relacionados con la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos .....	123
5.1.    Descripción técnica de las mipymes .....	124
5.1.1. Museo RAEE .....	125
5.1.2. Talleres de reparación AEE .....	127
5.1.3. Taller de Cajero-RAEE .....	128
5.1.4. Recicladora RAEE .....	130
5.1.5. RAEE-móvil .....	132
5.1.6. Taller de enderezado y pintura.....	133
5.1.7. Tapi-RAEE .....	135
5.1.8. Joyería RAEE (Laboratorio RAEE, Taller de Joyería y tienda) .....	136
CAPÍTULO 6: Propuesta de modelo de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, con el desarrollo de una mipyme de minería urbana con los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) de mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala .....	137
6.1.    Análisis de planta y equipo .....	139
6.1.1. Comercialización y canales de distribución.....	139
6.1.2. Diseño de planta.....	140

6.1.3. Materiales e insumos .....	145
6.2. Análisis administrativo .....	153
6.2.1. Descripción de la organización .....	153
6.2.2. Organización para la operación.....	154
6.2.3. Mantenimiento preventivo y correctivo .....	159
6.3. Análisis legal.....	160
6.3.1. Requisitos legales generales para mipymes .....	160
6.3.2. Requisitos legales relacionados al tipo de actividad .....	162
6.4. Análisis ambiental .....	164
6.4.1. Licencia ambiental .....	164
6.4.2. Identificación y valoración de los impactos.....	166
6.5. Análisis del modelo de negocio.....	175
6.6. Discusión de resultados.....	178
6.7. Vinculación .....	179
6.8. Estrategia de difusión y publicación.....	179
7. Conclusiones .....	180
8. Recomendaciones.....	181
9. Bibliografía .....	182
10. Glosario .....	186
11. Índice de tablas.....	192
12. Índice de figuras.....	194
13. Anexos.....	200
13.1. Modelo de encuesta para determinar el AEE con mayor grado de obsolescencia.....	200
13.2. Modelo de cuestionario para entrevistas .....	216

## **I. Introducción**

El siguiente trabajo de investigación analizó las interacciones de los componentes de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), y su aprovechamiento dentro del casco urbano (minería urbana), utilizando la teoría de economía circular y la pirámide de la gestión integral de los residuos sólidos (GIRS), aplicado a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), en la ciudad de Guatemala. Esta propuesta identificó estrategias para disminuir la exportación de los metales preciosos que están dentro de los componentes de los AEE (plata y oro, cobre, etc.), hacia las potencias internacionales por medio de la identificación de microempresas, pequeñas y medianas empresas (mipymes) sostenibles, que puedan ser impulsadas en minería urbana de RAEE en las áreas urbanas guatemaltecas.

Para ello se utilizó el modelo de economía circular y GIRS, para identificar y describir las mipymes dedicadas a la minería urbana de los RAEE con el mayor grado de obsolescencia adquirida y percibida en la ciudad de Guatemala, contribuyendo al desarrollo económico del país generando nuevas fuentes de trabajo y de negocios relacionados con el tratamiento y disposición final de estos residuos, apoyando la disminución de la pobreza con el diseño de una Plaza RAEE, que por su tamaño y por la cantidad de empleados es considerada una mipyme por tener menos de 25 empleados, su distribución de planta se adecúa para que funcionen interrelacionadas varias microempresas, las cuales pueden desarrollar sus actividades técnicas de manera individual dentro de la Plaza.

En el primer capítulo se describen los aspectos generales de la investigación, tales como antecedentes, planteamiento del problema, preguntas de investigación, objetivos, estado del arte y la metodología de investigación. En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico y conceptual de los residuos y su clasificación, se identifican los RAEE según GIRS y economía circular, además, de la legislación vigente y así como, del marco conceptual de las partes que conforman un estudio técnico de la propuesta.

En el capítulo 3 se analiza el sistema de gestión actual de RAEE de acuerdo con GIRS en la ciudad de Guatemala. En el capítulo 4 se identifican los AEE con el mayor grado de obsolescencia según las 10 categorías Real Decreto 110/2015 del 20 de febrero de 2015 sobre RAEE.

En los últimos 2 capítulos se desarrolla la propuesta de acuerdo con los hallazgos encontrados en los 4 primeros capítulos. En el capítulo 5 se identifican y describen las oportunidades de negocios relacionadas a la minería urbana de RAEE y para finalizar, en el capítulo 6 se desarrolla el estudio técnico de la propuesta, que incluye los aspectos de planta y equipo, administrativo, legal, ambiental y del modelo de negocio.

## CAPÍTULO 1: Aspectos generales

Existen entidades públicas y privadas alrededor del mundo que están preocupadas y que trabajan activamente en la gestión de residuos, específicamente en la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Entre las entidades estatales que han trabajado en este tema están: el Gobierno de España y el Viceministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia; existen asociaciones sin fines de lucro como, E-Waste Guatemala, la Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe (RELAC), que busca soluciones a los equipos computacionales importados y clonados en Latinoamérica y el Caribe<sup>1</sup> y el proyecto Fortalecimiento de Iniciativas Nacionales y Mejoramiento de la Cooperación Regional para el Manejo Ambientalmente Adecuado de COP en Residuos de Aparatos Electrónicos o Eléctricos (RAEE) en Países Latinoamericanos, que como parte de sus actividades realizó un *Mapeo de Actores para la gestión de Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos (RAEE) en Guatemala*<sup>2</sup>.

### 1.1 Antecedentes

En los últimos 10 años existen trabajos de graduación de licenciatura y maestría que han visualizado las oportunidades de negocios relacionadas con la gestión de RAEE, pero ninguno ha concretado cuáles y como podrían ser estas. Además, hay pocos estudios relacionados con la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, entre los más relevantes se identificaron los siguientes:

En el 2009, el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia (CGP+L) realizó un *Diagnóstico sobre la generación de desechos electrónicos en Guatemala*, el cual se elaboró con información del departamento de Guatemala, analizando a los sectores involucrados. Durante el trabajo en campo observaron que los principales desechos electrónicos generados son los teléfonos celulares, computadoras y sus componentes, por lo que delimitaron su estudio en la generación de estos. Obtuvieron sugerencias y recomendaciones de todos los entrevistados y entre las sugerencias se encuentran la promoción de actividades para fomentar la capacitación y concientización en la población para el uso y disposición de desechos electrónicos que minimicen el impacto

---

<sup>1</sup> “RELAC.” QUIÉNES SOMOS, Plataforma RELAC: Buscando soluciones a los residuos electrónicos de PC en Latinoamérica y el Caribe, 2010. <http://www.residuoselectronicos.net/>.

<sup>2</sup> Defensores de la Naturaleza. 2021. Mapeo de actores para la gestión de RAEE en Guatemala. “Defensores de La Naturaleza.” January 26, 2021. <https://defensores.org.gt/noticias/taller-mapeo-de-actores-para-la-gestion-de-raee-en-guatemala/>.

negativo al ambiente y la salud, así como, la formulación de planes de manejo y adecuada disposición final de RAEE.

En el 2010, el Viceministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, plantea y describe los lineamientos técnicos para el manejo de RAEE en el territorio colombiano, dando a conocer los roles de los sectores públicos y privados, ofreciendo oportunidades de empleo en nuevas pequeñas y grandes empresas, pero sin concretar alguna de estas.<sup>3</sup>

En el 2012, dos estudiantes colombianos de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Tecnológica de Pereira trabajaron en un manual para el manejo integral de RAEE, en el que se propone la generación de procesos de desarrollo económico y oferta de empleo a educandos, pero sin concretar ninguno.<sup>4</sup>

En el 2015, el Gobierno de España ha trabajado sobre la gestión de los RAEE, de acuerdo con el Real Decreto 110/2015, en el cual se enmarcan los procesos de gestión y tratamiento de estos. Entre los objetivos de este decreto está el impulsar los principios de jerarquía en la gestión de los residuos y la generación de empleo en este sector, pero no definen con claridad la estructura de estas pequeñas o medianas empresas.<sup>5</sup>

En ese año también en la Universidad de Cartagena, dos estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas, en su tema de tesis trabajaron en un sistema de información para el apoyo en la gestión integral de los RAEE en dicha universidad, en el que se muestra un panorama de los RAEE en Colombia y en el resto del mundo, donde señala la factibilidad de la conformación de entidades lucrativas y no lucrativas en la gestión de estos residuos.<sup>6</sup>

---

<sup>3</sup> Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*, Colombia, 2010. [http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia\\_RAEE\\_MADS\\_2011-reducida.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf)

<sup>4</sup> Marin, F., y V Henao. *Manual Para el Manejo Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*, 2012. [http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4684/2/628445M337E\\_Anexo.pdf](http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4684/2/628445M337E_Anexo.pdf).

<sup>5</sup> Martínez, Olga Permanyer. «Situación e Impacto de los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) Caso de Estudio: los Ordenadores», 2013, 57.

<sup>6</sup> Daniel, y Oswaldo Vega. «Sistema De Información Para El Apoyo De La Gestión Integral De Los Residuos De Aparatos Eléctricos Y Electrónicos (Raee)», 2015, 81.

<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/2928/1/>. Sistema de información para el apoyo de la gestión integral de los residuos de aparatos eléctrico.pdf.

Otro trabajo relacionado con los RAEE, es el trabajo de graduación de Angela Solis, estudiante de la Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Rafael Landívar, en el cual se plantea la propuesta de ley que regule el manejo de los RAEE, ya que actualmente no se cuenta con una ley al respecto. Entre sus recomendaciones más importantes con respecto a este trabajo es el incluir incentivos a los pobladores, importadores y recicladores para crear el interés en cuanto al manejo integral y promover así la creación de entidades privadas que se dediquen al manejo de RAEE, siendo así una nueva fuente de comercio y empleo.<sup>7</sup>

En el 2016, la ingeniera Química Tannia De León, en su tesis de Maestría en Energía y Ambiente, recomienda agotar la reutilización de las fotoceldas (uno de los tipos de RAEE), para reciclar metales que tienen valor económico, además, de realizar un estudio de costo-beneficio en la separación de los componentes de las fotoceldas averiadas, el cual puede dar como resultado la creación de una mipyme si, el valor económico saliera rentable.<sup>8</sup>

Los estudios mencionados indican claramente que existen oportunidades de negocios que se pueden realizar, pero en ninguna de ellas describen alguna de las oportunidades que se pueden generar como tal. Por lo que la motivación principal de esta investigación es describir cuáles pueden ser estas mipymes en minería urbana de RAEE que se puedan desarrollar.

---

<sup>7</sup> Angela Abigail Solis Reyes “Implementación de una ley que regule el manejo de desechos eléctricos y electrónicos en Guatemala” (tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Rafael Landívar, 2015). 1-158.

<sup>8</sup> Tannia Magaly De León “Tratamiento primario de los residuos sólidos provenientes de las fotoceldas utilizadas en los sistemas de alumbrado público” (tesis de Maestría en Energía y Ambiente, 2016). 1-106

## 1.2 Planteamiento del problema

En Guatemala el tema de comercialización de productos provenientes de minería urbana tiene ya varios proyectos en operación en los últimos 10 años, de acuerdo a las publicaciones de la Cámara de Industria y Agexsport, quienes indican que el asunto de reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Guatemala es un tema aún no explotado del todo, como lo indica el diagnóstico sobre la generación de desechos electrónicos en Guatemala, por el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia (CGP+L)<sup>9</sup>. Las instituciones que trabajan únicamente el acopio de los RAEE realizan la separación mecánica de los AEE, para luego ser exportados a países europeos como Alemania y Polonia, entre ellas están: E-Waste y RECELCA.

Sabiendo que la única actividad legalmente registrada en la ciudad de Guatemala es el acopio, tenemos un universo casi desconocido para el país y posibles oportunidades de negocios. No existe una medición exhaustiva del flujo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, por lo tanto, no se ha medido el impacto social, económico y ambiental de estos residuos; además esto dificulta realizar políticas para la gestión integral de los mismos.

Uno de los mayores riesgos de esta problemática es que los recursos naturales van en decremento y la contaminación en crecimiento exponencial; además, existen pocas entidades públicas o privadas que cuenta con una política de tratamiento de los RAEE, ya que la ley nacional enmarca a estos residuos como sólidos en su conjunto, sin tomar en consideración que algunas de las piezas tienen en su interior líquidos altamente tóxicos, como es el caso de las baterías, que en su interior contienen ácidos, que sin el tratamiento adecuado, generan altos impactos negativos al ambiente; Acumuladores Iberia es de los pocos en Centro América que trabaja con el reciclaje de baterías, pero solo de vehículos.

Entonces, ¿qué pasa con los aparatos eléctricos y electrónicos? ¿Se tiran a la basura sin control y se pierde la oportunidad de aprovechamiento de ellos? Tomando en consideración la tecnología cambiante y por ende el aumento de la generación de RAEE, si no se toman medidas, en muy pocos años podría derivar en un deterioro ambiental de consecuencias irreversibles.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Sonia Solis y Andrés Chicol. Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia. 2009. "En Guatemala."

<sup>10</sup> Quk, Compañía. «Relación entre los estudios generales y estudios específicos de un proyecto de inversión», 2011. <http://www.blogdequk.com/2011/02/estimados-lectores-es-muy-importante.html>.

Si estos residuos se manejan adecuadamente, podrán someterse a un procedimiento de reutilización y así favorecer la vida útil de los sitios de disposición final, además, de generación de oportunidades de trabajo con las nuevas alternativas de solución, es decir, disminuyendo la exportación de los metales preciosos de los RAEE (minería urbana) hacia las potencias extranjeras, impulsando mipymes sostenibles, contribuyendo así al desarrollo económico del país, apoyando a la disminución de la pobreza, generando nuevas fuentes de trabajo y de negocios sostenibles.

### **1.3 Preguntas de investigación**

- 1) ¿Cómo es el sistema de gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Guatemala?
- 2) ¿Cuáles son los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) con mayor grado de obsolescencia en Guatemala?
- 3) ¿Cuáles son las oportunidades de desarrollo en mipymes de minería urbana existentes relacionadas a la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Guatemala?

## **1.4 Justificación**

Es necesario disminuir la exportación de los metales preciosos que están dentro de los AEE hacia las potencias internacionales, por lo que es vital identificar e impulsar la generación de mipymes en minería urbana de RAEE sostenibles en las áreas guatemaltecas, que contribuyan al desarrollo económico del país y así generar nuevas fuentes de trabajo, negocios y emprendimientos relacionados al tratamiento y disposición final de estos residuos, por medio del análisis de las interacciones entre economía circular de los componentes de aparatos eléctricos y electrónicos dentro del metabolismo urbano (minería urbana), flujos de materiales, energía, salidas de residuos, emisiones, la retención de materiales, etcétera, en la gestión integral de los RAEE en la República de Guatemala.

Las implicaciones de estos temas están relacionadas con el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible aceptados en el país al impulsar propuestas de alternativas de solución en la disposición final de los RAEE a través del fomento de mipymes sostenibles.

### **1.4.1 Impacto esperado**

En Guatemala no se tiene una legislación o política específica del manejo los RAEE, y actualmente el proceso de recolección de todos los desechos del país carece de un procedimiento de tratamiento adecuado, por lo tanto, este modelo de gestión integral de RAEE contribuye en la mitigación del impacto social, económico y ambiental de estos residuos en la ciudad de Guatemala, basado en GIRS con estándares internacionales y estableciendo nuevas oportunidades de trabajo y formación de mipymes que darán lugar a políticas en la gestión de la minería urbana que puedan adaptarse, cubrir las necesidades y demandas de la sociedad guatemalteca. Además, con la construcción de la Plaza RAEE se ofrece oportunidad a los emprendedores que deseen contribuir a la mitigación de este impacto.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Proponer un modelo de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) aplicado en la identificación de microempresas, pequeñas y medianas empresas (mipymes) de minería urbana en la ciudad de Guatemala que se dedican al aprovechamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- 1) Analizar el sistema de gestión actual de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) de acuerdo con la pirámide invertida de la gestión integral de residuos sólidos (GIRS) en la ciudad de Guatemala.
- 2) Identificar los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) con mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala.
- 3) Identificar las oportunidades de desarrollo de mipymes de minería urbana, relacionados con la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- 4) Realizar un estudio técnico de la propuesta de modelo de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, con el desarrollo de una mipyme de minería urbana con los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) de mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala.

## 1.6 Delimitación del problema

Se trabajó el estudio técnico para una propuesta de modelo de gestión integral de residuos sólidos (GIRS), aplicado a una mipyme (microempresas, pequeñas y medianas empresas) de minería urbana dedicada al aprovechamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) con el mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala, denominada Plaza RAEE.

## 1.7 Estado del arte

Guatemala posee la problemática de la extracción acelerada de recursos, la ineficiencia en la logística y gestión de residuos que provocan una presión insostenible sobre el medio ambiente.<sup>11</sup> Debido a las altas densidades de población y las actividades económicas más intensivas, la mayor parte de las actividades de venta de artículos de aparatos eléctricos y electrónicos se lleva a menudo a cabo en zonas urbanas, principalmente en los municipios aledaños a la ciudad capital, conocidos como municipios de habitación.

De acuerdo con el *Perfil Ambiental 2006* elaborado por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), en el país diariamente se generan desechos sólidos por un monto de entre 6 000 a 7 000 toneladas, de las cuales, el 54 por ciento se producen en las zonas urbanas y el restante 46 por ciento en zonas rurales, que, en su caso puntual, se reitera que Guatemala también posee problemáticas con la disposición final de los RAEE, principalmente en las áreas urbanas.

En el 2009, el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia (CGP+L) realizó un diagnóstico sobre la generación de desechos electrónicos en Guatemala, analizando a los sectores involucrados. El gobierno de España trabajó sobre la gestión de los RAEE, de acuerdo con el Real Decreto 110/2015, en el cual se enmarcan los procesos de gestión y tratamiento de estos.

---

<sup>11</sup> Lesly Yamileth Orozco Escobar, "Caracterización, administración y manejo de los residuos de instrucción en proyectos de ingeniería", tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014. 35-105.

En Colombia el Viceministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia propone lineamientos técnicos para el manejo de RAEE. Además, en este país ha realizado varios trabajos de tesis, por ejemplo, en la Universidad Tecnológica de Pereira, se trabajó en un manual para el manejo integral de RAEE, en la Universidad de Cartagena se trabajó en un sistema de información para el apoyo en la gestión integral de los RAEE en dicha universidad, en el que se muestra un panorama de los RAEE en Colombia y en el resto del mundo.

En Guatemala se planteó una propuesta de ley que regule el manejo de los RAEE, por medio de un trabajo de graduación de la Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Rafael Landívar, ya que actualmente no se cuenta con una ley al respecto.

Todas estas investigaciones han visualizado las oportunidades de negocios relacionadas con la gestión de RAEE, pero ninguno ha concretado cuáles y cómo podrían ser estas. Gracias a los estudios y avances realizados en la Unión Europea<sup>12</sup>, Brasil<sup>13</sup>, Colombia, México y otros países<sup>14</sup>, Guatemala posee un marco de referencia para iniciar su propio proceso de gestión de los residuos sólidos, en caso particular los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

---

<sup>12</sup> European Statistics EUROSTAT, "Waste Statistics," accessed July 3, 2016, [europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Waste\\_statistics/de#Weitere\\_Informationen\\_von\\_Eurostat](http://europa.eu/statistics_explained/index.php/Waste_statistics/de#Weitere_Informationen_von_Eurostat).

<sup>13</sup> (Instituto Brasileiro de Geografia e Estadística) IBGE, "Projection of the Brazilian Population," 2016, [www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao](http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao).

<sup>14</sup> Organización Panamericana de la Salud (OPS), "Informe de La Evaluación Regional Del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos En América Latina y el Caribe del año 2010"; R. NUNES, K.R.A.; Mahler, C.F.; Valle, "Reverse Logistics in the Brazilian Construction Industry," 2009.

## 1.8 Metodología de investigación

### 1.8.1 Tipo de investigación y método

Enfoque mixto, con estudio de caso, con alcance exploratorio, analítico y estadístico descriptivo. El estudio de caso se desarrolló como fase diagnóstica, utilizando las siguientes técnicas de recolección de la información: encuesta, entrevista, investigación documental y de campo. Se realizó un estudio técnico de la mipyme de minería urbana con los RAEE de mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala en la economía formal.

En la encuesta se determinó el tipo de aparato eléctrico y electrónico con mayor probabilidad de ser adquirido y desechado, considerando razones, frecuencia y cantidad (ver anexo 1); clasificados de acuerdo con las diez categorías según Real Decreto 110/2015:

1. Grandes electrodomésticos,
2. Pequeños electrodomésticos,
3. Equipos de informática y telecomunicaciones,
4. Aparatos electrónicos de consumo,
5. Aparatos de alumbrado,
6. Herramientas eléctricas o electrónicas,
7. Juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre,
8. Aparatos médicos,
9. Instrumentos de vigilancia o control y
10. Máquinas expendedoras.

En las entrevistas se utilizó un cuestionario (ver anexo 2), en la investigación documental y de campo se realizaron con los actores relevantes de acuerdo con los fundamentos de la economía circular y la Gestión Integral de Residuos Sólidos:

- a) Prevención y minimización,
- b) Recolección,
- c) Reúso y reciclaje,
- d) Disposición,
- e) Administración,
- f) Investigación.

### 1.8.2 Técnicas e instrumentos

- Método: fundamentos de la economía circular para establecer las posibles oportunidades de negocios en cada etapa de un modelo de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS). Para el estudio técnico de la propuesta de mipyme de minería urbana de los RAEE se utilizó el método de distribución de planta por proceso y por producto.
- Técnica e instrumento: se utilizó la encuesta y la entrevista para realizar el análisis de la oportunidad de mipyme de minería urbana y un análisis estadístico descriptivo para realizar el análisis de la información obtenida.
- Instrumento, aparatos y procedimientos técnicos: la información se obtuvo por medio de encuestas y entrevistas diseñadas, utilizando el apoyo de cuestionarios y formularios virtuales. Para el análisis preliminar del modelo se utilizó la herramienta Canvas.

### 1.8.3 Operacionalización de las unidades de análisis

#### Encuesta

Para la determinación de la generación de RAEE se encuestó a 1 558 núcleos familiares de estudiantes universitarios del curso de ecología de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala; siendo estos 1 368 en el año 2018, 113 en el 2019 y 136 en el 2021, (ver anexo 1). El instrumento utilizado fue un formulario de Google dividido en nueve secciones, utilizando un noventa por ciento de preguntas cerradas:

1. Datos básicos de la carrera del estudiante (carrera, sección, etc.).
2. Datos del hogar encuestado (cantidad y características de los integrantes del núcleo familiar).
3. Condiciones del domicilio (acceso a servicios básicos).
4. Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa (10 categorías según Real Decreto 110/2015).
5. Cantidad de aparatos descompuestos en casa (10 categorías según Real Decreto 110/2015).
6. Razones frecuentes por las que adquiere o cambia sus aparatos eléctricos y electrónicos en su hogar (razones por categoría de AEE).

7. Frecuencia con la que cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico (tiempo por categoría de AEE).
8. Aparato eléctrico o electrónicos que desecha con mayor frecuencia (10 categorías según Real Decreto 110/2015).
9. Generación de RAEE (información del gestor de los residuos).

### **Entrevista, investigación documental y de campo**

La entrevista individual consistió en consultar a los actores relevantes en la recolección, reúso, reciclaje y disposición final de residuos sólidos en Guatemala. La herramienta utilizada fue el cuestionario, que contiene las preguntas de investigación y dos preguntas centrales: ¿Sabe usted qué sucede con los residuos generados por los aparatos eléctricos y electrónicos?, y ¿conoce el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos?

La investigación documental se llevó a cabo a los siguientes actores: Reciclaje de Electrónicos Centroamericanos, S. A. (RECELCA), Exportadora de Desechos, S. A. (SCRAPEX), e-Waste de Guatemala, Relleno Sanitario CA9-SUR km 22, recolectores municipales de basura y recolectores informales y privados.

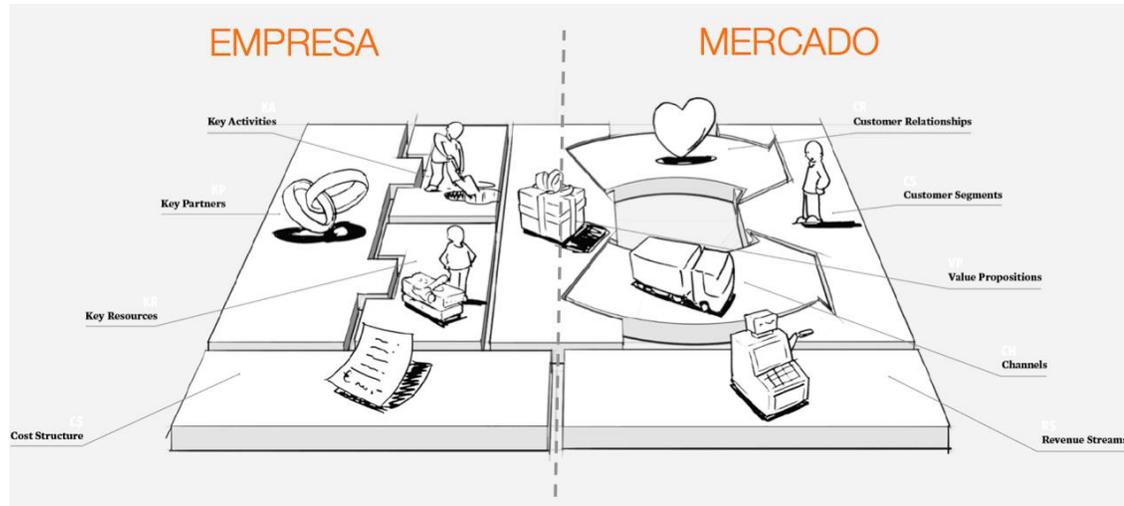
La investigación de campo se realizó en las siguientes instalaciones:

- Relleno Sanitario CA9-SUR km 22, Bárcenas, Villa Nueva.
- Planta de compostaje RDF MPGK Katowice, Polonia.
- Instalaciones de MPO Kraków visita en Planta y Relleno Sanitario Ecological Center Barycz e instalaciones del Centro de Sistema de Colección de Residuos PSZON Lamusownia en Cracovia, Voivodato de Pequeña Polonia, Polonia.
- Centro de acopio Stadtreinigung y en Zweckverbandes Abfallwirtschaft Westsachsen ZAW, un vertedero tipo 3 en Leipzig, Alemania.
- Planta experimental de biomasa y biogás biocombustión DBFZ en Leipzig, Alemania.
- Universidad Federico Henríquez y Carvajal en Santo Domingo, República Dominicana.

### 1.8.4 Procesamiento de datos y plan de análisis

Para el análisis estadístico e interpretación de datos se utilizaron los programas de Microsoft Office, además, de las herramientas proporcionadas por Google en la elaboración de formularios, cuestionarios, tablas y gráficos. Para el análisis preliminar del modelo se utilizó la herramienta Canvas, conocido como lienzo de modelo de negocios.

Figura 1: Modelo Canvas



Fuente: LEAN CANVAS, UN LIENZO DE MODELOS DE NEGOCIO PARA STARTUPS.  
<https://javiermegias.com/blog/2012/10/lean-canvas-lienzo-de-modelos-de-negocio-para-startups-emprendedores/>

## **CAPÍTULO 2: Marco teórico y conceptual**

Para elaborar una propuesta de modelo de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) aplicado en la identificación de microempresas, pequeñas y medianas empresas (mipymes) de minería urbana en la ciudad de Guatemala dedicadas al aprovechamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), es necesario comprender todos los conceptos involucrados directa e indirectamente con el planteamiento.

### **2.1 Metodología de investigación**

De las metodologías de investigación existentes, la que se eligió para el desarrollo de la propuesta es el estudio de caso, ya que es una metodología de análisis cualitativo que permite generar conclusiones de un fenómeno en específico y único. Entre sus principales características es la flexibilidad del proceso de investigación al realizar el estudio de caso en tres fases:

- 1) Preactiva: fase del planteamiento del problema que busca familiarizarse con la naturaleza y el ámbito del estudio.
- 2) Interactiva: fase en la que se obtienen los datos por diferentes medios.
- 3) Posactiva: fase de análisis global y profundo de los datos. En esta fase se obtienen las conclusiones generales y las implicaciones de la investigación.<sup>15</sup>

Con ella se analizan los RAEE y las estadísticas estimadas y recopiladas sobre las actividades del reciclaje en el país y su relación con los países exportadores e importadores (identificando oportunidades, negocios, los empleados, los recursos más utilizados, los sitios de ensamble, nuevas zonas de ventas, componentes logísticos en la reutilización, comportamiento y tipo de plantas de reciclaje, las tasas de salida, descripción de las tecnologías utilizadas y la caracterización de los AEE. Así como, el análisis de datos obtenidos en encuestas relacionadas a la gestión de RAEE.

Como punto de partida se define nuestro caso de estudio: gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

---

<sup>15</sup> Cristina Martínez Piedad. 2006. "El Método de Estudio de Caso Estrategia Metodológica de La Investigación Científica." *Pensamiento & Gestión* 20: 165–93.

## 2.2 Residuos y desechos

Los residuos son todo material que proviene del reciclaje de objetos obsoletos o dañados, que al ser recuperados adquieren valor económico y pueden regresar al proceso productivo. Al contrario, de un desecho que es la mezcla de varios residuos que no se pueden separar, es decir, no se pueden reciclar, por lo tanto, no adquieren valor económico y por ende no podrán regresar al proceso productivo, por lo que se procede a dar una disposición final.<sup>16</sup>

### 2.2.1 Clasificación de los residuos

Existen varias maneras de clasificar los residuos sólidos: por los sectores productivos donde provienen, por la fuente generadora, por las características propias del residuo, en el momento de su reciclaje, pero la más conocida es la clasificación por código de colores, entre los más usados son:

- Ordinarios,
- Orgánicos no aprovechables,
- Orgánicos compostables,
- Papel y cartón,
- Plásticos,
- Vidrio,
- Metales,
- Peligrosos.

Figura 2: Clasificación de residuos por colores



Fuente: Medio, Ecología y. «Clasificación de Residuos GTC-24», 2017.  
<http://medioambiente2011.blogspot.com/2011/01/dia-mundial-del-agua.html>.

<sup>16</sup> CONPES 3874. «Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos», 2016, 73.  
[http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/Paginas/default/CONPES 3874.pdf](http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/Paginas/default/CONPES%203874.pdf).

Guatemala cuenta con la clasificación de residuos sólidos propia, como lo indica el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el cual está dividido en clasificación primaria, secundaria, residuos especiales, residuos y desechos peligrosos.

Figura 3: Clasificación de los residuos sólidos, según MARN en Guatemala



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 2018. *Guía Para La Identificación Gráfica de Los Residuos Sólidos Comunes*. Guatemala: MARN

## 2.2.2 Identificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

En la propuesta se analizan los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), que son todo material que proviene del reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos obsoletos o dañados, que al ser recuperados adquieren valor económico y pueden regresar al proceso productivo, ya sea como objeto eléctrico, electrónico u otro tipo.

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), al separarse mecánicamente se encuentran residuos de vidrio, metal, plástico, papel, desechos peligrosos y otros residuos especiales de acuerdo con las clasificaciones definidas anteriormente. Comúnmente los AEE, se clasifican en tres grandes categorías por color:

- Línea blanca: electrodomésticos.
- Línea marrón: equipos de consumo, audio y video.
- Línea gris: TCI, Ofimática.

Figura 4: Clasificación de aparatos eléctricos y electrónicos por color de línea



Fuente: Ciudad San Nicolás, Argentina. «CLASIFICACIÓN RAEE», 2017.  
<https://www.sannicolas.gov.ar/index.php?b=rae&&bb=clasificacion>.

Para elaborar la propuesta se necesita identificar los AEE con mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala, por lo que se requiere conocer:

- Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa.
- Cantidad de aparatos descompuestos en casa.
- Razones frecuentes por las que adquiere o cambia sus aparatos eléctricos y electrónicos en su hogar (razones por categoría de AEE).
- Frecuencia con la que cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico (tiempo por categoría de AEE).
- Aparato eléctrico y electrónicos que desecha con mayor frecuencia.
- Generación de RAEE (información del gestor de los residuos).

Para diseñar los instrumentos de recopilación de información se eligió una clasificación específica para tener un panorama más completo. La clasificación por línea es la más conocida, pero es genérica y no se puede visualizar con detalle la diversidad de aparatos existentes, por lo que se decide utilizar la clasificación de 10 categorías de RAEE, según Real Decreto 110/2015 de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, aunque este presenta cambios a partir del 15 de agosto de 2018 en cuanto a la clasificación de estos, ya que cambió de 10 a 7 categorías, en la propuesta se utilizará la clasificación por 10 categorías.<sup>17</sup>

Figura 5: Clasificación de los RAEE Andalucía, según Real Decreto 110/2015



Fuente: Real Decreto 110/2015 de 20 de febrero, sobre Aparatos Eléctricos y Electrónicos a la Gestión de sus Residuos.

<sup>17</sup> "Clasificación RAEE Andalucía." 2021. 2018. 2021. <https://www.raeeandalucia.es/actualidad/real-decreto-establece-7-categorias-raee-partir-15-agosto-2018>

Además de identificar las categorías de RAEE, se deben conocer los principales componentes tóxicos presentes en los AEE y los efectos a su exposición<sup>18</sup>:

- 1) Retardantes de fuego bromados (RFB): utilizados en teléfonos y computadoras, han sido vinculados con efectos de neurotoxicidad. La exposición persistente a estos compuestos puede conducir a problemas de aprendizaje y memoria; también interferir con la tiroides y con el sistema hormonal del estrógeno. La exposición fetal se encuentra ligada a desórdenes de comportamiento. Mil toneladas de RFB fueron utilizados en 2004 para fabricar 674 millones de teléfonos celulares.
- 2) Tubos de rayos catódicos: utilizados en monitores y televisores. La exposición al plomo contenido en los tubos puede causar daños cognitivos en los niños y puede dañar el sistema nervioso, reproductivo y circulatorio en los adultos. Los monitores vendidos a nivel mundial en 2002 contienen aproximadamente 10 mil toneladas de plomo.
- 3) Cadmio: utilizado en las baterías recargables de las computadoras; contactos y *switches*; y en monitores de tubo de rayos catódicos (TRCs) viejos, puede acumularse en el ambiente y es altamente tóxico, afectando principalmente riñones y huesos.
- 4) Mercurio: que se utiliza en los monitores de pantalla plana como dispositivo de iluminación y en pilas primarias, por ejemplo, puede causar daños en el sistema nervioso central, particularmente en etapas tempranas de desarrollo.
- 5) Compuestos de cromo hexavalente: utilizados en la producción de cubiertas de metal, son altamente tóxicos y carcinogénicos.
- 6) Policloruro de vinilo (PVC): es un plástico utilizado en productos electrónicos como aislante en cables y alambres. Los procesos de producción y desecho por incineración del PVC generan la liberación de dioxinas y furanos. Estos químicos son altamente persistentes en el ambiente y muchos son tóxicos, incluso a muy bajas concentraciones.
- 7) Níquel: utilizado en baterías, por ejemplo, produce efectos sobre el sistema respiratorio, alergias, irritación en ojos y piel. Posible cancerígeno y teratogénico.
- 8) Litio: utilizado en baterías, ocasiona afecciones en el sistema nervioso, fallas respiratorias y náuseas.

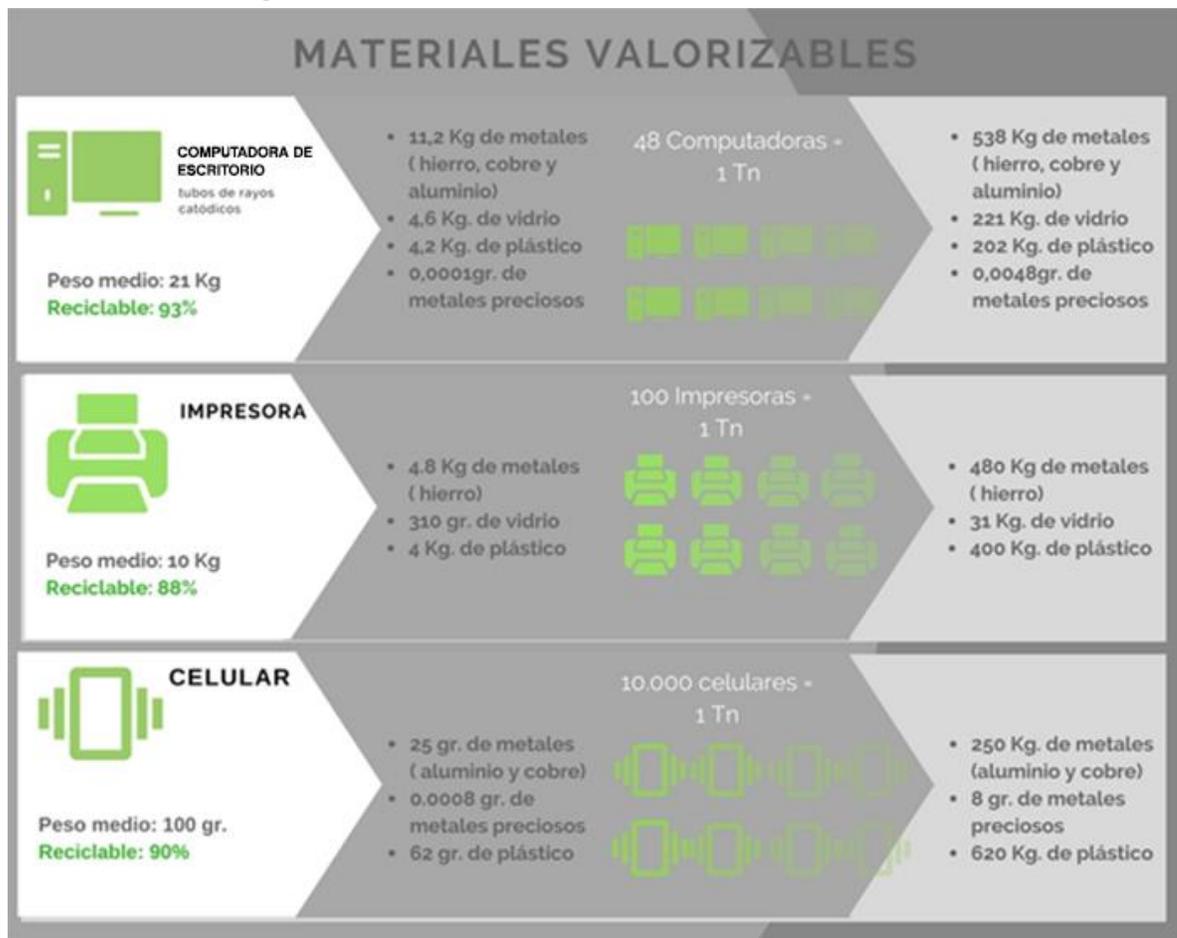
---

<sup>18</sup> Ciudad, SN. «CLASIFICACIÓN RAEE», 2017.

<https://www.sannicolos.gov.ar/index.php?b=rae&&bb=clasificacion>.

Conocer la composición de las diferentes categorías de aparatos eléctricos y electrónicos ayuda a determinar la valorización económica de los RAEE en Guatemala, por ejemplo, en Buenos Aires, Argentina los tres aparatos más utilizados y con mayor depreciación en los hogares son la computadora de escritorio, impresora y celular.

Figura 6: Valorización económica de los RAEE



Fuente: Agencia Ambiental de Buenos Aires. «Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)», 2017.

<http://www.buenosaires.gob.ar/agenciaambiental/residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos>.

### 2.3 Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Para desarrollar la propuesta es necesario analizar el sistema de gestión actual de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la ciudad de Guatemala, por lo que es necesario conocer:

- La descripción de los recursos utilizados por la industria del reciclaje de los RAEE (nuevos sitios, principales productores).
- La logística en el área de estudio: la entrada y la masa salida de flujos en los límites municipales.
- Procesos de gestión, promedios de transporte, tipos y ubicaciones para las áreas de almacenamientos temporales, clasificación, plantas de reciclaje y vertederos, con base a los datos recopilados o estimados a partir de las visitas *in situ* y entrevistas (datos primarios, si están disponibles) y datos secundarios (literatura y base de datos).
- Componentes logísticos en la reutilización o reciclaje de los RAEE.
- El comportamiento de reciclaje, plantas de reciclaje, las tasas de salida, descripción de las tecnologías utilizadas
- Caracterización del flujo de acuerdo con los actores relevantes en la gestión de RAEE.

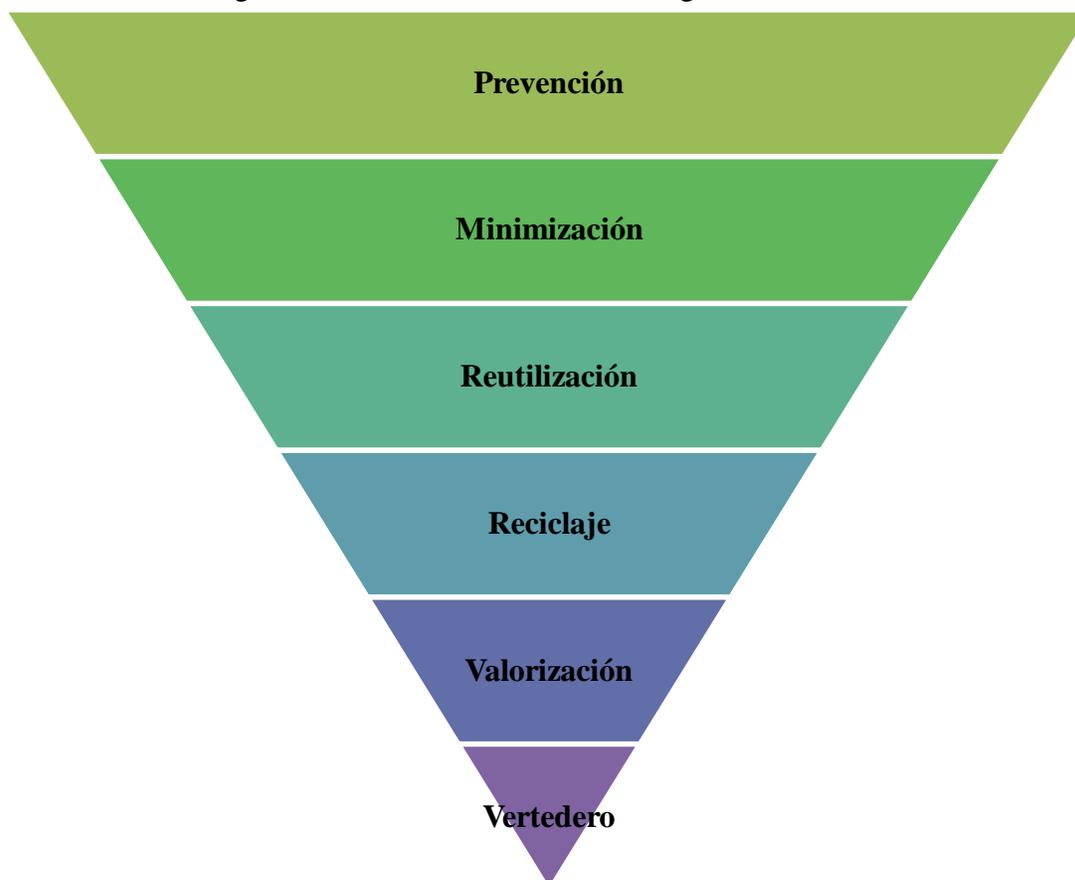
Para que la propuesta sea integral, es necesario que solucione la gestión de los residuos de manera completa e integradora, considerando los diversos sectores involucrados en el flujo de los RAEE generados<sup>19</sup>, y la más idónea para ello, es la pirámide invertida de la gestión integral de residuos sólidos (GIRS), también conocida como la “jerarquía de residuos”, que es el ciclo de administración de los residuos sólidos desde su generación, separación y tratamiento dentro de una actividad, por medio de las seis facetas de la jerarquía de GIRS:

1. Prevención
2. Minimización
3. Reutilización
4. Reciclaje
5. Valorización
6. Vertedero

---

<sup>19</sup> Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 2021. “Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos.” 2021. <https://www.marn.gob.gt/s/dsolidos/>. Guatemala: MARN

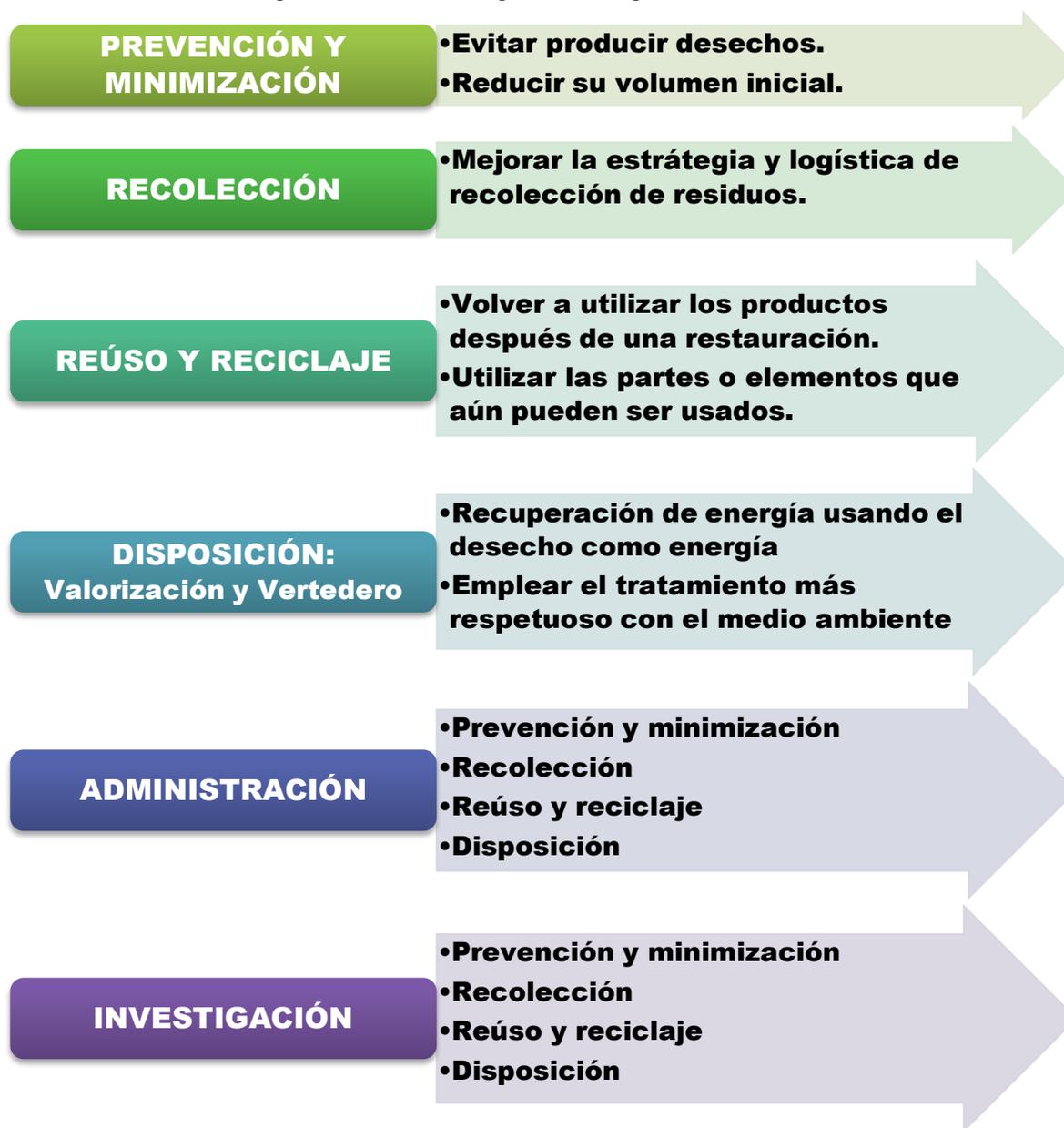
Figura 7: Pirámide de la Gestión Integral de Residuos



Fuente: elaboración propia. Basado en las Estrategias, *El ojo Sostenible Soluciones* y. «#ElOjoConLaEmpresa – Herramientas eco (II): el plan de minimización de residuos y emisiones», 2013. <https://elajosostenible.wordpress.com/2013/10/09/elajoconlaempresa-herramientas-eco-ii-el-plan-de-minimizacion-de-residuos-y-emisiones/>.

Dentro de un consumo responsable aplicando las 6R: rechazar, reducir, reutilizar, reparar, reciclar y responsabilidad, que conlleva al sistema de gestión integral de residuos el cual es aplicable a la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de Guatemala.

Figura 8: Sistema de gestión integral de residuos



Fuente: elaboración propia con información de Eurofins Envira Ingenieros Asesores. 2021. "Qué Es El Certificado 'Residuo Cero' yCuál Es Su Importancia." 2021. <https://envira.es/es/que-es-el-certificado-residuo-cero-y-cual-es-su-importancia/>.

En Latinoamérica hay varios ejemplos de una gestión integral de residuos, por ejemplo, la siguiente imagen muestra el diagrama de una empresa peruana que aplica la gestión integral de residuos. En el caso de las empresas guatemaltecas, son la minoría las que aplican las GIRS debido a que no existe una ley que lo exija, tal como lo indica el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia (CGP+L) en su *Diagnóstico sobre la generación de desechos electrónicos en Guatemala*.

Figura 9: Ejemplo de gestión integral de residuos

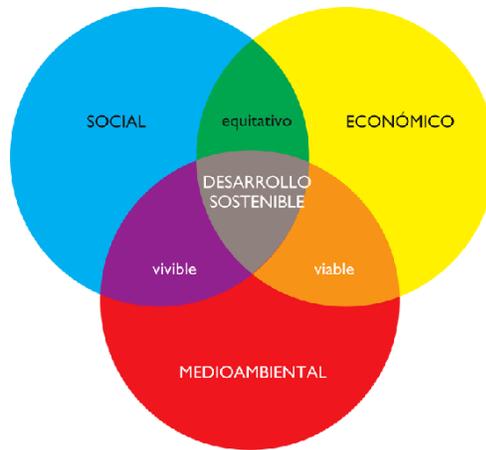


Fuente: ULLOA, S. A. «EJEMPLO GIRS», 2017. <http://ulloaperu.com/gestion-integral-de-residuos/>.

### 2.3.1 Oportunidades de desarrollo en la gestión integral de RAEE

Lo que se busca con esta propuesta es identificar oportunidades de desarrollo de negocio en la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que sean amigablemente respetuosas con el medio ambiente, que posean una interrelación entre los factores socioambientales y económicos, y a esto se le llama **desarrollo sostenible**, que es la búsqueda constante del equilibrio entre los tres componentes de la sostenibilidad: social, económico y ambiental; conocido también como la triple vertiente de la sostenibilidad.<sup>20</sup> Se entiende como sostenibilidad la atención a las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las generaciones futuras.<sup>21</sup>

Figura 10: Desarrollo sostenible



Fuente: ECOINTELIGENCIA. «ECOINTELIGENCIA», s. f.

<https://www.ecointeligencia.com/2013/11/5-maneras-cultura-sostenibilidad-empresa/>.

En el 2015 se realizó la Cumbre para el Desarrollo Sostenible, en donde los Estados Miembros de la ONU aprobaron la Agenda 2030 para los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en el cual se enmarcan 17 objetivos interrelacionados entre sí, que hacen un llamado para poner fin a la pobreza, desigualdad, injusticia y hacerle frente al cambio climático mundial.

<sup>20</sup> Sostenibilidaduniguajira. «Universidad de La Guajira», s. f. [http://sostenibilidaduniguajira.blogspot.com/p/blog-page\\_14.html](http://sostenibilidaduniguajira.blogspot.com/p/blog-page_14.html).

<sup>21</sup> ECOINTELIGENCIA. «ECOINTELIGENCIA», s. f. <https://www.ecointeligencia.com/2013/11/5-maneras-cultura-sostenibilidad-empresa/>.

Estos se basan en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Los ODS coinciden con el Acuerdo de París que fue aprobado en la Conferencia Sobre el Cambio Climático (COP21), además, concuerda con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, firmado en Japón en el 2015.<sup>22</sup>

Figura 11: Objetivos de Desarrollo Sostenible

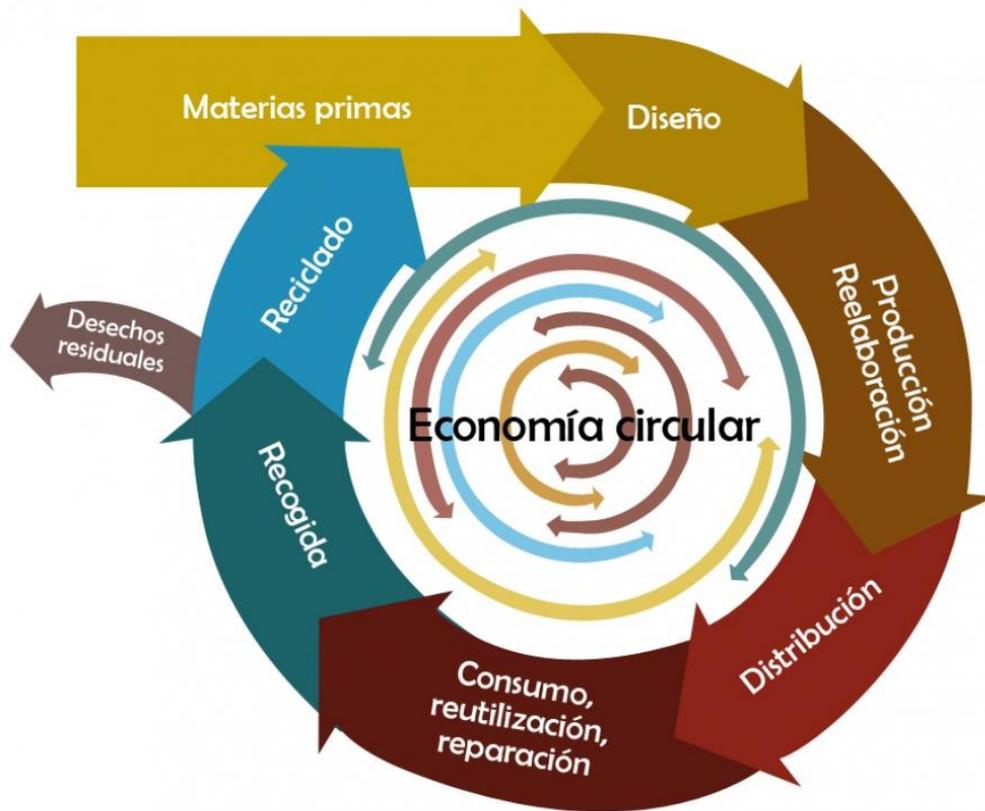


Fuente: Organización de las Naciones Unidas. «ONU», 2017.  
<http://onu.org.gt/objetivos-de-desarrollo/>.

<sup>22</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. «Objetivos de Desarrollo Sostenible», 2017.  
<http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.

Para dar cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, las oportunidades de negocio se deben diseñar a través de la estrategia denominada economía circular, que tiene como objetivo principal reducir la extracción de los recursos naturales de la biosfera y reducir la generación de desechos, por medio de la optimización de los recursos para un desarrollo sostenible.

Figura 12: Diagrama de economía circular



Fuente: Fundación para la economía circular, «Economía circular org», 2017.

Para implementar la estrategia de economía circular y en cumplimiento de los ODS, las oportunidades de negocio identificadas se deben diseñar a través de micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes), que son empresas independientes con fines de lucro que no ejercen competencia a las grandes potencias o monopolios, que pueden dedicarse a la producción y transformación de bienes o prestación de servicios para la satisfacción de necesidades en la sociedad.

Tabla 1: Clasificación de las empresas mipymes en Guatemala

Tipo de empresa	Número de empleados	Ventas anuales en salarios mínimos mensuales de actividades no agrícolas
Microempresa	1-10	1-190
Pequeña empresa	11-80	191-3,700
Mediana empresa	81-200	3,701-15,420

Fuente: elaboración propia, basado en la clasificación de las empresas mipyme en Guatemala contemplada en el Acuerdo Gubernativo 211-2015, de fecha 21 de septiembre de 2015.

Estas mipymes deben tener como actividad principal el reciclaje y reutilización de todos aquellos minerales provenientes de residuos sólidos urbanos de AEE.<sup>23</sup> A esto se le conoce como minería urbana, que es el proceso de recuperación de metales y plásticos, con un impacto positivo sobre el ambiente, apoyando al desarrollo sostenible, ya que su aplicación implica menos costo y ahorro de energía en la extracción y fabricación de nuevos productos eléctricos y electrónicos, pero el punto más importante es la conservación de los recursos naturales vírgenes en nuestro planeta tierra, por medio de la disminución de la extracción directa.<sup>24</sup>

Por lo que para identificar las oportunidades de desarrollo de mipymes de minería urbana, relacionados con la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que cumplan con los ODS y que usen como estrategia la economía circular, es necesario realizar un diagnóstico y modelado de flujos, en el que se identifican e investigan los puntos de entradas (materiales y máquinas), depósitos (infraestructuras y vertedero de residuos inertes), procesos (tecnologías de tratamientos), las salidas (pérdidas, desechos no tratados, materiales secundarios, etc.) y la producción de redes.

<sup>23</sup> Olga Martínez, «Situación e Impacto de los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) Caso de Estudio: los Ordenadores», 2013, 57.

<sup>24</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Los residuos electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe. UNESCO, 2012.

También es necesario promover las discusiones para evitar y minimizar el uso de recursos y residuos de generación, retos de autosuficiencia, principales acciones para lograr un mejor rendimiento, así como, la elaboración de escenarios de nuevas mipymes posibles con la introducción de estas acciones principales, de por lo menos tres escenarios de las mipymes de minería urbana de los RAEE.

Figura 13: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: PROTO. «Economía Circular y Minería Urbana», 2015. <https://i0.wp.com/cdn01.ib.infobae.com/adjuntos/162/imagenes/010/488/0010488013.jpg?resize=816%2C9999>.

### 2.3.2 Legislación vigente

En Guatemala las regulaciones sobre la gestión de los residuos son pocas. El ente rector en el tema de control de contaminación por desechos sólidos es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y en lo que respecta a la salud humana es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).

Por lo que el tema de la legislación vigente específica para RAEE no existe en Guatemala, no se especifica en ninguna ley el tema de residuos, excepto la Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos<sup>25</sup>, que describe de manera general los residuos eléctricos y electrónicos.

En el Código de Salud hay un capítulo específico sobre desechos sólidos, aunque su enfoque es para desechos domiciliarios, por lo que el *Reglamento de desechos hospitalarios* al tener un apartado sobre desechos comunes, también aplicaría para los desechos electrónicos.

<sup>25</sup> Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Acuerdo Gubernativo 281-2015: Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, Guatemala: MARN. 2015 <https://www.marn.gob.gt/organos-de-apoyo-tecnico/unidad-de-planificacion/#>

El *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental (RECSA)*, Acuerdo Gubernativo 137-2016 y su relación con el listado taxativo vigente (Acuerdo Ministerial No. 204-2019, y las modificaciones contenidas en el Acuerdo Ministerial 264-2019), en el cual se tienen contempladas las actividades como el reciclaje y acopio de RAEE.

De los convenios internacionales tal vez el más específico sea Basilea, que contiene un anexo donde menciona los componentes del tipo eléctrico y electrónico, además, según las sustancias y componentes utilizados en ellos, también aplican el Protocolo de Montreal para proteger la capa de ozono, el Convenio de Estocolmo de PCB's, y el de Rotterdam de químicos peligrosos. Cuando hablamos de cambio climático y los objetivos de desarrollo sostenible debemos recordar que están basados en reducción de vulnerabilidad, mitigación y adaptación.

Con respecto al tema de las mipymes se tiene la Política Nacional para el Desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas del Ministerio de Economía y la Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Acuerdo Gubernativo 63-2007, instrumento para mejorar la competitividad y orientar el desarrollo sostenible que considera que la protección y conservación del ambiente y los recursos naturales debe contribuir al aumento de la productividad y el crecimiento económico del país.

El propósito de esta política es establecer programas y líneas de acción para minimizar eficientemente los riesgos para los seres humanos y al ambiente, en especial busca la reducción de la cantidad o peligrosidad de los desechos sólidos que llegan a los vertederos o sitios de disposición final a través de una gestión integral. Esta política se enfoca a toda clase de residuos y desechos sólidos, además, orienta y plantea la necesidad de fortalecer el marco jurídico y normativo en la materia.

Un ejemplo de la aplicación de esta política es el nuevo *Reglamento para la gestión de residuos y desechos sólidos comunes en Guatemala*, Acuerdo Ministerial No. 164-2021, que publicó el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales el cual entró en vigencia el 11 de agosto de 2021. El cual fomenta la economía circular e impulsa modelos de negocios que respondan a los fundamentos del desarrollo sostenible, para asegurar la protección de la salud humana y evitar la contaminación del ambiente, como lo indican los artículos 1, 47 y 48, de dicho Reglamento. Lamentablemente los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos son considerados residuos especiales por lo que no son parte de este acuerdo ministerial.

Entre otros instrumentos legales nacionales e internacionales relacionados directa e indirectamente con la gestión de residuos sólidos

Tabla 2: Instrumentos legales ambientales nacionales, acuerdos y convenios internacionales

INSTRUMENTOS LEGALES AMBIENTALES NACIONALES	ACUERDOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES
Constitución Política de la República de Guatemala, artículo 97.	La Declaración de Estocolmo fue adoptada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972
Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, en junio de 1992
Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales. Numeral 1.1.3	Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible
Ley del marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero,	Convenio de Basilea sobre el Control de Movimiento Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación
Reglamento de Evaluación, control y seguimiento ambiental, RECSA, Acuerdo Gubernativo	Convenio Centroamericano sobre los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos.
Listado Taxativo de Proyectos	Documento base del Pacto Ambiental en Guatemala
Código Municipal	17 Objetivos del Desarrollo Sostenible, Organización de las Naciones Unidas (ONU)
Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	
Política Nacional para el Manejo Integral de Desechos Sólidos	
Reglamento de Limpieza y Saneamiento Ambiental del Municipio de Guatemala. (Art. 48)	
Código de Salud. (Arts. Nos.102, 103, 104, 106, 107 y 108)	
Código Civil. (Art.106)	

Fuente: elaboración propia, con base a leyes y reglamentos en vigencia 2021, entrevista con la licenciada María Alejandra Má Villatoro, ingeniera química, abogada y notaria, especialista en derecho ambiental, docente del curso de Legislación Ambiental 1 y 2 de la carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

## 2.4 Estudio técnico de la propuesta

Para realizar un estudio técnico de una propuesta de modelo de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, con el desarrollo de una mipyme de minería urbana con los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) de mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala es necesario analizar los siguientes aspectos:

- Planta y equipo: diseño de planta por proceso y por producto de las mipymes. Análisis de requerimientos de instalaciones.
- Administrativo y legal: análisis de requerimientos necesarios para la puesta en marcha de las instalaciones, puestos de trabajo, planificación estratégica, licencias, permisos, impuestos, etc.
- Ambiental: consideración de impactos durante la construcción, operación y cierre de las mipymes identificadas.
- Modelo de negocio: visualización del escenario como modelo de negocio considerado utilizando la herramienta Canvas y presupuesto para obtener el costo de inversión inicial).
- Discusión de los resultados: resumen de los impactos, ambientales y sociales (análisis de ciclo de vida de sostenibilidad). Respuesta a las siguientes preguntas: ¿Es factible la autosuficiencia en la gestión integral de los RAEE en la Ciudad de Guatemala? ¿Pueden los resultados ser aplicadas en todos los flujos de RAEE, principalmente los aparatos especiales? Discusión y recomendaciones.
- Divulgación de los resultados: presentación de los resultados en actividades académicas y publicación de resultados en revistas nacionales e internacionales. Participación de instituciones relacionadas con los RAEE y las municipalidades en la presentación de los resultados de la economía circular, uso de recursos y gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

### 2.4.1 Estudio de técnico

Evalúa el diseño de la planta del producto o servicio de interés. Tiene como objetivos conocer sus procesos, equipos, instalaciones, materia prima e insumos necesarios para su buen desarrollo. Analiza la viabilidad técnica del proyecto.

#### Diseño de planta

Busca ordenar los distintos elementos que constituyen a la instalación industrial, de forma que las áreas de trabajo queden ordenadas para ser eficientes en costos al mismo tiempo de velar por la seguridad de los colaboradores. Esto incluye además de la distribución elementos del edificio como lo son tipo de edificación, techos y su tipo de cubierta, pisos, distribución de planta, distribución de procesos, control de calidad, la ventilación, iluminación y ruido. Entre los principales requerimientos son:

Tabla 3: Volumen de aire necesario por persona/h/m<sup>3</sup>

INSTALACIÓN	CANTIDAD
Hospitales, salas generales	60
Hospitales, salas de heridos	100
Hospitales, sala de enfermedades	150
Talleres	60
Industrias insalubres	100
Teatros y salas de reuniones	50
Escuela niños	15
Escuela adultos	30
Estancias ordinarias	10

Fuente: Sergio Torres. (2012). Ventilación natural, capítulo 3. Ingeniería de plantas, 3era edición.

Tabla 4: Renovación necesaria de aire en número de veces

TIPO DE INSTALACIÓN	VECES/HORA
Habitación ordinaria	1
Dormitorio	2
Hospital enfermedades comunes	3-4
Hospital enfermedades epidémicas	5-6
Talleres	3-4
Teatros	3-4

Fuente: Sergio Torres. (2012). Ventilación natural, capítulo 3. Ingeniería de plantas, 3era edición.

Tabla 5: Niveles recomendados de iluminación

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
<b>Zonas generales de edificios</b>			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
<b>Centros docentes</b>			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
<b>Oficinas</b>			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
<b>Comercios</b>			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
<b>Industria (en general)</b>			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
<b>Viviendas</b>			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Fuente: Sergio Torres. (2012). Ventilación natural, capítulo 3. Ingeniería de plantas, 3era edición.

## **Ruido**

Según la OHSAS, de las siglas en inglés *Occupational Health and Safety Assessment Series*, es un sistema de gestión Salud Ocupacional y Series de Evaluación de la Seguridad dentro de una organización, cualquier exposición de los oídos sin protección a niveles de sonido superiores a 90 dBA es peligrosa y debe ser evitada. Puede considerarse que la exposición a niveles de sonido inferiores a 65 dBA no es peligrosa y no produce pérdida auditiva permanente.

### **2.4.2 Análisis administrativo**

Sirve de guía para quienes están a cargo del proyecto, este define la estructura de la empresa, que es lo que hace y lo que busca, para orientar las acciones a realizar para alcanzar las metas propuestas.

#### **Estructura organizacional**

La estructura organizacional define muchas características de cómo se va a organizar el proyecto, tiene la función principal de establecer autoridad, jerarquía, cadena de mando, organigramas y departamentalizaciones. La estructura organizacional debe de elaborarse de acuerdo con todas las actividades o tareas que pretenden realizar, mediante una correcta estructura que le permita establecer sus funciones, y departamentos con la finalidad de producir sus servicios o productos de forma exitosa. Hay dos tipos de estructura organizacional, la formal y la informal. La estructura formal, este tipo de estructuras surgen por la necesidad de la división de actividades y para ello utiliza, organigramas, manuales y principios de la organización como la división del trabajo, autoridad, responsabilidad, etc.

#### **Descripción de puestos**

La identificación de puestos identifica las tareas por cumplir y la responsabilidad que implica cada puesto. Además, bosqueja la relación con otros puestos en la organización, los requisitos para cumplir el trabajo y su frecuencia o ámbito de ejecución. La descripción del puesto se basa en la naturaleza del trabajo y no en el individuo.

### **Seguridad industrial**

Identifica los factores de riesgo, define su grado de peligrosidad y busca eliminarlos, disminuirlos o mitigar su efecto; estos tienen en cuenta tanto las condiciones como los comportamientos inseguros. Los accidentes además de tener impacto en quien los sufre, reducen la productividad y compromete la calidad del producto.

### **Programa de mantenimiento**

Tiene como objetivo principal la conservación de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, para que proporcione mejor rendimiento el mayor tiempo posible. Algunos lugares consideran el mantenimiento como la corrección de fallas, esto ha cambiado ya que la falla imprevista de una máquina representa un grave problema, por lo que el mantenimiento preventivo se ha establecido como una práctica común, siendo el fin de éste actuar antes de que se produzca una falla.

Muchas veces el mantenimiento es realizado por el operador de la máquina, aunque dependiendo de la complejidad de esta o el tipo de mantenimiento a realizar; puede ser necesario personal y equipo especializado. Un programa de mantenimiento debe de tomar en cuenta lo mencionado anteriormente además de reducción del consumo de horas hombre, costos, inventarios y productividad.

#### **2.4.3. Análisis legal**

Para iniciar operaciones en cualquier actividad o negocio se deben revisar y hacer cumplir ciertos requisitos legales: la inscripción de la empresa en el Registro Mercantil, los requerimientos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Código de Salud, Código de Trabajo, Constitución Política de la República de Guatemala, reglamentos municipales, entre otros. Si una empresa inicia operaciones sin cumplir lo requerido por la ley, puede verse en serios problemas con multas numerosas, por lo que se debe de tener cuidado con el cumplimiento de todos lo indicado por la ley de Guatemala.

Según el Código de Comercio, una empresa es el conjunto de trabajo, elementos materiales y valores incorpóreos coordinados para ofrecer al público, con propósito de lucro, ya sea bienes o servicios. Las empresas pueden ser en sociedad o individuales.

#### 2.4.4. Análisis ambiental

##### Estudio ambiental

Es un requisito legal, con carácter predictivo que tiene como objetivo identificar, valorar y mitigar los impactos ambientales que tendrá un proyecto en sus distintas etapas; puesta en marcha, operación y cierre de operaciones. La institución del sector público, encargada de regir los aspectos relacionados a los estudios de impacto ambiental en Guatemala es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

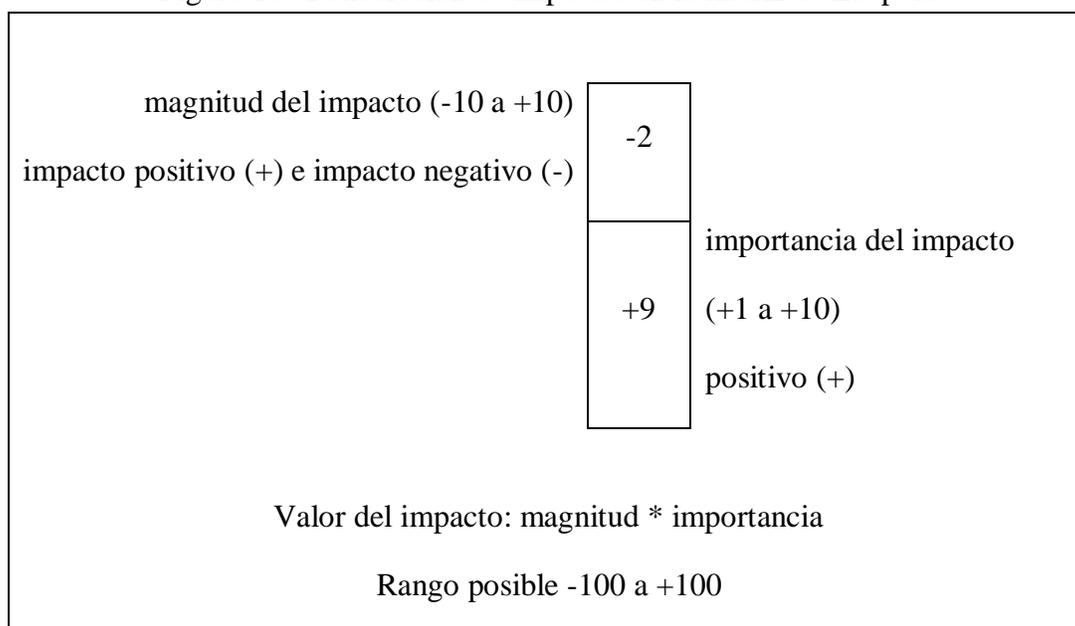
##### Licencia ambiental

Es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente, Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (DIGARN), para la ejecución de un proyecto, obra o actividad que, de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables, al medio ambiente, introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje.

##### Matriz del Leopold

Matriz que ayuda a evaluar los impactos generados por una actividad, proyecto u obra en las etapas de construcción, operación y cierre:

Figura 14: Ponderación de impactos en la matriz de Leopold



Fuente: elaboración propia. Basado en la *Guía para la elaboración e interpretación de la matriz de Leopold*. Ingeniería en Ciencias de la Producción. 2018.

Tabla 6: Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo

CALIFICACIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS					
MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Magnitud	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Muy Baja	Muy Baja	0	Temporal	Puntual	0
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy Alta	Muy Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: elaboración propia. Basado en la *Guía para la elaboración e interpretación de la matriz de Leopold*. Ingeniería en Ciencias de la Producción. 2018.

Tabla 7: Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativo

CALIFICACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS					
MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Magnitud	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Muy Baja	Muy Baja	0	Temporal	Puntual	0
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy Alta	Muy Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: elaboración propia. Basado en la *Guía para la elaboración e interpretación de la matriz de Leopold*. Ingeniería en Ciencias de la Producción. 2018.

Tabla 8: Evaluación de impactos generados en la matriz de Leopold

Valor del impacto		Impacto	Código de colores
100	66	Positivo alto	
66	33	Positivo medio	
33	0	Positivo bajo	
0	-33	Negativo bajo	
-33	-66	Negativo medio	
-66	-100	Negativo alto	

Fuente: elaboración Propia. Matriz de Leopold

Tabla 9: Ejemplo de matriz de Leopold

			Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad...	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global	
<b>Físico</b>	<b>Suelo</b>	<b>Remoción</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	136	
			0	0	0	0	0	0	0	0			
		<b>Erosión</b>	0	0	0	0	0	0	0	0			0
			0	0	0	0	0	0	0	0			0
		<b>Compactación</b>	0	0	0	0	0	0	0	0			0
			0	0	0	0	0	0	0	0			0
	<b>Uso</b>	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1			
		0	0	0	0	1	0	0	0	0			
	<b>Agua</b>	<b>Subterránea</b>	3	0	-2	0	0	0	0	0	16		33
			6	0	1	0	0	0	0	0	0		
		<b>Superficial</b>	3	0	0	0	-1	0	0	0	17		
			6	0	0	0	1	0	0	0	0		
	<b>Atmósfera</b>	<b>Partículas</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0		-2
			0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		<b>Olores</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
			1	0	0	0	0	0	0	0	0		
		<b>Gases</b>	0	0	-1	0	0	0	0	0	-2		
			0	0	2	0	0	0	0	0	0		
<b>Ruidos</b>		0	-1	0	0	0	0	0	0	-1			
		0	1	0	0	0	0	0	0	0			

Biológico	Flora	Arboles	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	
	Arbustos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0		
	Fauna	Terrestre	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	
Aérea		0	0	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0	0	0		
Socioeconómico	Social	Tenencia de tierra	0	0	0	0	0	0	0	0	63
			0	0	0	0	0	0	0	0	
		Salud	3	0	-2	0	-1	0	0	15	
			6	0	1	0	1	0	0		
		Seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0		
	Educación	4	0	0	0	2	0	2	48		
		6	0	0	0	6	0	6			
	Económico	Calidad de vida	3	1	1	1	-1	1	1	22	43
			6	1	1	1	1	1	1		
		Trabajo	1	1	1	1	1	1	1	21	
			3	3	3	3	3	3	3		
	Cultural	Recreación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0		
		Histórico	0	0	0	0	0	0	0	0	
0			0	0	0	0	0	0			

Fuente: elaboración propia. Matriz de Leopold. Basado en la *Guía para la elaboración e interpretación de la matriz de Leopold*. Ingeniería en Ciencias de la Producción. 2018.

### Plan de monitoreo y seguimiento

Un plan de monitoreo y seguimiento ambiental debe contener el componente del medio ambiente que será objeto de medición y control, y el impacto asociado al mismo. Eso con el objetivo de evaluar la eficacia de las medidas de manejo ambiental tomadas.

#### 2.4.5. Análisis del modelo de negocio

Se realizará a través de Canvas, un instrumento que se utiliza para diseñar y analizar modelos de negocio de forma simplificada, que permite conocer los aspectos claves para emprender un negocio.

### **CAPÍTULO 3: Análisis del sistema de gestión actual de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) de acuerdo con la pirámide invertida de la gestión integral de residuos sólidos (GIRS) en la ciudad de Guatemala**

Para elaborar la propuesta del modelo de gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Guatemala, se realizó la identificación de los actores utilizando el modelo de gestión integral de residuos sólidos (GIRS), clasificándolos en cada fase de GIRS, de acuerdo con las siguientes actividades principales:

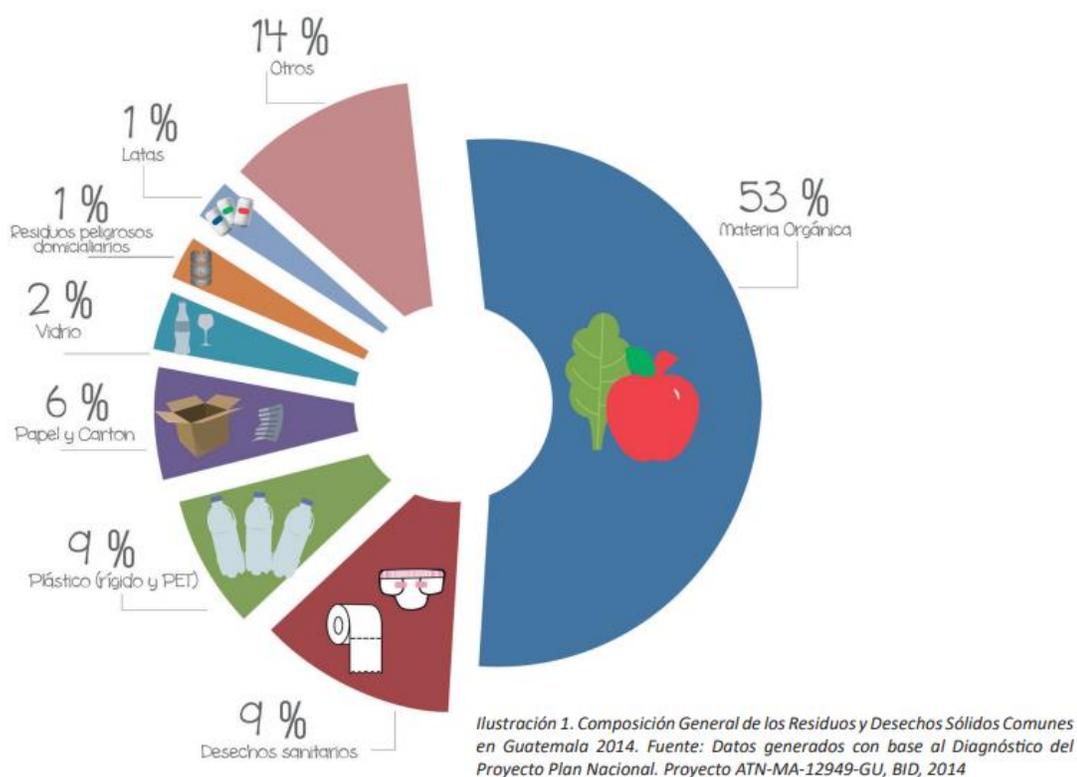
- Descripción de los recursos utilizados por la industria del reciclaje de los RAEE (nuevos sitios, principales productores).
- Logística en el área de estudio: la entrada y la masa salida de flujos en los límites municipales.
- Procesos de gestión
- Promedios de transporte
- Tipos y ubicaciones para las áreas de almacenamientos temporales, clasificación, plantas de reciclaje y vertederos.
- Componentes logísticos en la reutilización o reciclaje de los RAEE.
- El comportamiento de reciclaje, plantas de reciclaje, las tasas de salida.
- Descripción de las tecnologías utilizadas.

Analizando los datos recopilados o estimados a partir de las visitas *in situ* y entrevistas (datos primarios disponibles) y datos secundarios (literatura y base de datos) se realizó la caracterización a los actores relevantes en la gestión integral de acuerdo con el flujo de RAEE.

### 3.1. Situación actual en la gestión de residuos en Guatemala

La generación per cápita de residuos y desechos sólidos comunes es de 0.519 kilogramos por habitante al día; se estima que la composición de los residuos sólidos valorizables de materia orgánica es del 53 %; plásticos rígido y PET el 9 %; papel y cartón el 6 %; vidrio el 2 % y latas el 1 %.

Figura 15: Composición general de los residuos y desechos sólidos comunes en Guatemala

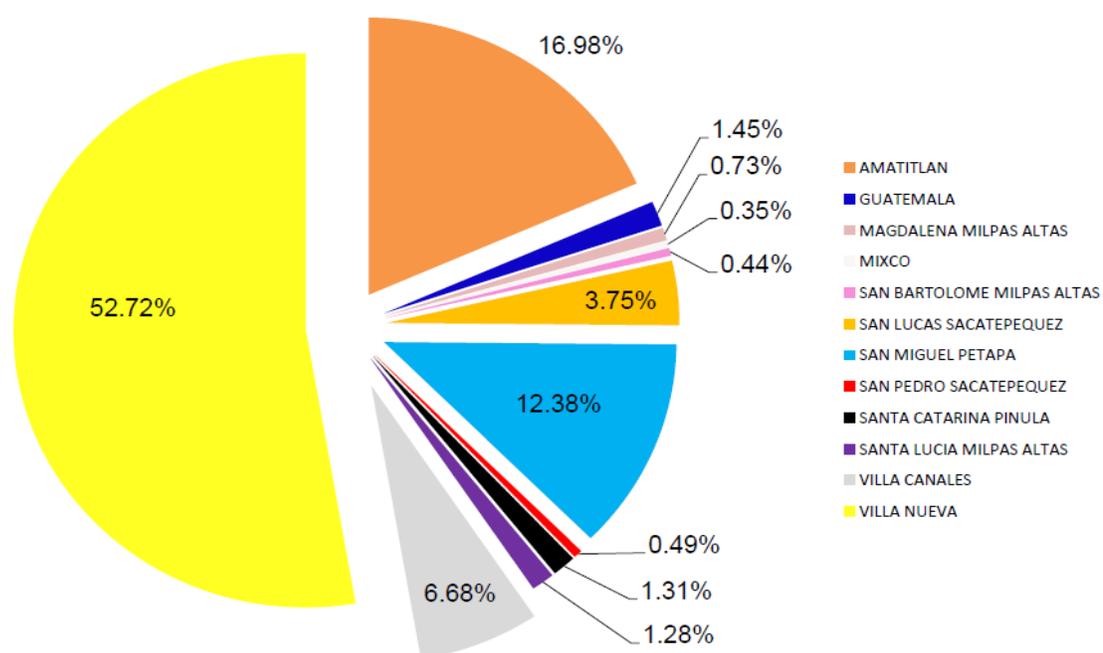


Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 2018. “Guía Para La Identificación Gráfica de Los Residuos Sólidos Comunes.” Guatemala: MARN

A continuación, información de los ingresos de los desechos por municipio en los años 2017 al 2019.

- Habitantes: 16,91 millones (2017)
- Superficie: 108.889 km<sup>2</sup>
- Internet: 7,8 millones de usuarios (2019)
- Telefonía móvil: 20,4 millones de usuarios (2019)
- AEE en el mercado: 84 kt (2017)
- Generación de RAEE: 4.0 kg per cápita/ 67 kt en total (2017)

Figura 16: Ingreso de desechos por municipio en AMSA



Fuente: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán. 2017 «Manejo de residuos y Desechos sólidos», Guatemala: AMSA

En una gestión integral de residuos es necesario conocer el flujo en el cual se mueven los residuos, en este caso los RAEE. A continuación, la situación actual del flujo de la gestión de un RAEE en ciudad Guatemala.

### 3.2. Hallazgos de la investigación de RAEE en Guatemala

Como resultado de la investigación documental de los principales actores relevantes en la recolección, reúso/reciclaje y disposición final de residuos sólidos en Guatemala, entre ellos recolectores municipales de basura y recolectores informales o privados, así como las visitas técnicas e investigaciones de campo realizadas de las que se obtuvo la siguiente información del flujo actual de la gestión de un RAEE en la ciudad de Guatemala:

Tabla 10: Síntesis de hallazgos de la investigación de actores relevantes en la gestión de RAEE en Guatemala

ACTORES RAEE	HALLAZGOS
<p><b>Investigaciones de campo y documentales, entrevistas, visitas técnicas y de campo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Relleno Sanitario CA9-SUR km 22, Bárcenas, Villa Nueva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De los seis pasos en la pirámide de GIRS, en Guatemala, únicamente se realiza la recolección y el acopio. El monto aproximado por pago de este servicio oscila entre Q25.00 a Q50.00, pero los recolectores privados y municipales no reciben piezas provenientes de vehículos, además, no todos los municipios cuentan con servicio de recolección municipal.</li> </ul> <div data-bbox="753 972 1346 1310" data-label="Image"> </div> <p>Visita técnica y entrevista con autoridades del vertedero km. 22, Bárcenas, Villa Nueva, AMSA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a entrevista realizada a un personero del Relleno Sanitario de Bárcenas Villa Nueva, los RAEE no ingresan a las instalaciones, debido a que los trabajadores de los camiones recolectores retienen estos residuos, quienes afirman venderlos a empresas informales de acopio, que a su vez revenden a las instituciones que trabajan el acopio de los RAEE legalmente en el país, con licencias ambientales aprobadas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN): E-Waste, RECELCA y SCRAPEX.</li> </ul>

**Investigación documental y entrevistas**

- Cámara de Industria y la Asociación de Exportadores de Guatemala (AGEXPORT).
- Alianza de Investigación de la Unión Europea y el Caribe para la mejora del manejo de residuos” (Caribbean--European Union Research Alliance 4 Better Waste Management), conocido en sus siglas en inglés, CARE4WASTE, FINDECYT/FODECYT 040-2017.

- Se verificaron los actores relevantes en la gestión de RAEE, en la información recibida del taller denominado: Mapeo de actores para la gestión de (RAEE) realizado en el año 2018.



Taller de validación “Educando a educadores” en Guatemala junto a todos los sectores relevantes en la gestión de residuos a nivel nacional, proyecto CARE4WASTE

- En la ciudad de Guatemala el tema de comercialización de productos provenientes de minería urbana tiene varios proyectos en los últimos años, de acuerdo con la investigación documental realizada en la Cámara de Industria y la Asociación de Exportadores de Guatemala (AGEXPORT) en el año 2018.



Taller “Nuevas oportunidades de negocios en la gestión integral de residuos”. Actividad realizada en AGEXPORT

- Algunos de estos proyectos y emprendimientos fueron parte del concurso Best Eco-Innovator Award Guatemala, como parte de las actividades del proyecto internacional denominado: “Alianza de Investigación de la Unión Europea y el Caribe para la mejora del manejo de residuos” (Caribbean-European Union Research Alliance 4 Better Waste Management), conocido en sus siglas en inglés, CARE4WASTE, FINDECYT/FODECYT 040-2017, del cual soy investigadora principal ante la Secretaría Nacional de Ciencias y Tecnología (SENACYT). Para conocer más del concurso BEIA puede visitarse la página del Área de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de la Escuela de Ingeniería Química, INDETEIQ, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala: <https://equimica.ingenieria.usac.edu.gt/indetec>

**Investigación documental:**

- E-Waste
- Recelca
- Scrapex

**Entrevista**

- Unidad de Reciclaje de la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guatemala
- Coordinación de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Visitas técnicas:**

- Planta de compostaje RDF MPGK Katowice, Polonia
- Instalaciones de MPO Kraków visita en planta y relleno sanitario Ecological Center Barycz e instalaciones del centro de sistema de colección de residuos PSZON Lamusownia en Cracovia, Voivodato de Pequeña Polonia, Polonia.
- Centro de acopio Stadtreinigung y en Zweckverbandes Abfallwirtschaft Westsachsen ZAW, un vertedero tipo 3 en Leipzig, Alemania.
- Planta experimental de biomasa y biogás biocombustión DBFZ en Leipzig, Alemania.
- Universidad Federico Henríquez y Carvajal en Santo Domingo, República Dominicana.

- Entre estas instituciones oficiales se tiene una organización sin fines de lucro denominada E-WASTE, que también posee un plan de información y concientización sobre la gestión integral de los RAEE, además, de dos empresas privadas, RECELCA y SCRAPEX, quienes exportan vía marítima a países europeos como Alemania, específicamente a las instalaciones de la empresa TESLA, denominada como una Giga factoría de vehículos eléctricos e híbridos, quien aprovecha nuestros RAEE a muy bajo costo.
- Esta información se obtuvo de las entrevistas realizadas por mi persona y una serie de visitas técnicas realizada a centros de acopio y rellenos sanitarios en Leipzig-Alemania, Katowice y Cracovia en Polonia en abril de 2018.



Instalaciones del centro de sistema de colección de residuos PSZON Lamusownia en Cracovia, Voivodato de Pequeña Polonia, Polonia



Centro de acopio Stadtreinigung y en Zweckverbandes Abfallwirtschaft Westsachsen ZAW, un vertedero tipo 3 en Leipzig, Alemania.



Congreso Internacional de Gestión de Residuos en Universidad Federico Henríquez y Carvajal en Santo Domingo, República Dominicana

Fuente: elaboración propia, basada en las investigaciones de campo y documentales, entrevistas, visitas técnicas y de campo realizadas por mi persona.

### **3.3. Flujo de la gestión actual de un RAEE en ciudad Guatemala**

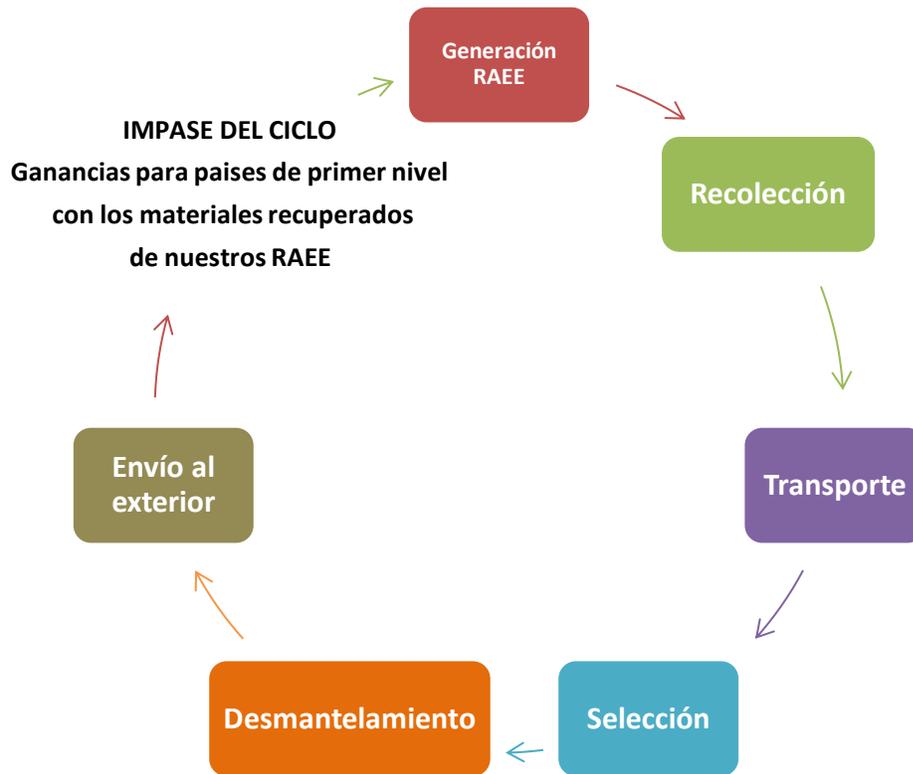
Al conocer el flujo de los RAEE, estos pueden ser manejados adecuadamente, y podrán someterse a un procedimiento de reutilización y así favorecer la vida útil de los sitios de disposición final. Además, de generación de oportunidades de trabajo con las nuevas alternativas de solución, al disminuir la exportación de los metales preciosos de los RAEE (minería urbana) hacia las potencias extranjeras, impulsando mipymes sostenibles, contribuyendo así al desarrollo económico del país, apoyando a la disminución de la pobreza generando nuevas fuentes de trabajo y de negocios sostenibles.

De acuerdo con los hallazgos encontrados en las visitas técnicas, entrevistas e investigación documental, sabemos que la única actividad económica y legalmente registrada en Guatemala es el acopio, tenemos posibilidades de emprendimientos e innovaciones para la generación de micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) de minería urbana de RAEE.

Además, no está definido un tratamiento adecuado de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el país, por lo tanto, no se ha medido el impacto social, económico y ambiental de estos residuos; esto dificulta realizar políticas para su gestión integral.

El Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia (CGP+L), en su *Diagnóstico sobre la generación de desechos electrónicos en Guatemala* propone un ciclo de vida (flujo) de los desechos electrónicos basado en las prácticas de adquisición, uso y disposición de estos en el país. Pero para esta propuesta, el análisis del flujo de la gestión actual de RAEE, se tomó como punto de partida el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible basado en la gestión integral de residuos sólidos y la economía circular aplicadas en oportunidades de negocios identificadas, que tienen como actividad principal la minería urbana de estos residuos:

Figura 17: Flujo de gestión actual de un RAEE en ciudad Guatemala

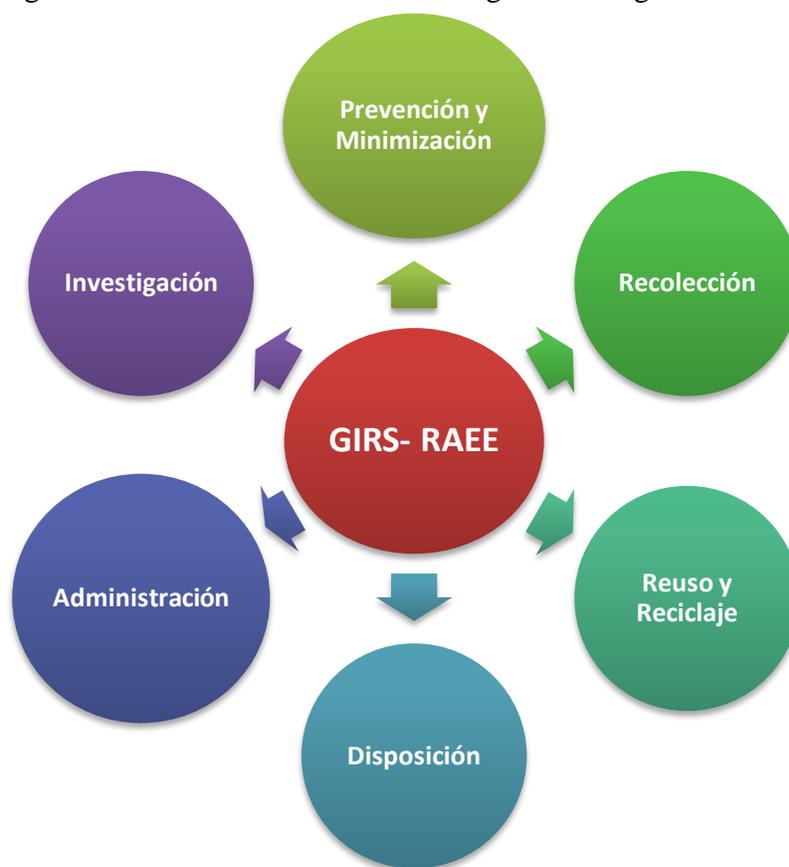


Fuente: elaboración propia. Visita técnica y entrevista con autoridades del vertedero km. 22, Bárcenas, Villa Nueva, AMSA. Actividades de E-Waste, RECELCA, Scrapex, entre otras. 2019.

### 3.4. Análisis de actores en la gestión de residuos de RAEE

Se verificaron los actores relevantes en la gestión de RAEE, en la información recibida del taller denominado: Mapeo de actores para la gestión de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos (RAEE) en Guatemala, este taller forma parte de las actividades del proyecto: Fortalecimiento de Iniciativas Nacionales y Mejoramiento de la Cooperación Regional para el Manejo Ambientalmente Adecuado de COP en Residuos de Aparatos Electrónicos o Eléctricos (RAEE) en Países Latinoamericanos, también conocido como: Proyecto de Residuos Electrónicos en América Latina – PREAL ONUDI-FMAM.

Figura 18: Actividades del sistema de gestión integral de RAEE



Fuente: elaboración propia con base a entrevista e información documental.

A continuación, se desarrolla la identificación de los actores de acuerdo con cada fase de la pirámide del sistema de GIRS para analizar el flujo de los RAEE por medio de los involucrados y su tipo de actividad dentro del ciclo en Guatemala:

Figura 19: GIRS-RAEE: prevención y minimización



Fuente: elaboración propia con entrevista e información documental.

Figura 20: GIRS-RAEE: Recolección



Fuente: elaboración propia con entrevista e información documental.

Figura 21: GIRS-RAEE: Reúso y reciclaje



Reúso/reciclaje	Centros de reciclaje	Emprendedores e innovadores
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entidades que trabajan dentro de un consumo responsable aplicando las 6R: rechazar, reducir, reutilizar, reparar, reciclar y responsabilidad.</li> <li>• Estas entidades apoyan el reciclaje de varios tipos de desechos sólidos, en su minoría los RAEE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existen registrados centros de reciclaje exclusivos de RAEE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• REPELSA, S.A. • <a href="http://www.repelsa.com/">http://www.repelsa.com/</a></li> <li>• Embotelladora La Mariposa • <a href="http://cbc.co/">http://cbc.co/</a></li> <li>• Ecología Total, S.A. • <a href="https://www.ecologiatotal.com.gt/">https://www.ecologiatotal.com.gt/</a></li> <li>• Ambiotec, Soluciones Ambientales • <a href="http://ambiotec-sa.com/">http://ambiotec-sa.com/</a></li> <li>• Strawordinario • <a href="https://mejorsinplastico.com/author/strawordinario/">https://mejorsinplastico.com/author/strawordinario/</a></li> <li>• Lua Chips • <a href="https://www.luachips.com//home.php?l=es">https://www.luachips.com//home.php?l=es</a></li> </ul>

Fuente: elaboración propia con entrevista e información documental.

Figura 22: GIRS-RAEE: Disposición



Fuente: elaboración propia con entrevista e información documental.

Figura 23: GIRS-RAEE: Administración



Administración	Municipalidades	Ministerios	Agencias Estatales
<ul style="list-style-type: none"> <li>Entidades del Estado de Guatemala relacionadas directa e indirectamente a la gestión de residuos y trabajar en la mitigación de su impacto al ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Municipalidad de Guatemala                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.muniguate.com/muni/direcciones/medio-ambiente/">http://www.muniguate.com/muni/direcciones/medio-ambiente/</a></li> </ul> </li> <li>Municipalidad de Antigua Guatemala                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://muniantigua.com/">http://muniantigua.com/</a></li> </ul> </li> <li>Municipalidad de Villa Nueva                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.villanueva.gob.gt/">http://www.villanueva.gob.gt/</a></li> </ul> </li> <li>Municipalidad de Amatitlán                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.amatitlan.gob.gt/bienvenidos/">http://www.amatitlan.gob.gt/bienvenidos/</a></li> </ul> </li> <li>Gran Mancomunidad del Sur de Guatemala                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.mancogranciudadelsur.org/">http://www.mancogranciudadelsur.org/</a></li> </ul> </li> <li>Municipalidad de Villa Canales                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.munivillacanales.com/">http://www.munivillacanales.com/</a></li> </ul> </li> <li>Municipalidad de San Cristóbal, San Marcos                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://munisan cristobal.cuch.gob.gt/">http://munisan cristobal.cuch.gob.gt/</a></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ministerio de Educación (MINEDUC)                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.mineduc.gob.gt/portal/index.asp">http://www.mineduc.gob.gt/portal/index.asp</a></li> </ul> </li> <li>Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.marn.gob.gt/">http://www.marn.gob.gt/</a></li> </ul> </li> <li>Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.mspas.gob.gt/">http://www.mspas.gob.gt/</a></li> </ul> </li> <li>Ministerio de Energía y Minas (MEM)                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.mem.gob.gt/">http://www.mem.gob.gt/</a></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instituto Nacional de Bosques (INAB)                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.inab.gob.gt/">http://www.inab.gob.gt/</a></li> </ul> </li> <li>Instituto de Ciencia y Tecnología (ICTA)                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.icta.gob.gt/">http://www.icta.gob.gt/</a></li> </ul> </li> <li>Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.conap.gob.gt/">http://www.conap.gob.gt/</a></li> </ul> </li> <li>Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca de Lago de Amatitlán (AMSA)                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.amsa.gob.gt/">http://www.amsa.gob.gt/</a></li> </ul> </li> <li>Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atilán y su Entorno (AMSCLAE)                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.amsclae.gob.gt/">http://www.amsclae.gob.gt/</a></li> </ul> </li> <li>Instituto Nacional de Electrificación (INDE)                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.inde.gob.gt/">http://www.inde.gob.gt/</a></li> </ul> </li> <li>Guateambiente                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.guateambiente.org">https://www.guateambiente.org</a></li> </ul> </li> <li>Programa MOSCAMED                             <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://moscamed-guatemala.org.gt/">http://moscamed-guatemala.org.gt/</a></li> </ul> </li> </ul>

Fuente: elaboración propia con entrevista e información documental.

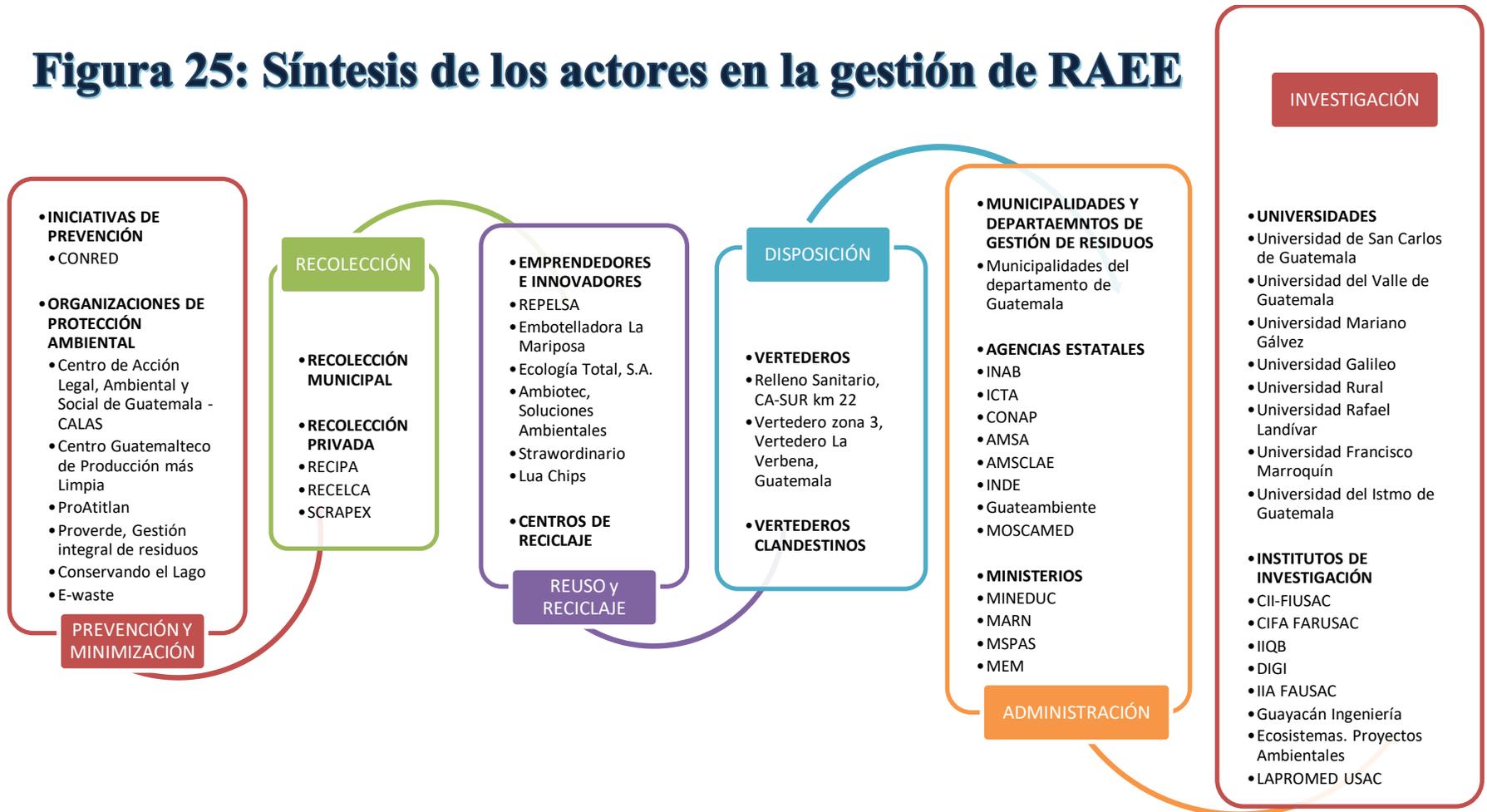
Figura 24: GIRS-RAEE: Investigación



Investigación	Universidades	Institutos de Investigación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los institutos de investigación de las universidades son entidades donde se desarrollan proyectos de investigación relacionadas directa o indirectamente con la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad de San Carlos de Guatemala • <a href="http://www.usac.edu.gt/">http://www.usac.edu.gt/</a></li> <li>• Universidad del Valle de Guatemala • <a href="http://www.uvg.edu.gt/index2.html">http://www.uvg.edu.gt/index2.html</a></li> <li>• Universidad Mariano Gálvez • <a href="https://www.umg.edu.gt/">https://www.umg.edu.gt/</a></li> <li>• Universidad Galileo • <a href="https://www.galileo.edu/">https://www.galileo.edu/</a></li> <li>• Universidad Rural • <a href="http://urural.edu.gt/">http://urural.edu.gt/</a></li> <li>• Universidad Rafael Landívar • <a href="http://principal.url.edu.gt/">http://principal.url.edu.gt/</a></li> <li>• Universidad Francisco Marroquín • <a href="https://www.ufm.edu/Portal">https://www.ufm.edu/Portal</a></li> <li>• Universidad del Istmo de Guatemala • <a href="http://unis.edu.gt/">http://unis.edu.gt/</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de Investigación de Facultad de Ingeniería, USAC (CII) • <a href="http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/">http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/</a></li> <li>• Centro de Investigaciones de Facultad de Arquitectura (CIFA FARUSAC) • <a href="https://farusac.edu.gt/investigacion/">https://farusac.edu.gt/investigacion/</a></li> <li>• Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas (IIQB) • <a href="http://www.iiqb.usac.edu.gt/">http://www.iiqb.usac.edu.gt/</a></li> <li>• Dirección General de Investigación (DIGI) • <a href="http://digi.usac.edu.gt/">http://digi.usac.edu.gt/</a></li> <li>• Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales – IIA de la Facultad de Agronomía (FAUSAC) • <a href="http://www.fausac.usac.edu.gt/IIA/Index.htm">http://www.fausac.usac.edu.gt/IIA/Index.htm</a></li> <li>• Guayacán Ingeniería • <a href="http://guayacan.com.gt/#service">http://guayacan.com.gt/#service</a></li> <li>• Ecosistemas. Proyectos Ambientales • <a href="http://www.ecosistemas.com.gt/es/inicio/">http://www.ecosistemas.com.gt/es/inicio/</a></li> <li>• Laboratorio de Producción de Medicamentos (LAPROMED USAC) • <a href="http://lapromedusac.blogspot.com/">http://lapromedusac.blogspot.com/</a></li> </ul>

Fuente: elaboración propia con entrevista e información documental.

**Figura 25: Síntesis de los actores en la gestión de RAEE**



Fuente: elaboración propia con entrevista e información documental.

## **CAPÍTULO 4: Identificar los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) con mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala**

La estrategia para identificar los AEE con mayor grado de obsolescencia fue la siguiente: se encuestó a 1 558 núcleos familiares de estudiantes universitarios del curso de ecología de la Facultad de Ingeniería; siendo estos 1 368 en el año 2018, 113 en el 2019 y 77 en el 2021.

El instrumento utilizado fue un Google formulario dividido en nueve secciones, utilizando un noventa por ciento de preguntas cerradas, de acuerdo con las 10 categorías según Real Decreto 110/2015:

- 1) Datos básicos de la carrera del estudiante (carrera, sección, etc.).
- 2) Datos del hogar encuestado (cantidad y características de los integrantes del núcleo familiar).
- 3) Condiciones del domicilio (acceso a servicios básicos).
- 4) Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa (10 categorías según Real Decreto 110/2015).
- 5) Cantidad de aparatos descompuestos en casa (10 categorías según Real Decreto 110/2015).
- 6) Razones frecuentes por las que adquiere o cambia sus aparatos eléctricos y electrónicos en su hogar (razones por categoría de AEE).
- 7) Frecuencia con la que cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico (tiempo por categoría de AEE).
- 8) Aparato eléctrico y/o electrónicos que desecha con mayor frecuencia (10 categorías según Real Decreto 110/2015)
- 9) Generación de RAEE (información del gestor de los residuos).

Como resultado preliminar, las estadísticas que elabora el Google formulario, se obtuvieron que de todas las categorías de aparatos eléctricos y electrónicos que se adquieren o se desechan con mayor frecuencia se encontró que los más comunes son los aparatos de alumbrado fluorescentes, los relojes, teléfonos celulares, videojuegos, remachadores y aparatos de cardiología; los primeros son desechados o cambiados en períodos cortos entre seis meses a dos años, los de mayor tamaño entre tres a cinco años. Los electrodomésticos de mayor tamaño, los más desechados son los televisores, microondas, lavadoras y máquinas expendedoras de bebidas calientes con una frecuencia mayor entre cinco a 10 años, otros nunca.

Las razones más frecuentes por las que se desechan o se adquieren nuevos aparatos eléctricos y electrónicos son: el sistema está obsoleto, en el mercado hay uno con mejores características, además, de los desperfectos por el uso continuo entre ellos caídas y sobrecarga de voltaje.

Tabla 11: Clasificación según Real Decreto 110/2015, del 5 de febrero de 2015, sobre aparatos eléctricos y electrónicos a la gestión de sus residuos.

<b>Categoría 1: Grandes electrodomésticos</b>
Grandes equipos refrigeradores
Frigoríficos
Congeladores
Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos.
Lavadoras
Secadoras
Lavavajillas
Cocinas
Estufas eléctricas
Placas de calor eléctricas
Hornos de microondas
Otros grandes aparatos utilizados para cocinar y en otros procesos de transformación de alimentos.
Aparatos de calefacción eléctricos
Radiadores eléctricos
Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse.
Ventiladores eléctricos
Aparatos de aire acondicionado
Otros aparatos de aireación, ventilación aspirante y aire acondicionado
<b>Categoría 2: Pequeños electrodomésticos</b>
Aspiradoras
Limpiamoquetas
Otros aparatos y difusores de limpieza y mantenimiento
Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles.

Planchas y otros aparatos utilizados para planchar y para dar otro tipo de cuidados a la ropa.
Tostadoras
Freidoras
Molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes.
Cuchillos eléctricos
Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitarse, aparatos de masaje y otros cuidados corporales.
Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo.
Balanzas
<b>Categoría 3: Equipos de informática y telecomunicaciones</b>
Grandes ordenadores
Miniordenadores
Unidades de impresión
Ordenadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado)
Ordenadores portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado)
Ordenadores portátiles tipo «notebook»
Ordenadores portátiles tipo «notepad»
Impresoras
Copiadoras
Máquinas de escribir eléctricas o electrónicas
Calculadoras de mesa o de bolsillo
Otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica.
Sistemas y terminales de usuario
Terminales de fax
Terminales de télex
Teléfonos
Teléfonos de pago
Teléfonos inalámbricos
Teléfonos celulares
Contestadores automáticos
Otros productos o aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.

<b>Categoría 4: Aparatos electrónicos de consumo</b>
Radios
Televisores
Videocámaras
Vídeos
Cadenas de alta fidelidad
Amplificadores de sonido
Instrumentos musicales
Otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación.
<b>Categoría 5: Aparatos de alumbrado</b>
Luminarias para lámparas fluorescentes, excluidas las luminarias de hogares particulares.
Lámparas fluorescentes rectas
Lámparas fluorescentes compactas
Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.
Lámparas de sodio de baja presión
Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz, excluidas las bombillas de filamentos.
<b>Categoría 6: Herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales)</b>
Taladradoras
Sierras
Máquinas de coser
Herramientas para torneear, molturar, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar, encorvar o trabajar la madera, el metal u otros materiales de manera similar.
Herramientas para remachar, clavar o atornillar o para sacar remaches, clavos, tornillos o para aplicaciones similares.
Herramientas para soldar (con o sin aleación) o para aplicaciones similares.
Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas por otros medios.
Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería.
Otras herramientas
<b>Categoría 7: Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre</b>
Trenes eléctricos o coches en pista eléctrica
Consolas portátiles

Videojuegos
Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, remar, etc.
Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos.
Máquinas tragaperras
Otros juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre.
<b>Categoría 8: Aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados)</b>
Aparatos de radioterapia
Cardiología
Diálisis
Ventiladores pulmonares
Medicina nuclear
Aparatos de laboratorio para diagnóstico <i>in vitro</i> .
Analizadores
Congeladores
Pruebas de fertilización
Otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades.
<b>Categoría 9: Instrumentos de vigilancia y control</b>
Detector de humos
Reguladores de calefacción
Termostatos
Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio.
Otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control).
<b>Categoría 10: Máquinas expendedoras</b>
Máquinas expendedoras de bebidas calientes.
Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes.
Máquinas expendedoras de productos sólidos.
Máquinas expendedoras de dinero
Todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos.

Fuente: elaboración propia con información de Real Decreto 110/2015, del 05 de febrero de 2015.

A continuación, se presentan las estadísticas obtenidas de la encuesta denominada Proyecto de Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (GI-RAEE), el cual fue procesada en familias de estudiantes del curso de Ecología secciones A+, A-, A, N, N+, N-, N y P, el cual se imparte en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante el primer y segundo semestre de 2018, 2019 y 2021.

Cada sección del curso contó con un promedio de 75 alumnos por sección, con la presencia de estudiantes de diferentes carreras, siendo Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil e Ingeniería Química, las de mayor presencia, por ser un curso obligatorio para dichas carreras.

Ya que el curso de ecología se encuentra localizado entre el tercer y quinto semestre de los pñsums de estudio de todas las carreras de ingeniería como curso optativo, también se tuvieron estudiantes de las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería Electrónica, e Ingeniería en Ciencia y Sistemas.

Con respecto a los datos del hogar encuestado durante los tres años del estudio, la comunidad lingüística que prevalece es el castellano con un 83.2 %, además, se encontró que los mayores niveles educativos alcanzados en el hogar son el nivel licenciatura con un porcentaje el 37.6 %, nivel diversificado con 32.1 % y con maestría el 13.7 %.

La cantidad de personas que viven en el domicilio es de tres a seis individuos, integrados por uno a cuatro hombres y mujeres mayores de edad, con tal vez una persona de la tercera edad, quizás con uno o dos niños entre cero a 10 años, acaso uno a dos niños entre 11 a 17 años, posiblemente uno o dos personas con discapacidades, en su mayoría visuales y de movilidad. En más del 80 % de los hogares encuestados no tienen integrantes de la tercera edad, menores de edad, ni personas con discapacidad, esto indica una familia integrada por personas adultas, con plena capacidad para utilizar aparatos eléctricos y electrónicos.

Respecto a las condiciones del domicilio, los resultados indican que más del 75 % viven en un lugar propio o ubicados en el departamento de Guatemala en las zonas aledañas a la Ciudad Universitaria (zonas 11, 12, 8, entre otras) o en sus municipios (Mixco, Villanueva, San Miguel Petapa, Villa Canales, Amatitlán, entre otros), el resto viven en un lugar alquilado o de un familiar o en departamentos lindantes como Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla. Además, se obtuvo que, más del 98.7 % tiene acceso al agua potable, en más del 90 % hay alcantarillado donde se ubica la vivienda, más del 90 % tiene acceso a salud pública y el 100 % tienen acceso a educación, pero el dato más relevante es que más del 99.5 % tiene acceso a luz eléctrica en su hogar, por lo que es viable el uso de aparatos eléctricos y electrónicos.

4.1. Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa

Figura 26: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 1 grandes electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021

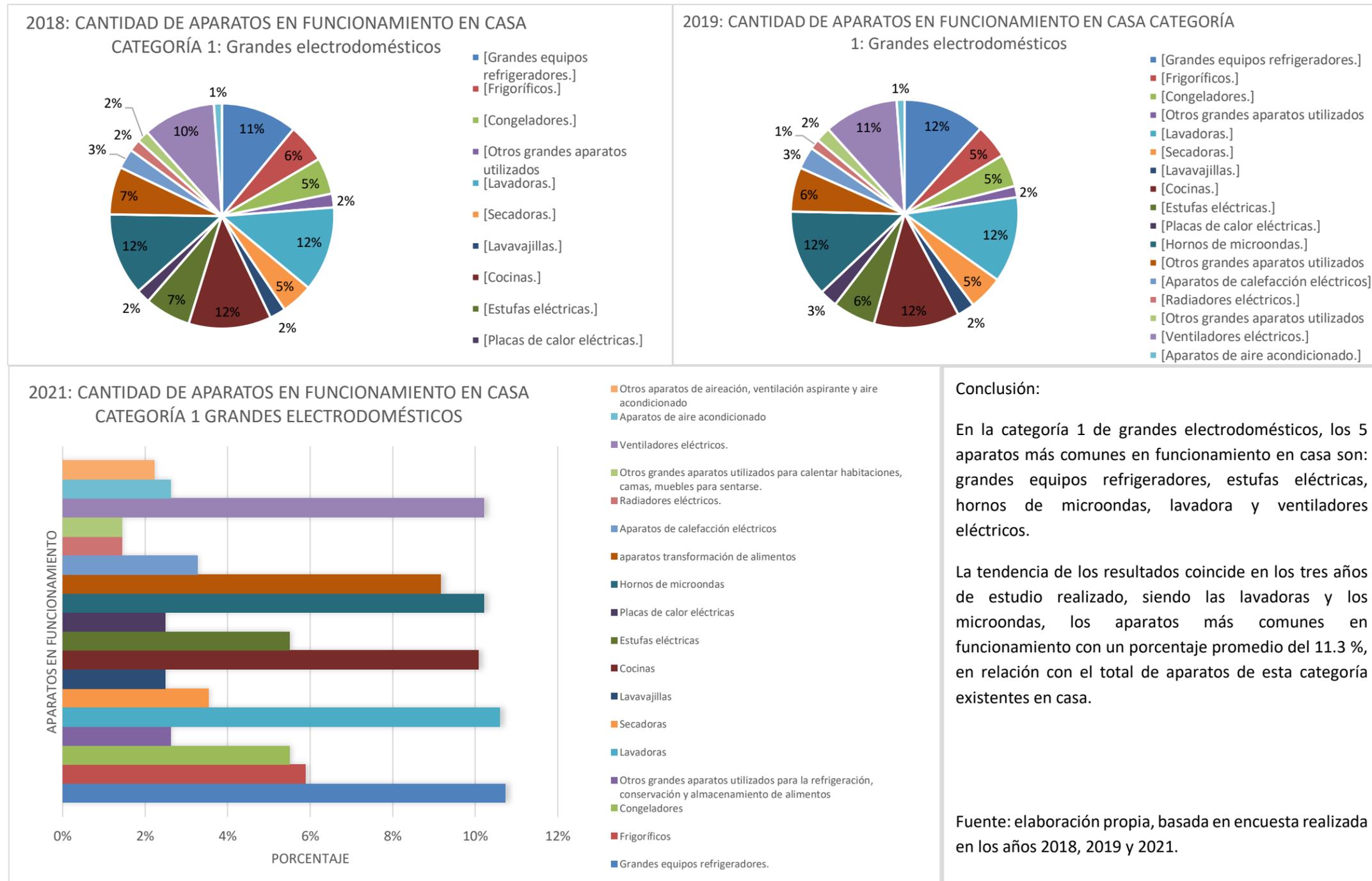


Figura 27: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 2 pequeños electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021

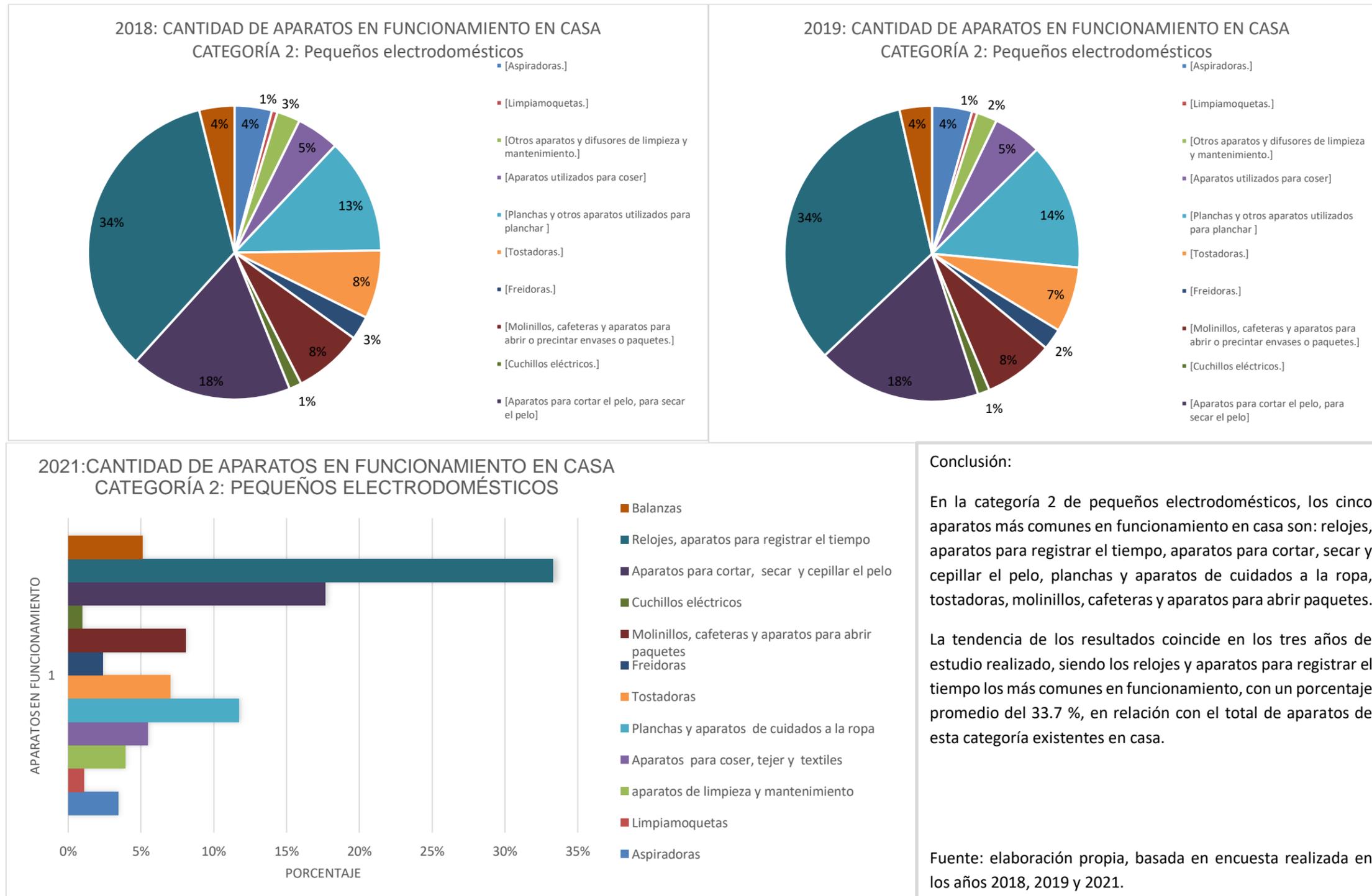


Figura 28: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 3 equipos de informática y telecomunicaciones. Año 2018, 2019 y 2021

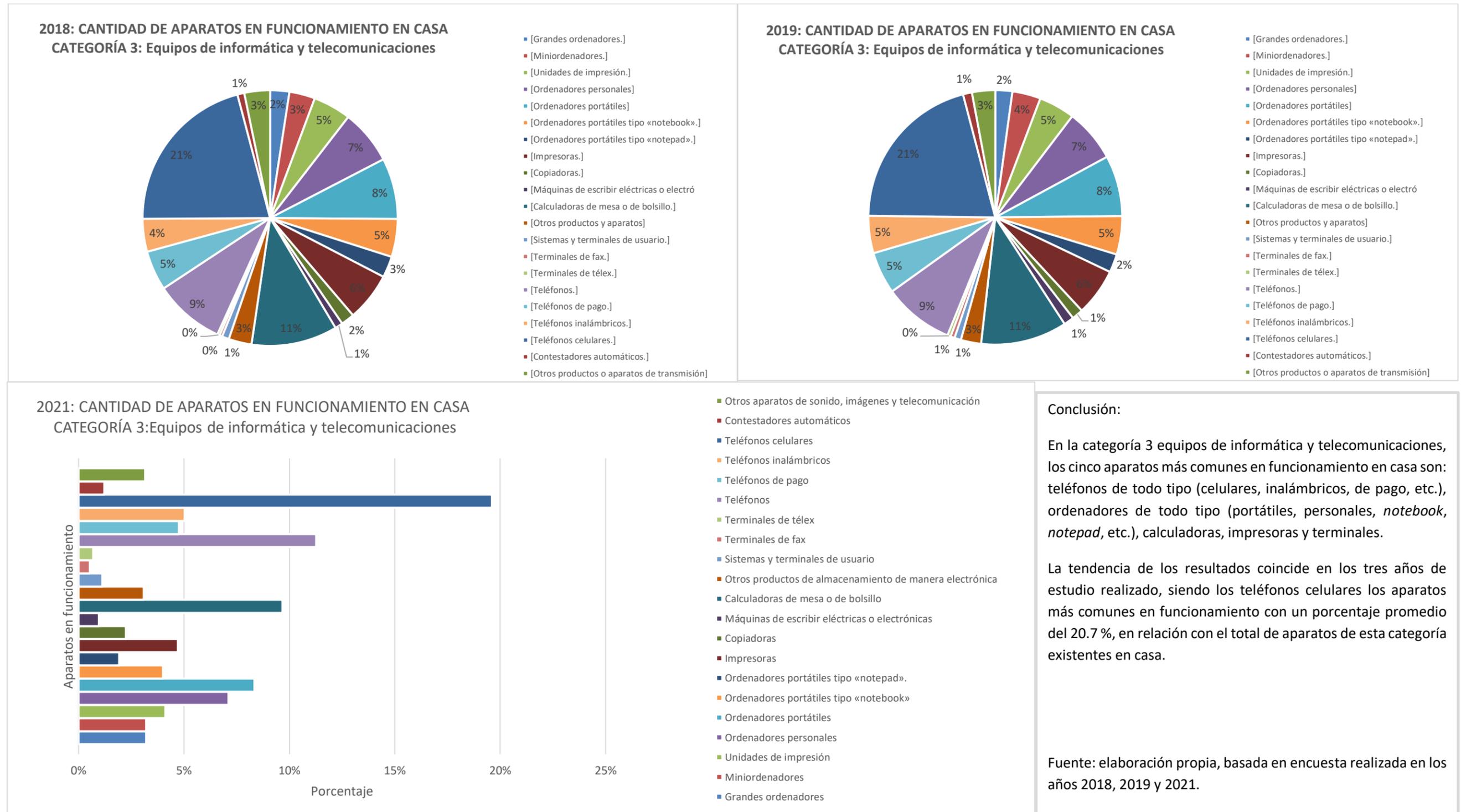


Figura 29: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 4 aparatos electrónicos de consumo. Año 2018, 2019 y 2021

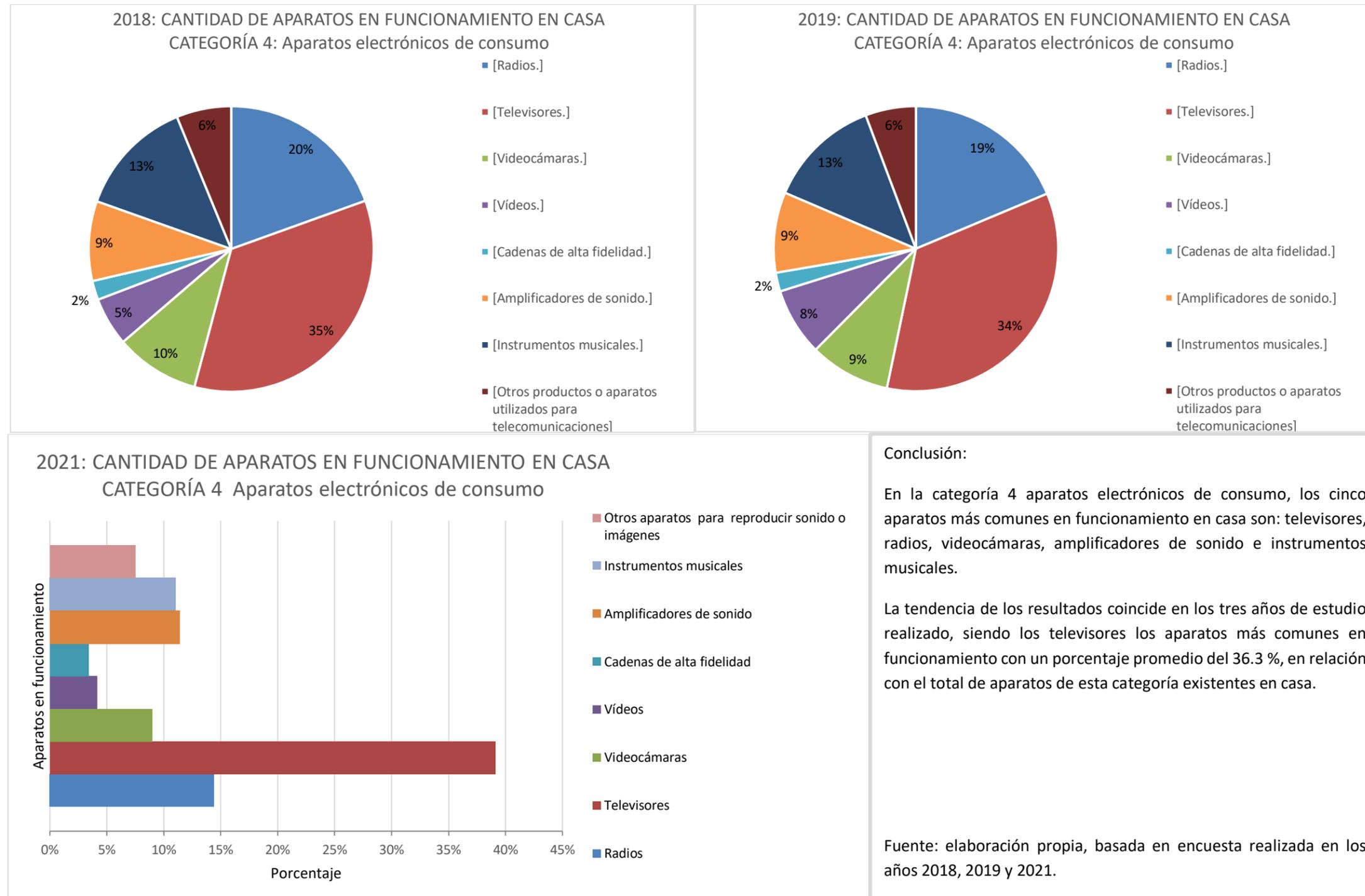


Figura 30: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 5 aparatos de alumbrado. Año 2018, 2019 y 2021

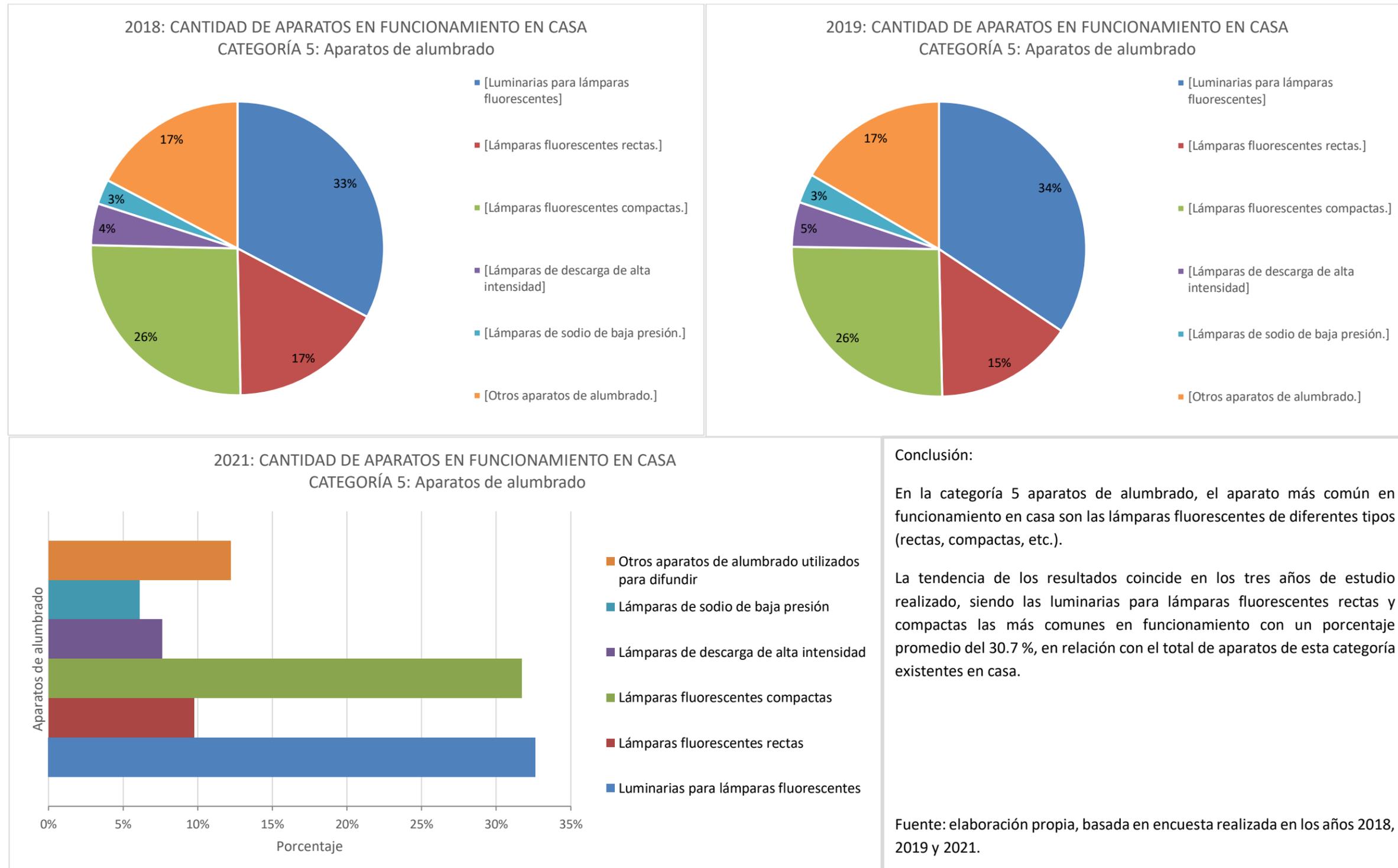


Figura 31: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 6 herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales). Año 2018, 2019 y 2021

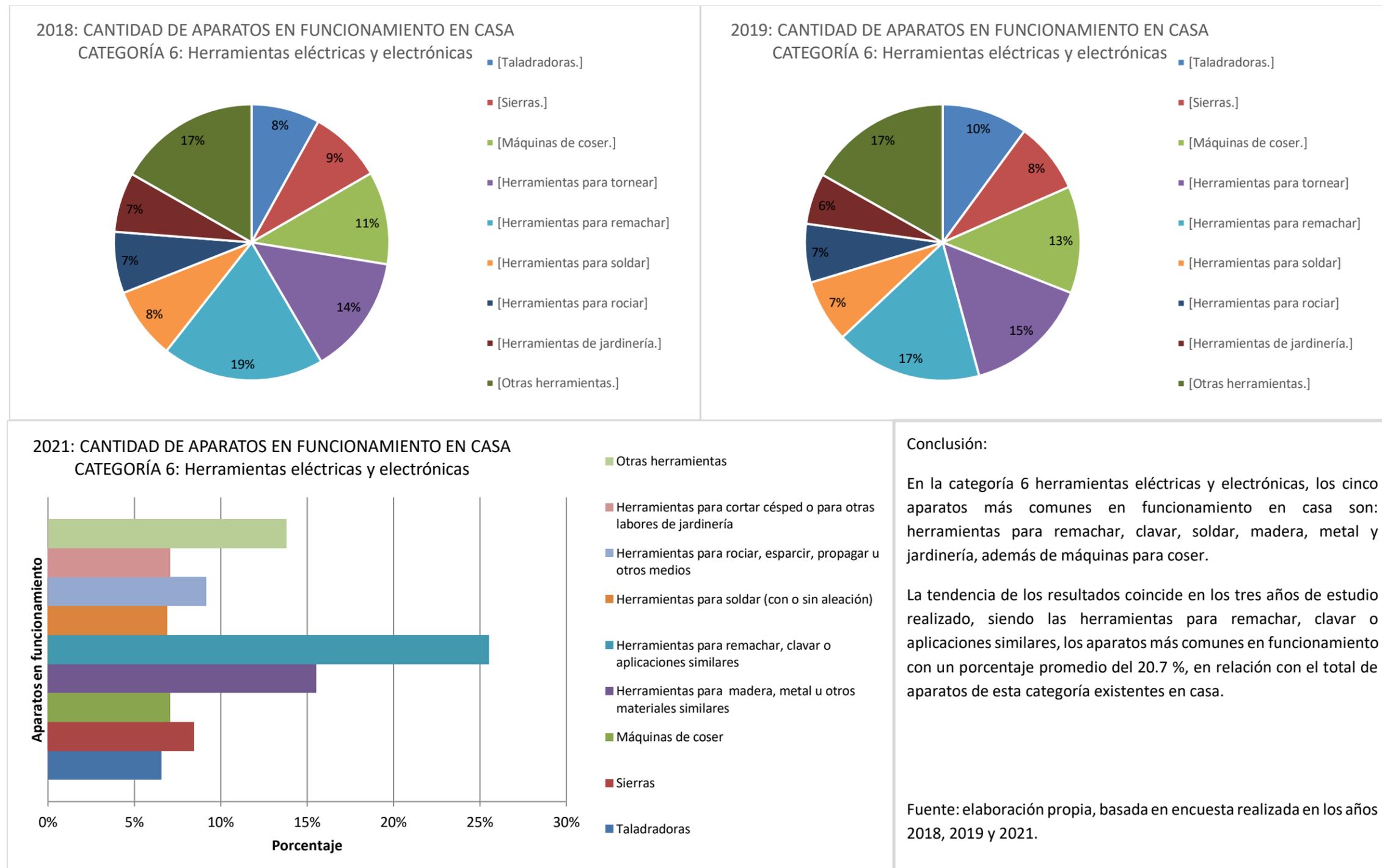


Figura 32: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 7 juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre. Año 2018, 2019 y 2021

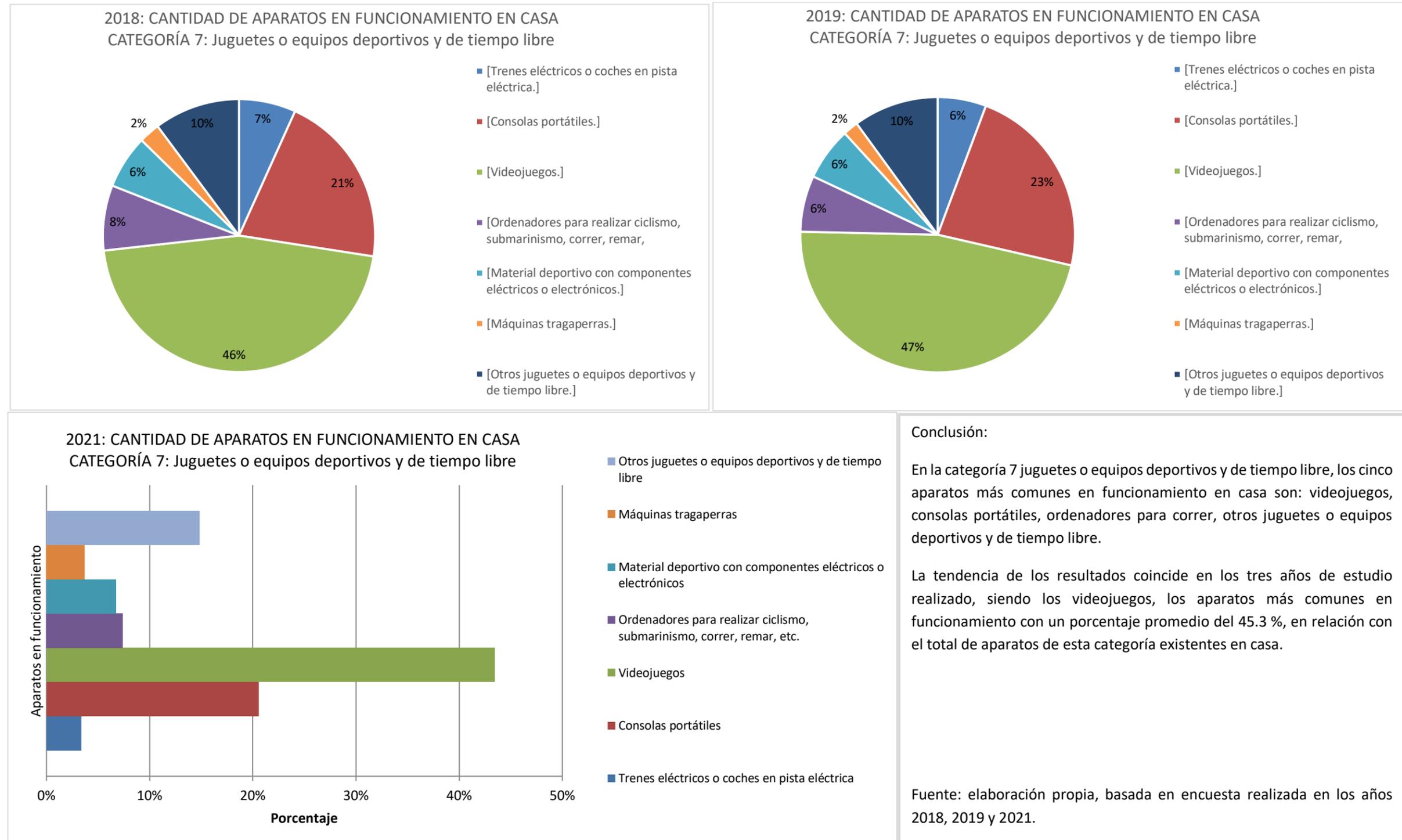


Figura 33: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 8 aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados). Año 2018, 2019 y 2021

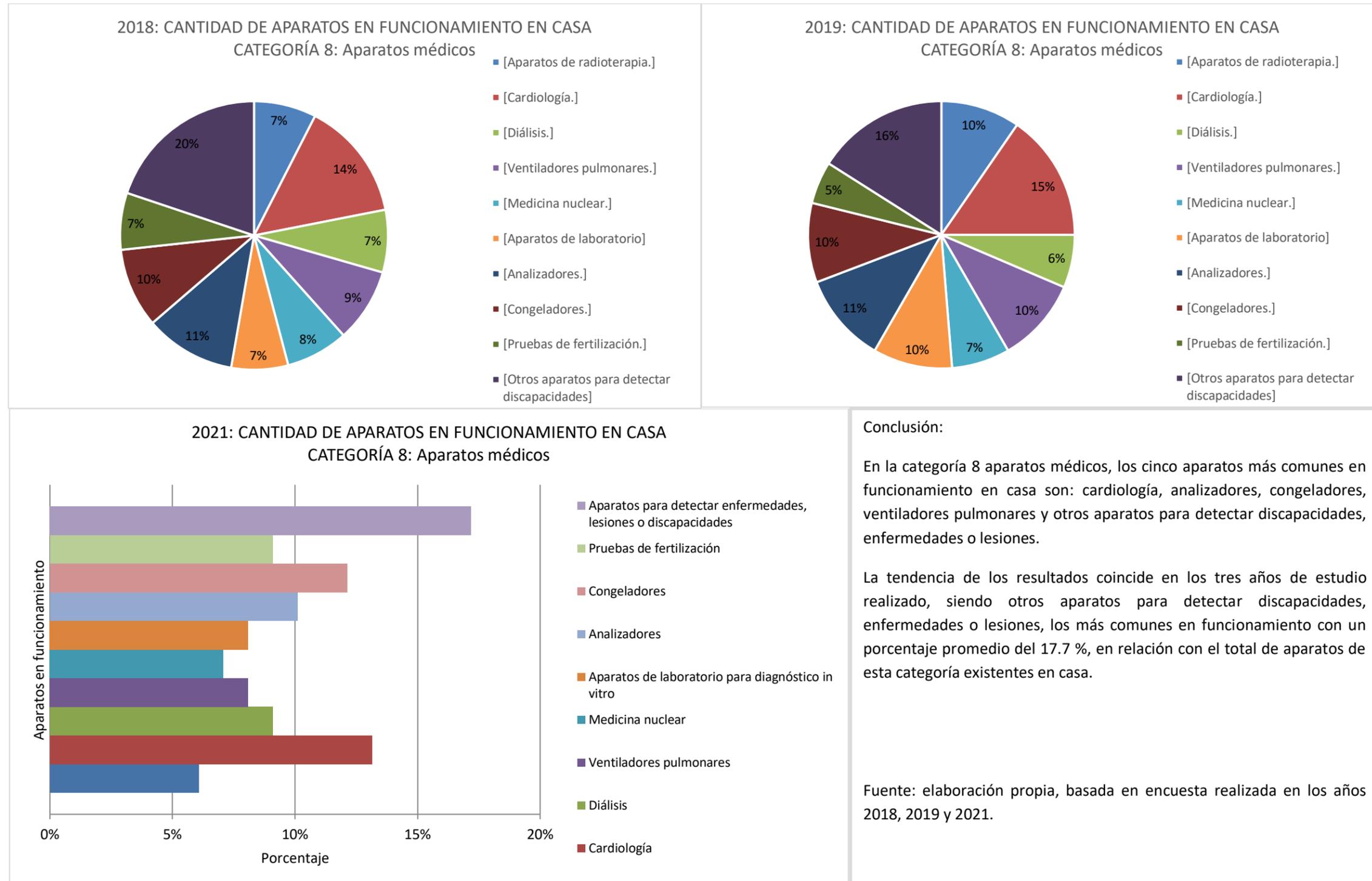


Figura 34: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 9 instrumentos de vigilancia y control. Año 2018, 2019 y 2021

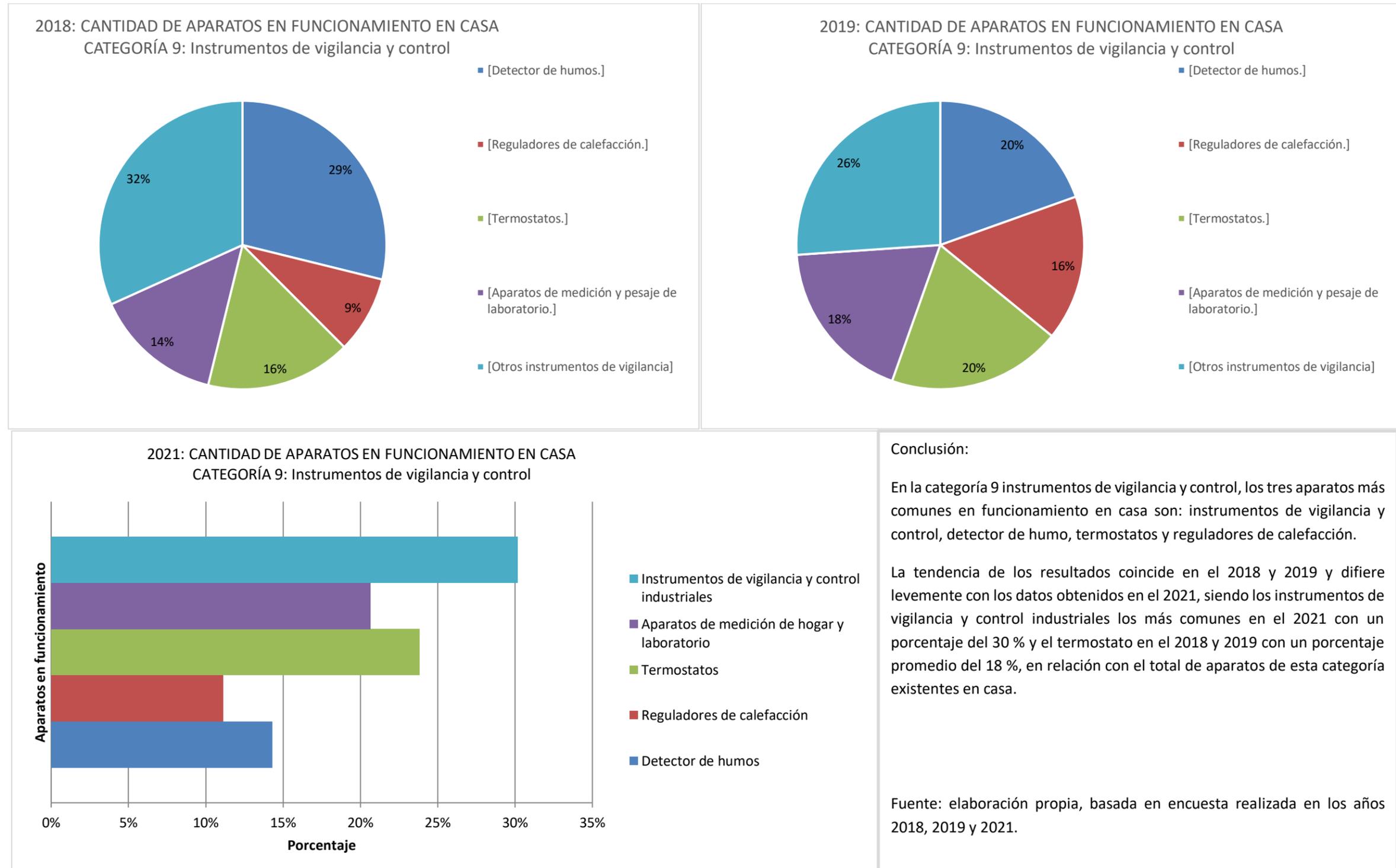
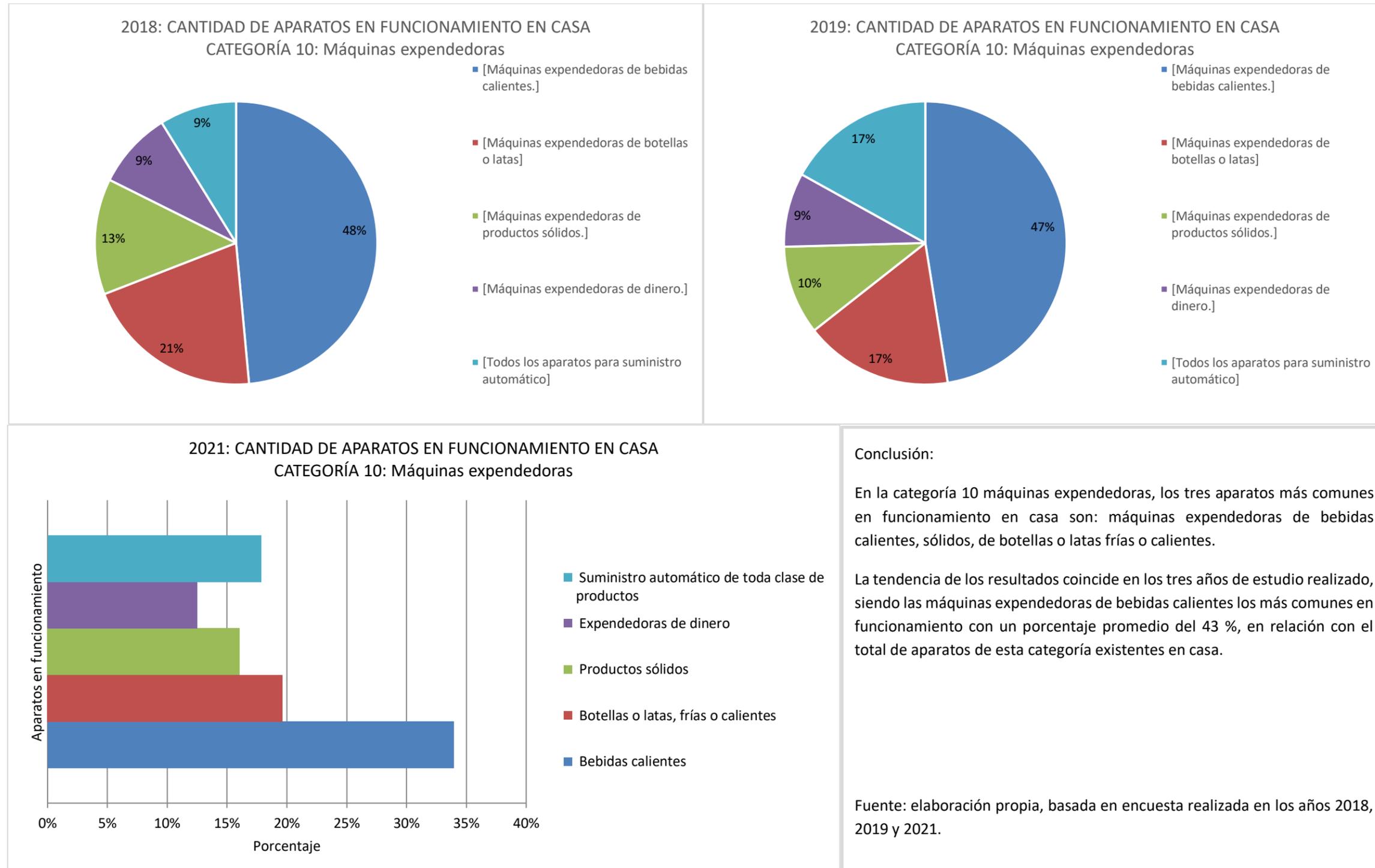


Figura 35: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 10 máquinas expendedoras. Año 2018, 2019 y 2021



4.2. Cantidad de aparatos descompuestos en casa

Figura 36: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 1 grandes electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021

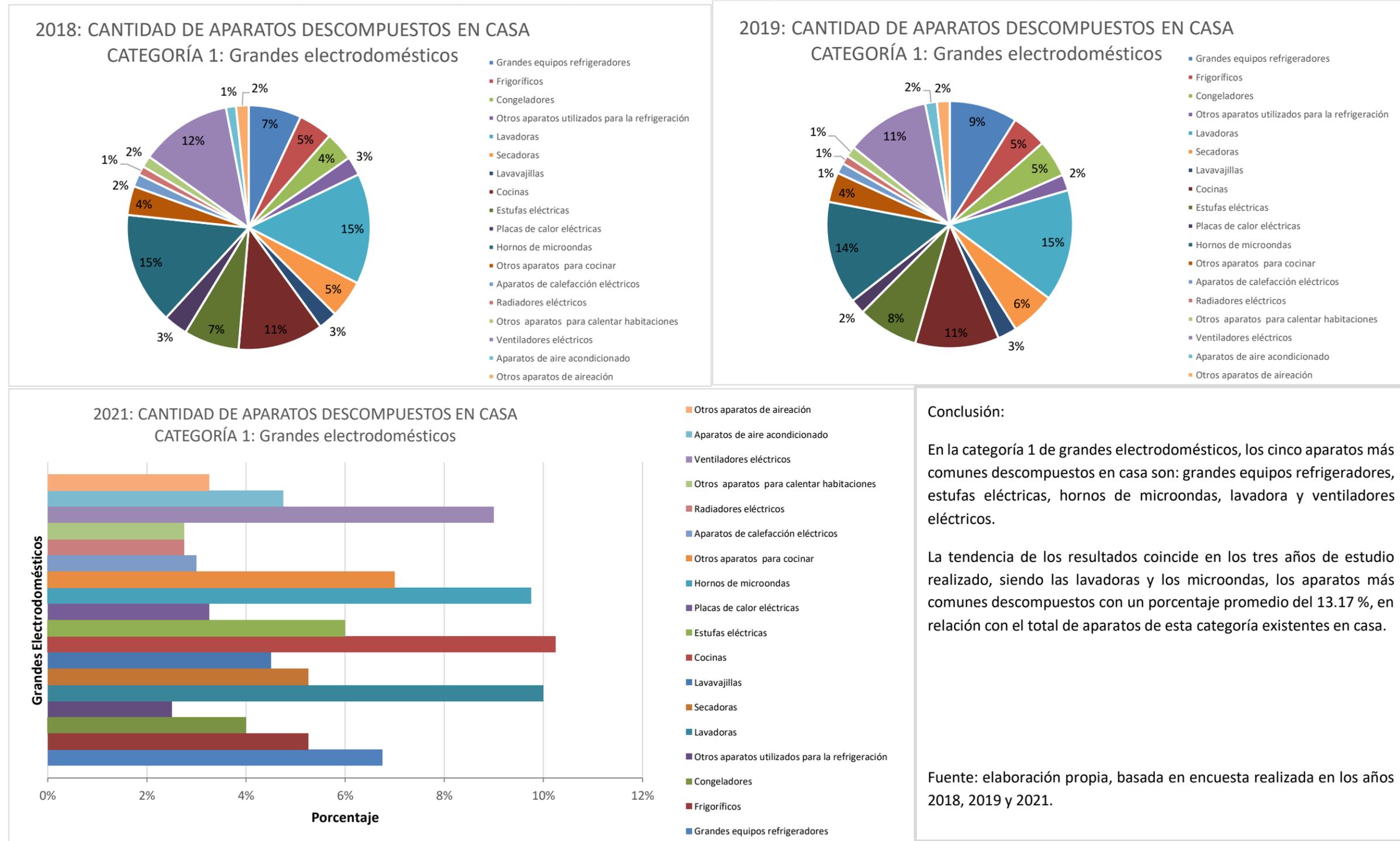


Figura 37: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 2 pequeños electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021

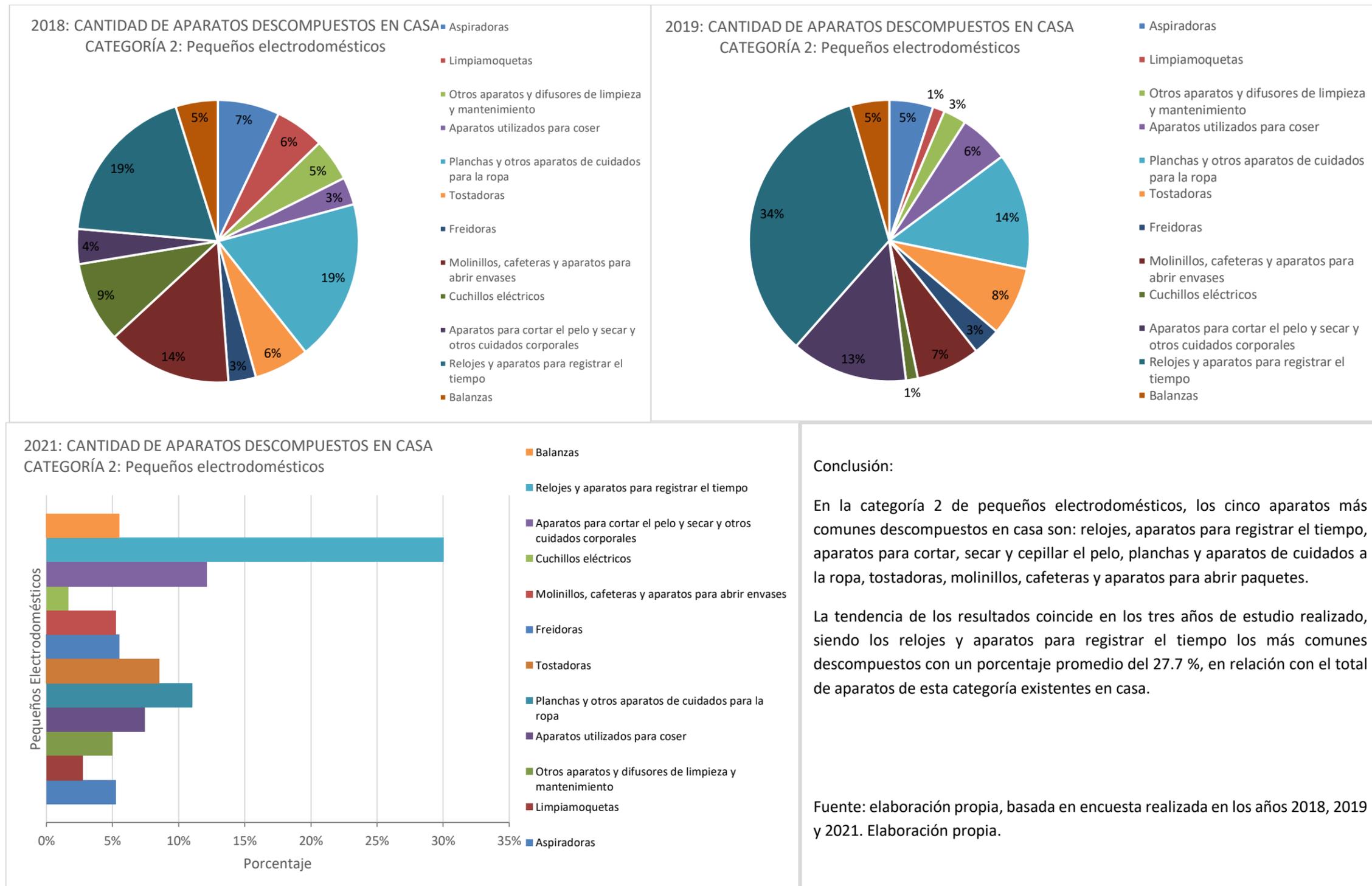


Figura 38: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 3 equipos de informática y telecomunicaciones. Año 2018, 2019 y 2021

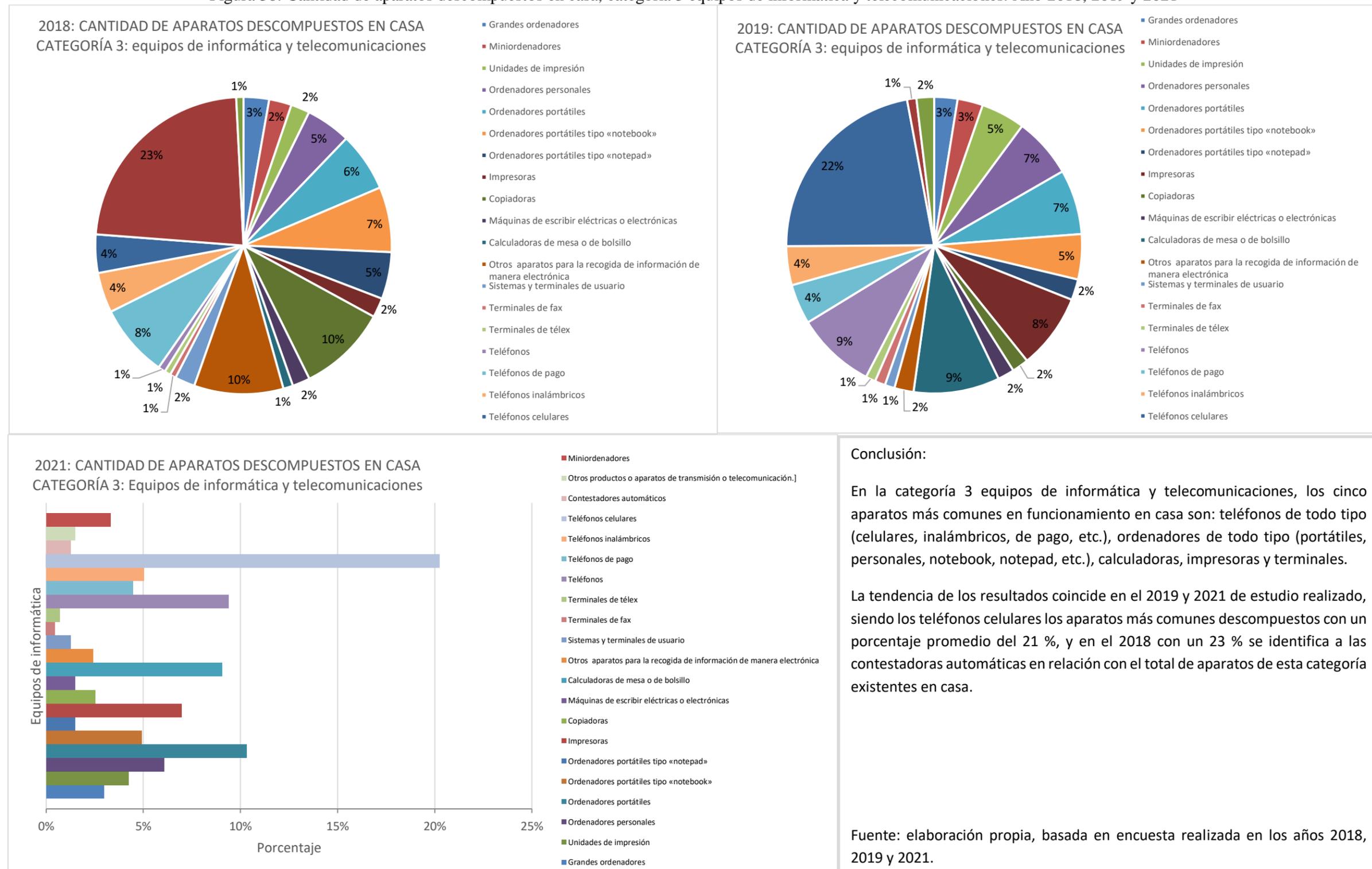


Figura 39: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 4 aparatos electrónicos de consumo. Año 2018, 2019 y 2021

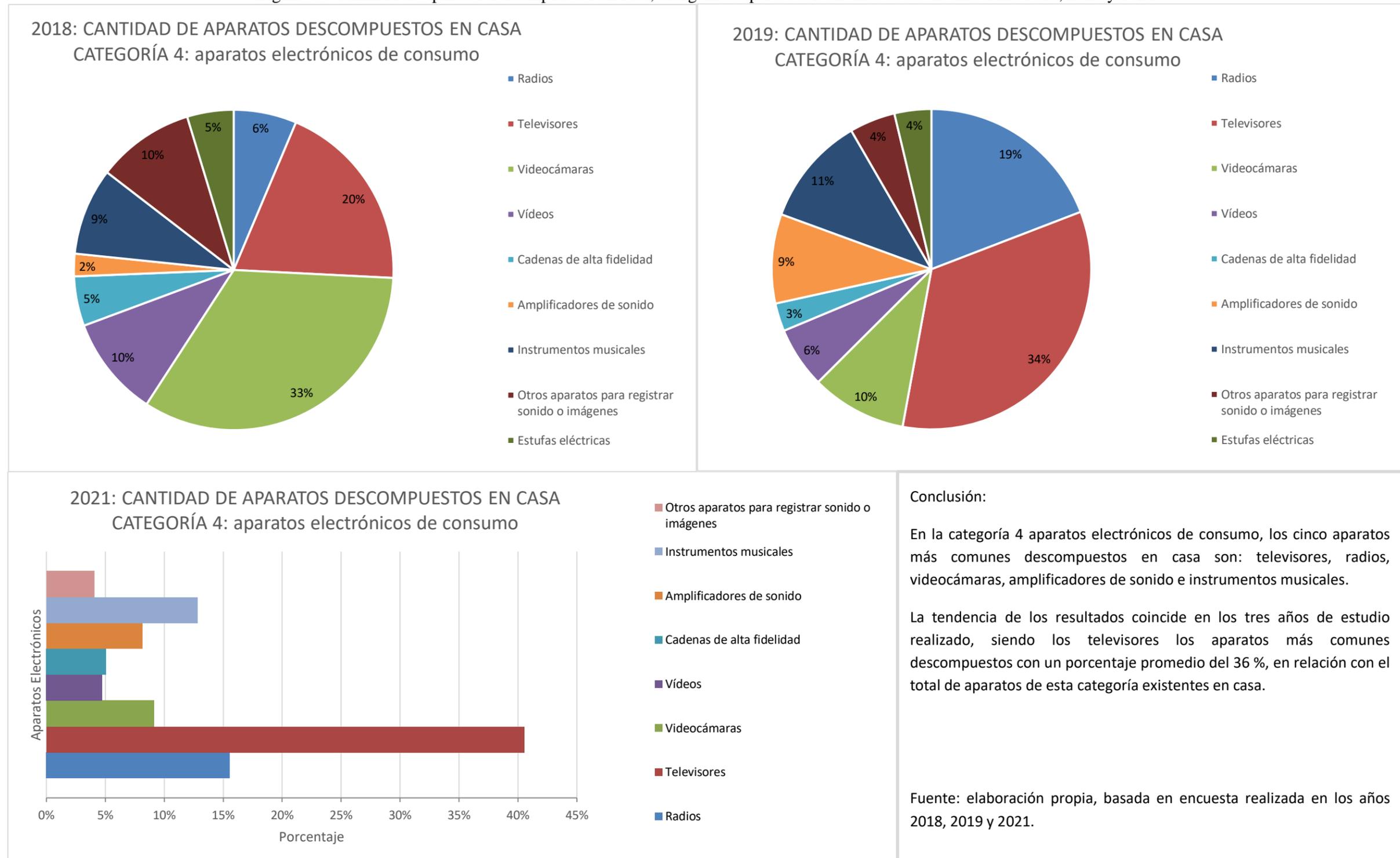


Figura 40: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 5 aparatos de alumbrado. Año 2018, 2019 y 2021

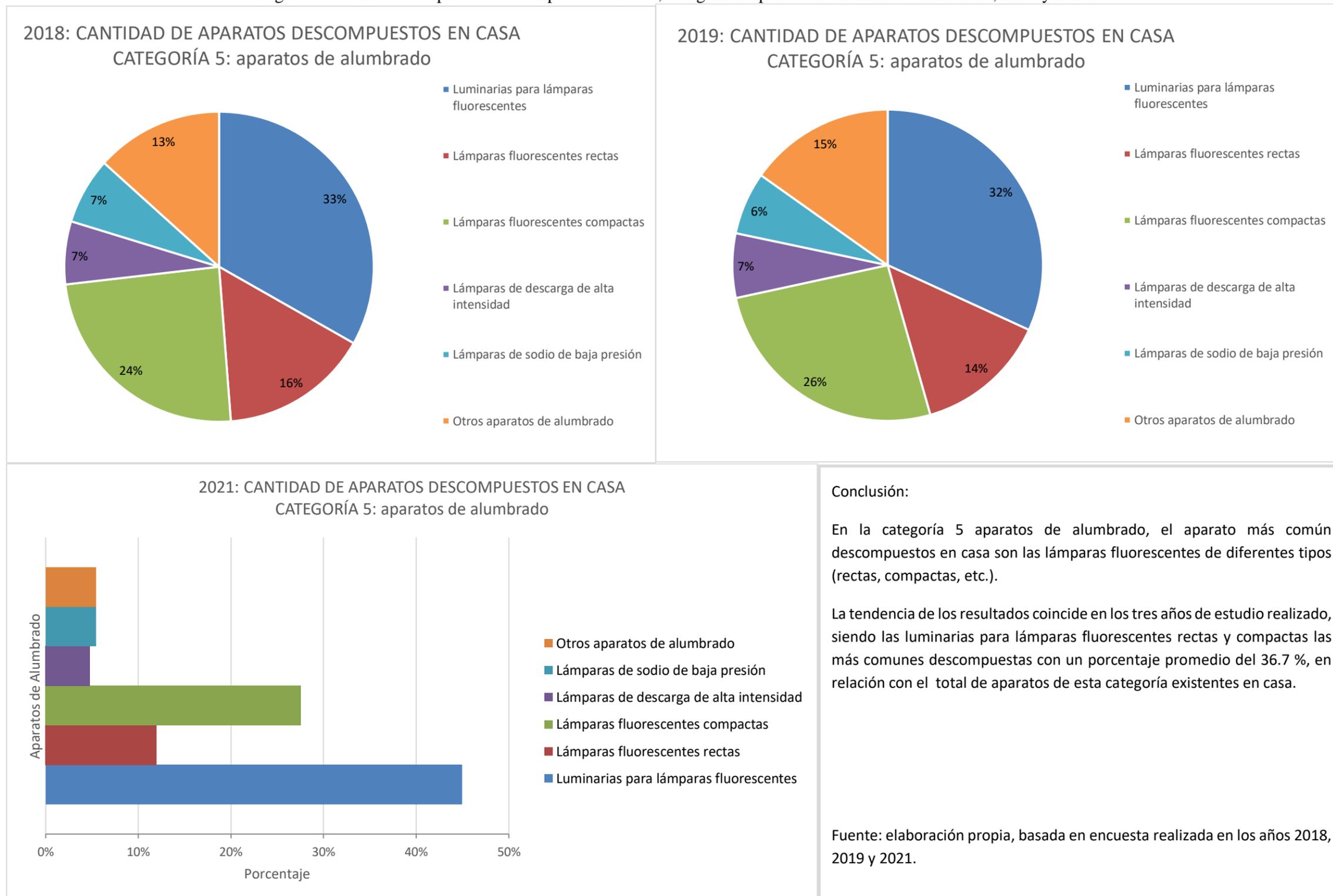


Figura 41: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 6 herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales). Año 2018, 2019 y 2021

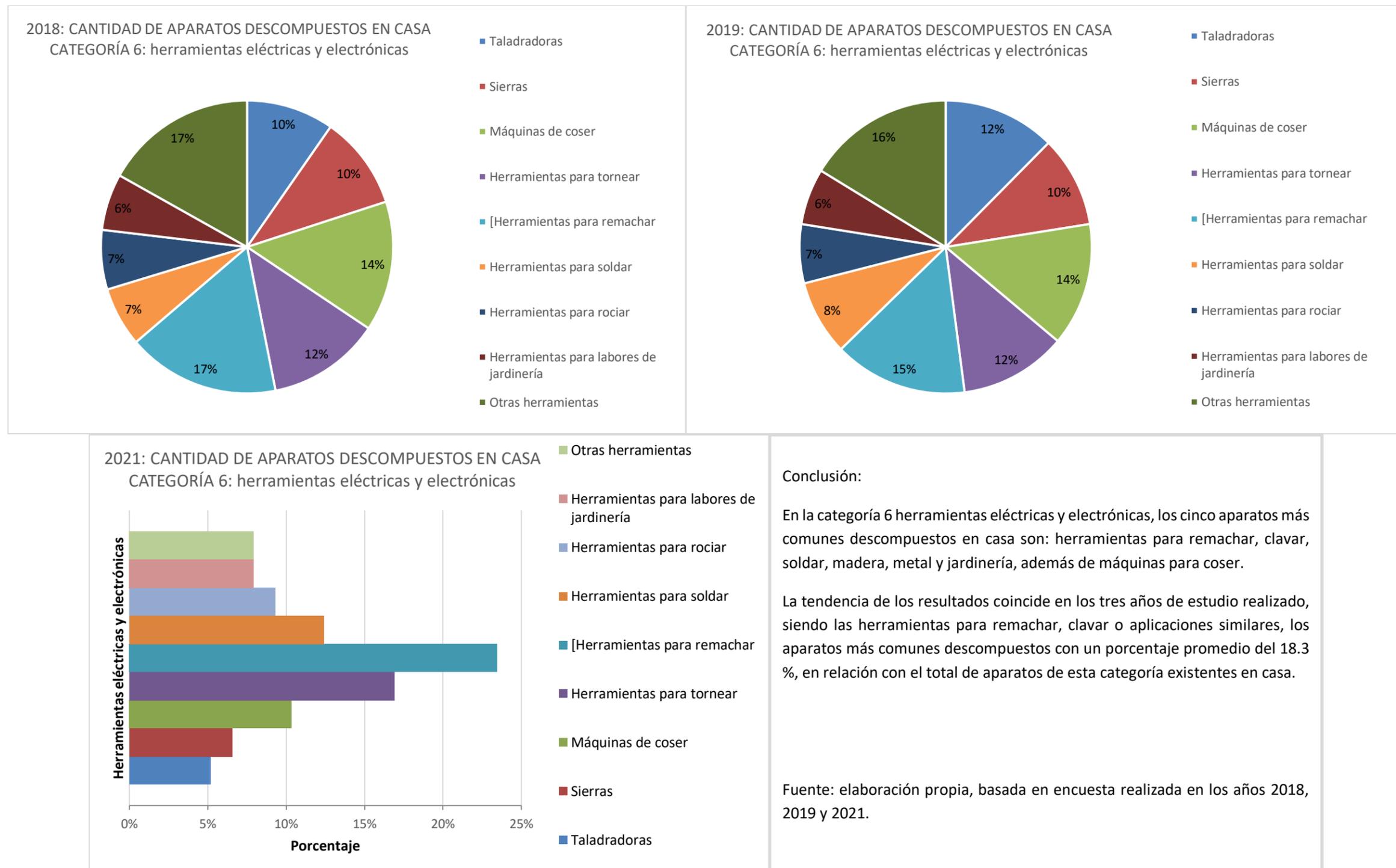


Figura 42: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 7 juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre. Año 2018, 2019 y 2021

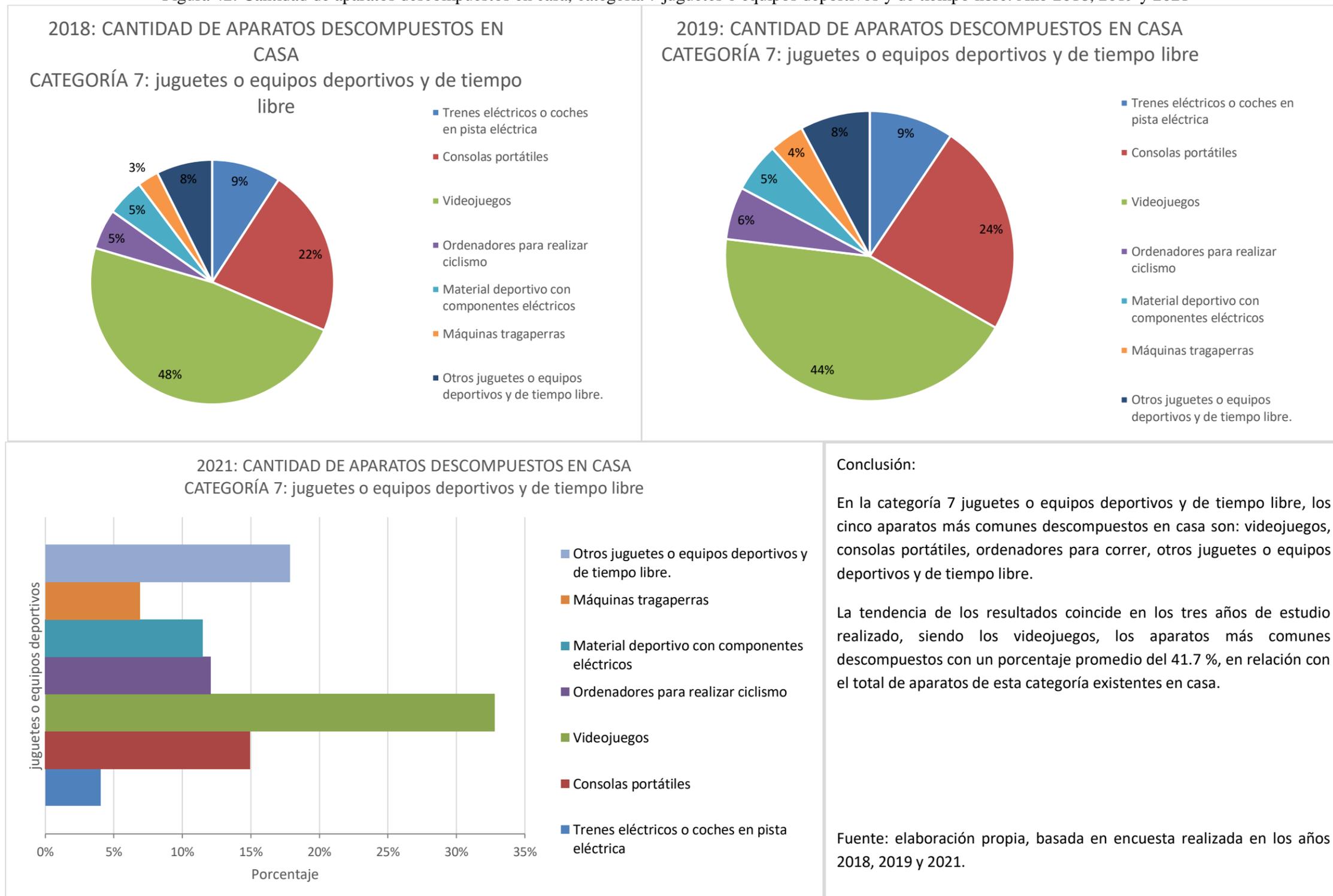


Figura 43: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 8 aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados). Año 2018, 2019 y 2021

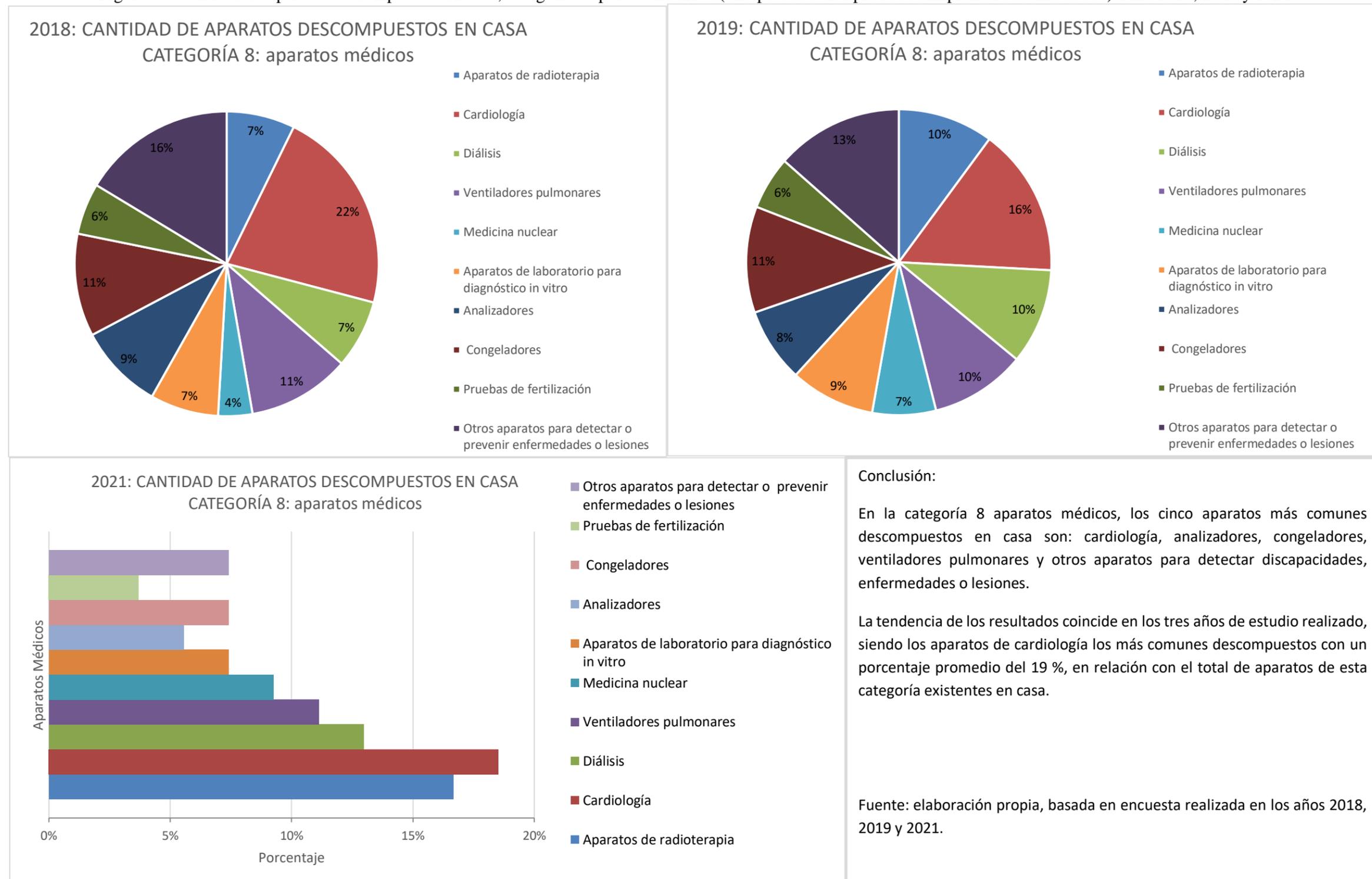


Figura 44: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 9 instrumentos de vigilancia y control. Año 2018, 2019 y 2021

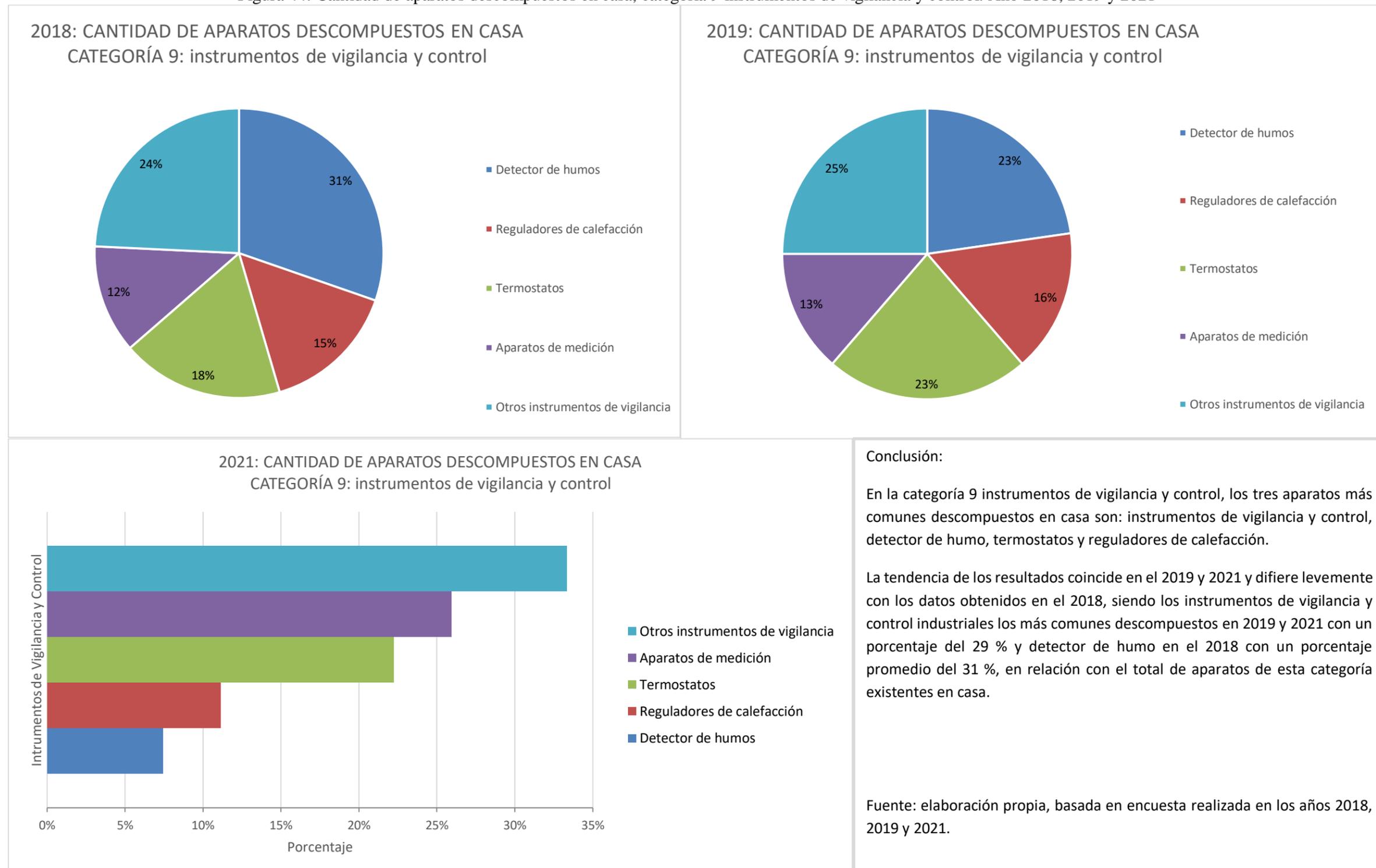
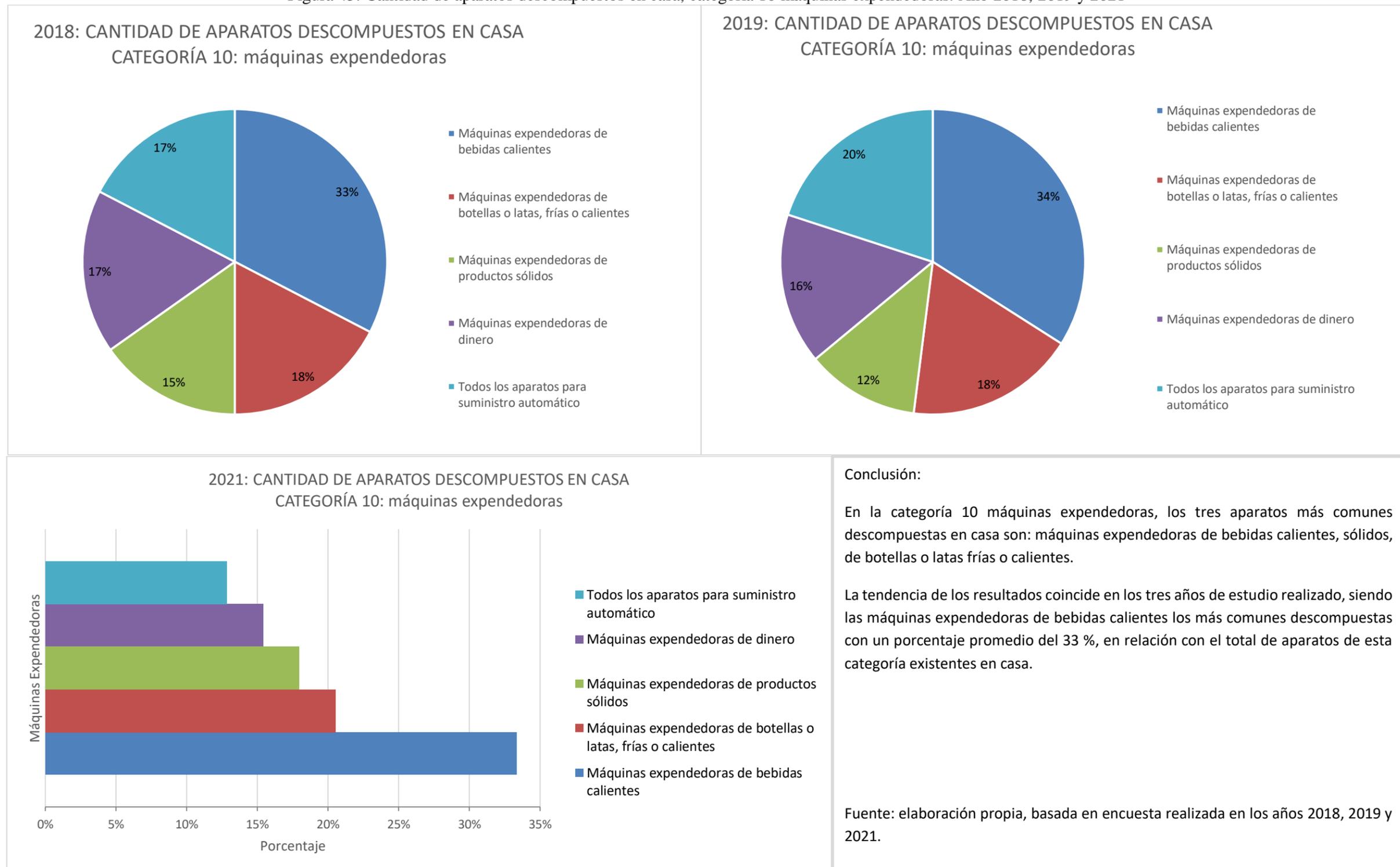


Figura 45: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 10 máquinas expendedoras. Año 2018, 2019 y 2021



4.3. ¿Cuáles son las razones frecuentes por las que adquiere o cambia sus aparatos eléctricos y electrónicos en su hogar?

Figura 46: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 1 grandes electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021

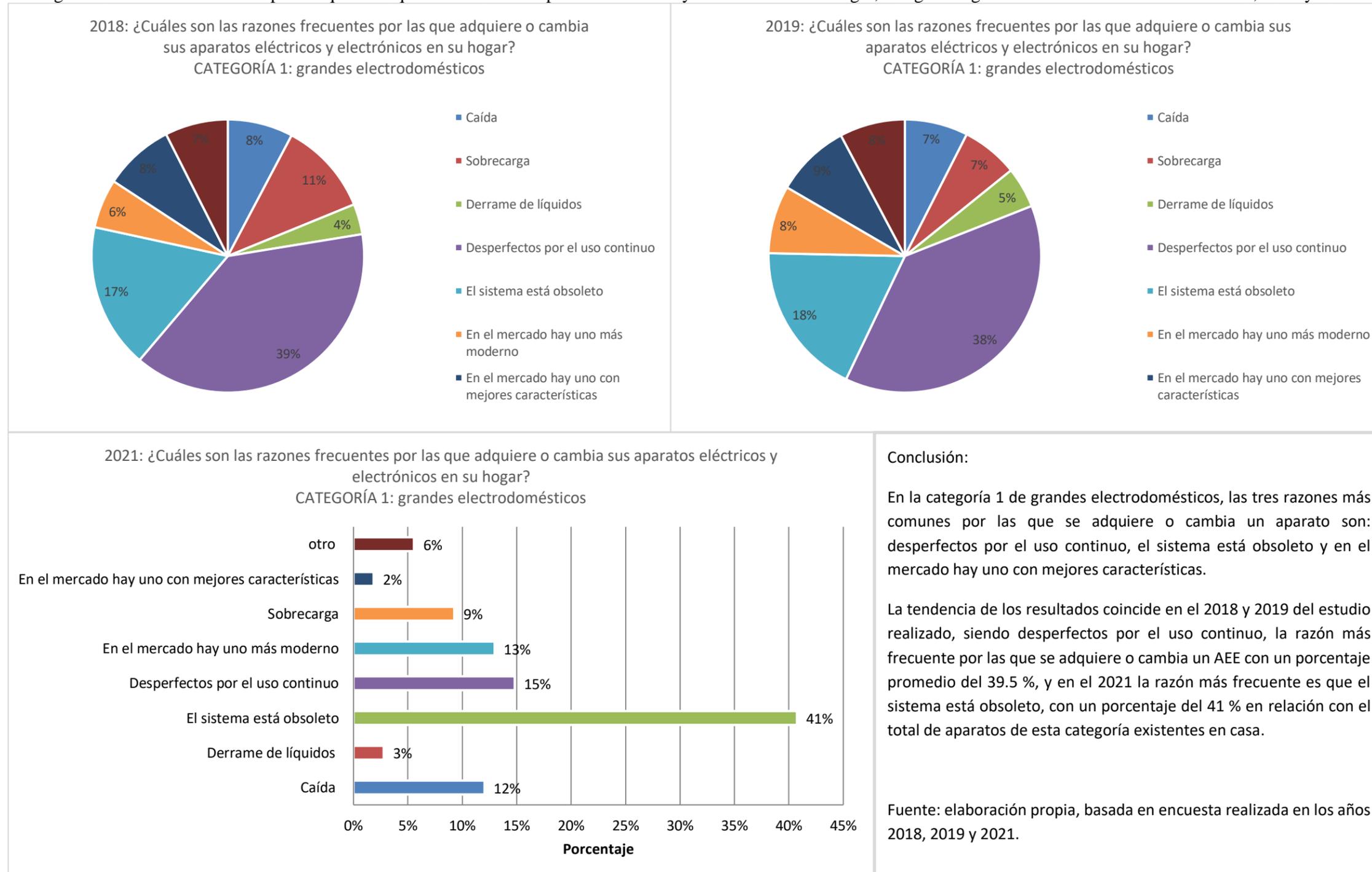


Figura 47: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 2 pequeños electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021

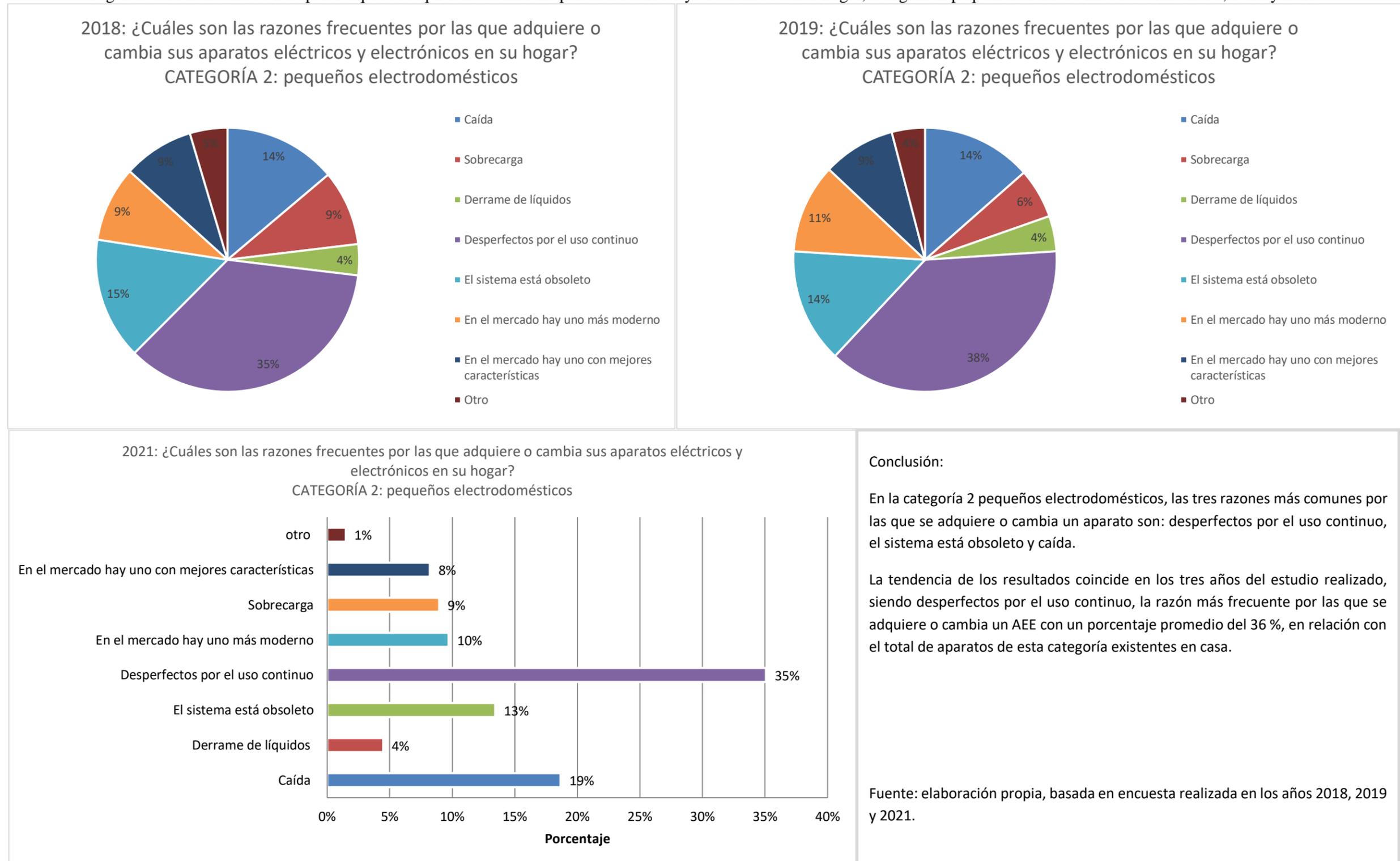


Figura 48: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 3 equipos de informática y telecomunicaciones. Año 2018, 2019 y 2021

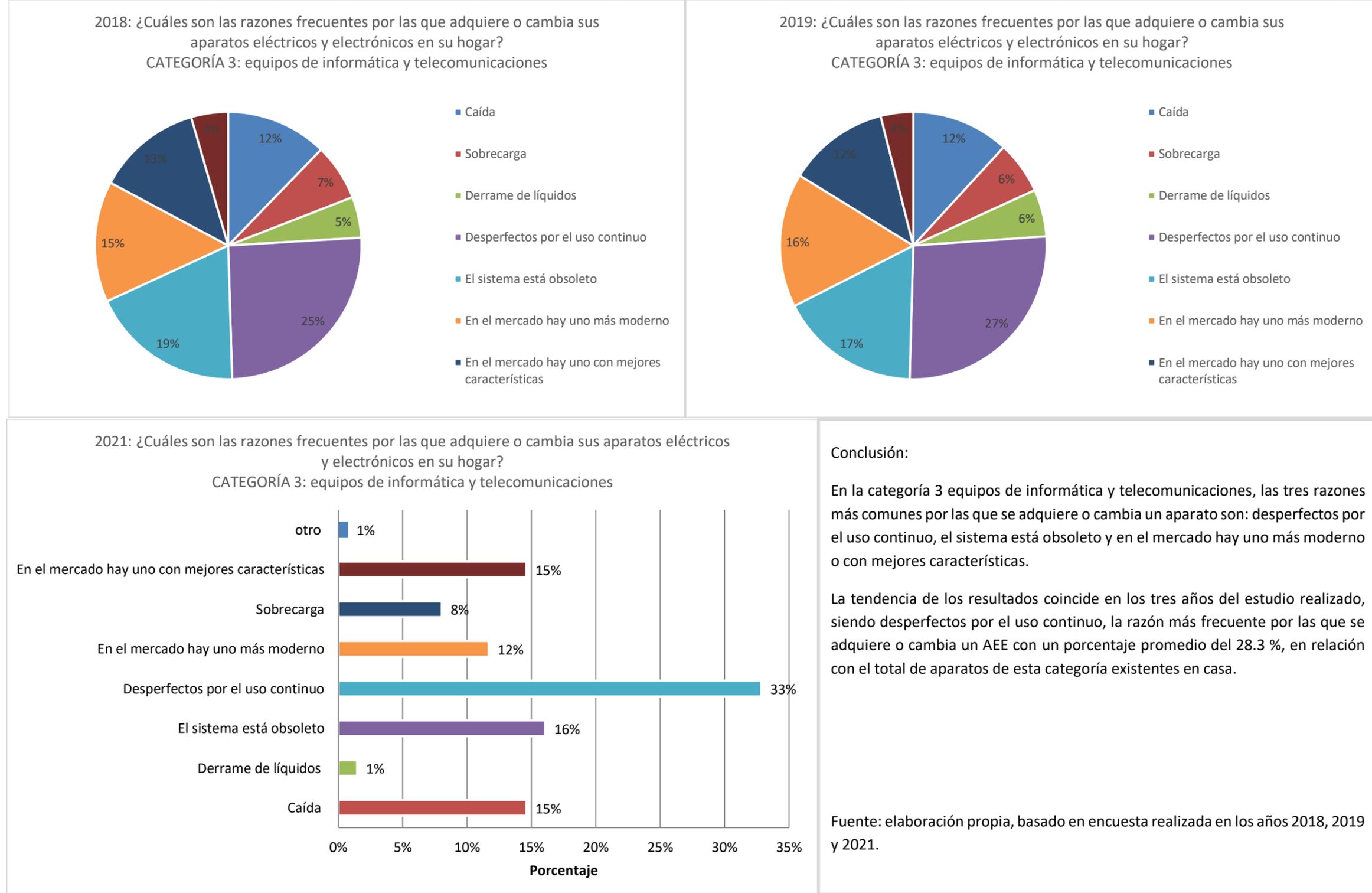


Figura 49: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 4 aparatos electrónicos de consumo. Año 2018, 2019 y 2021

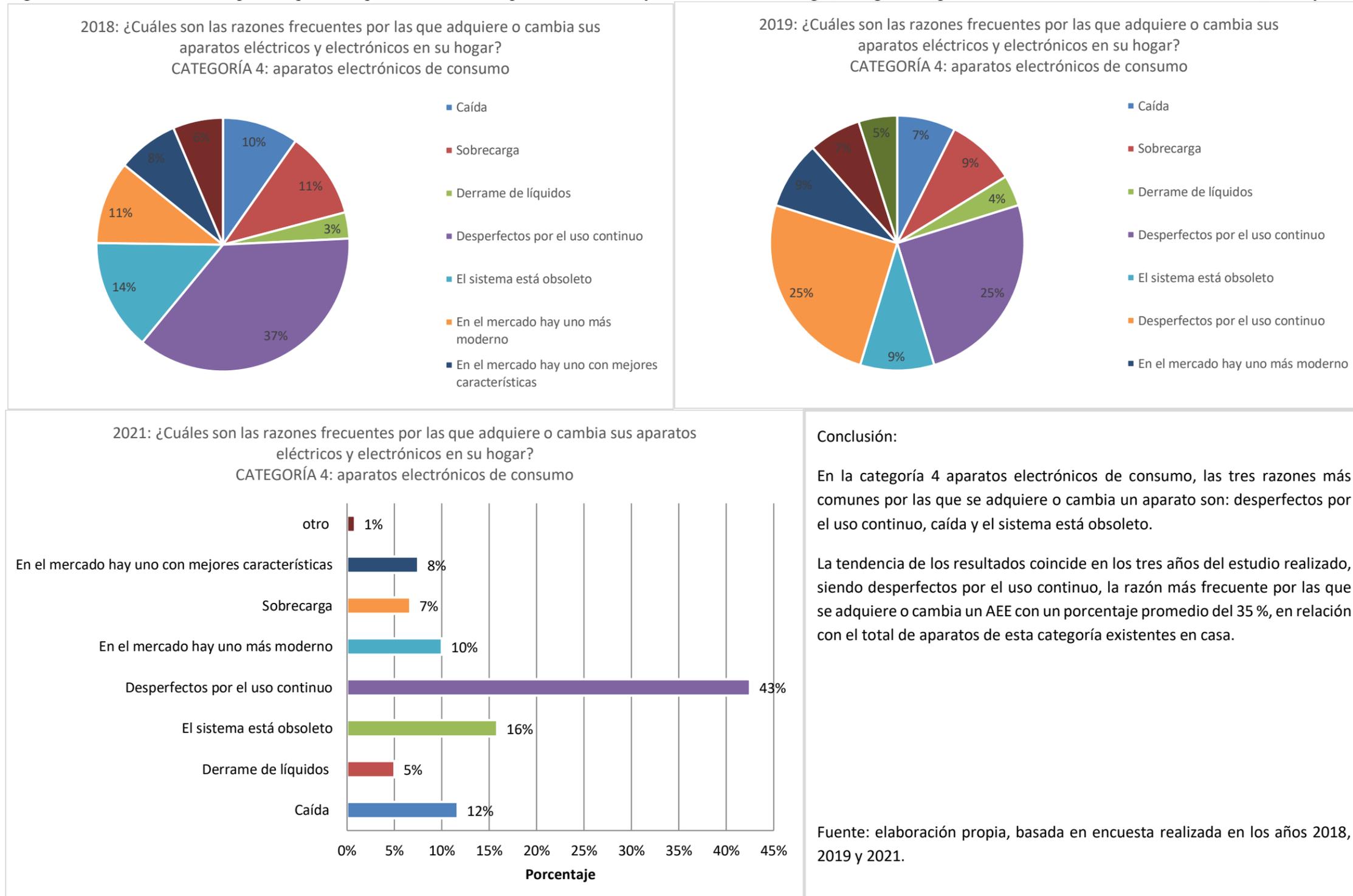


Figura 50: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 5 aparatos de alumbrado. Año 2018, 2019 y 2021

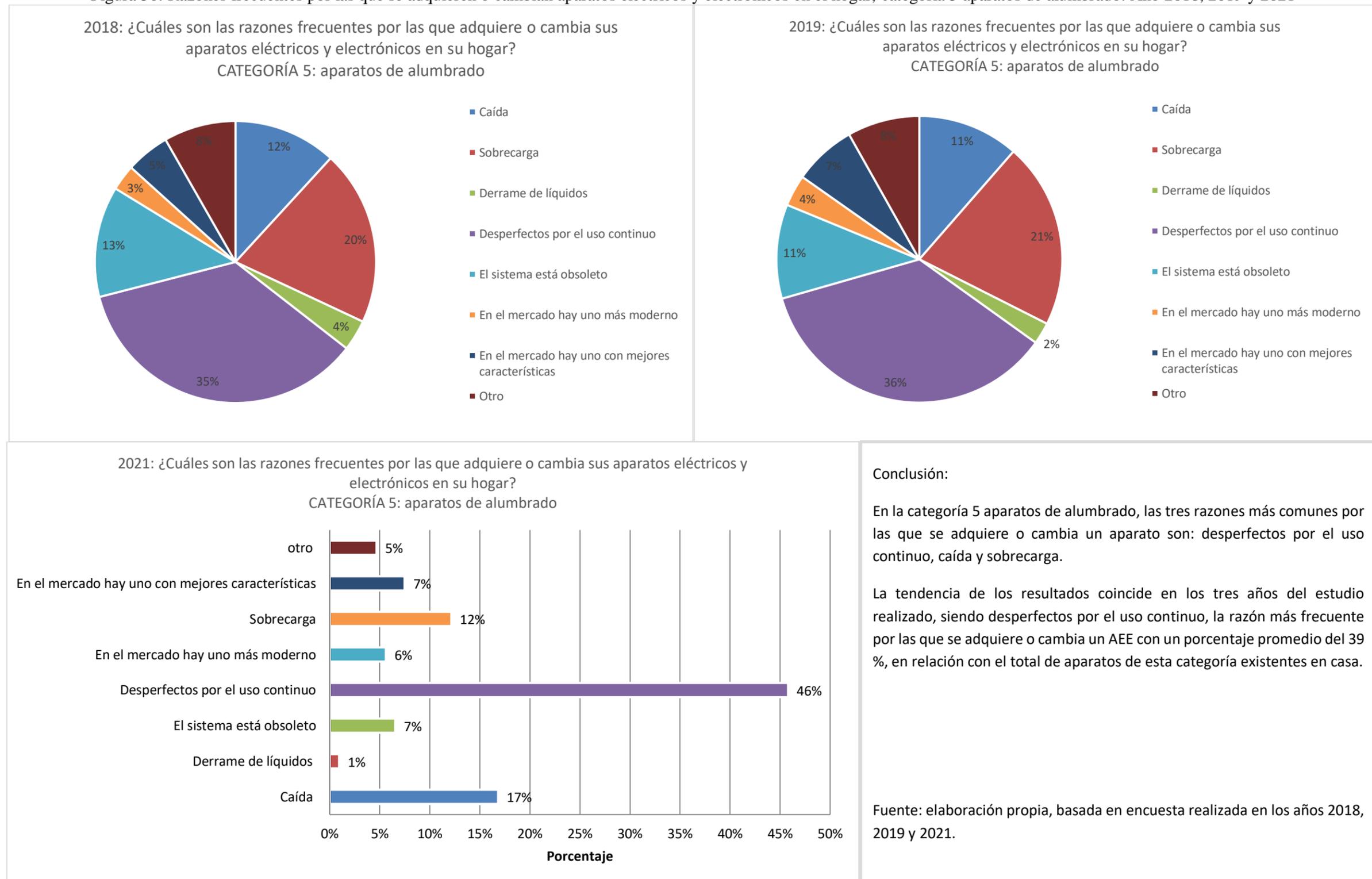


Figura 51: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 6 herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales). Año 2018, 2019 y 2021

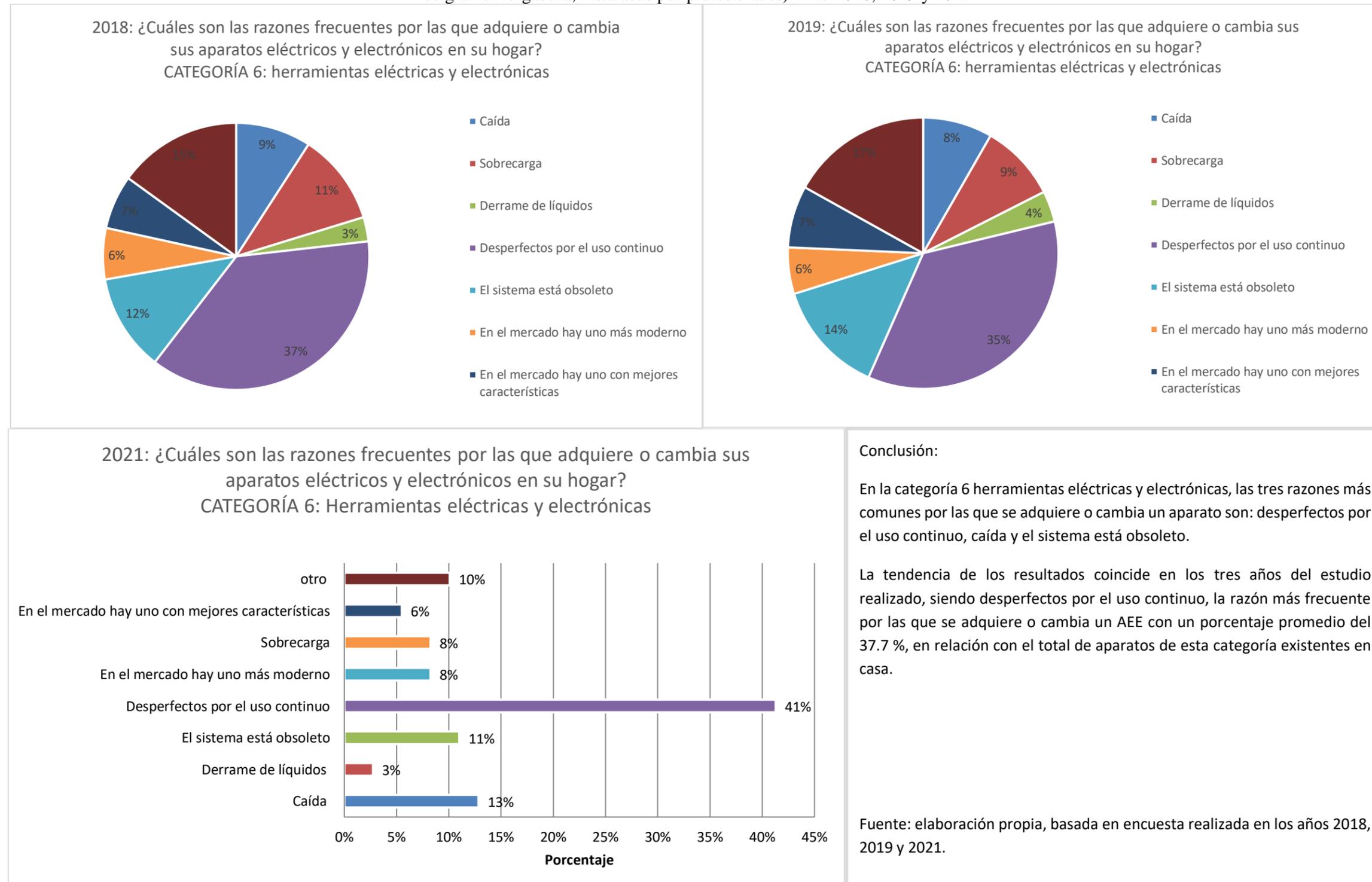


Figura 52: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 7 juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre. Año 2018, 2019 y 2021

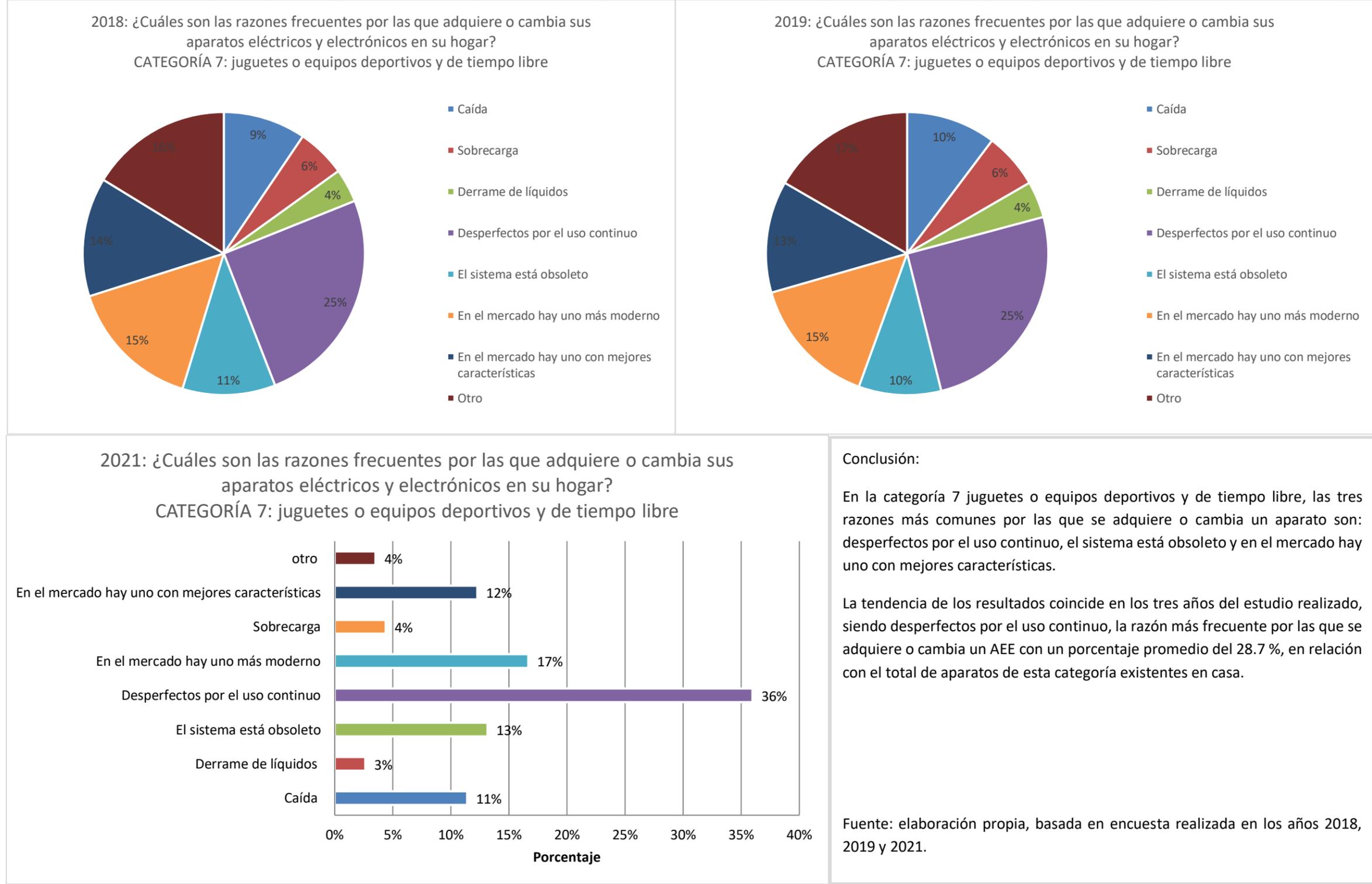


Figura 53: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 8 aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados). Año 2018, 2019 y 2021

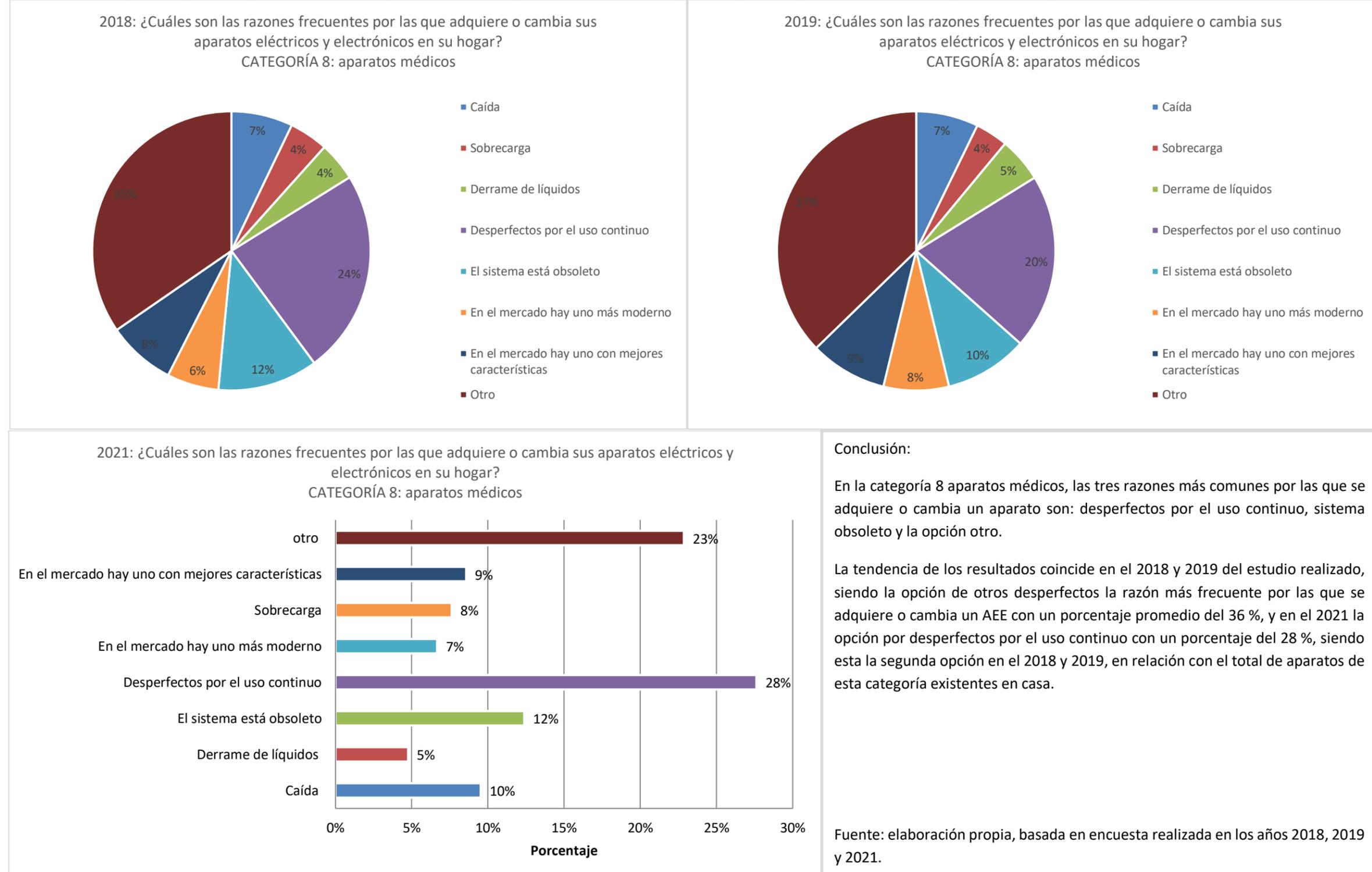


Figura 54: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 9 instrumentos de vigilancia y control. Año 2018, 2019 y 2021

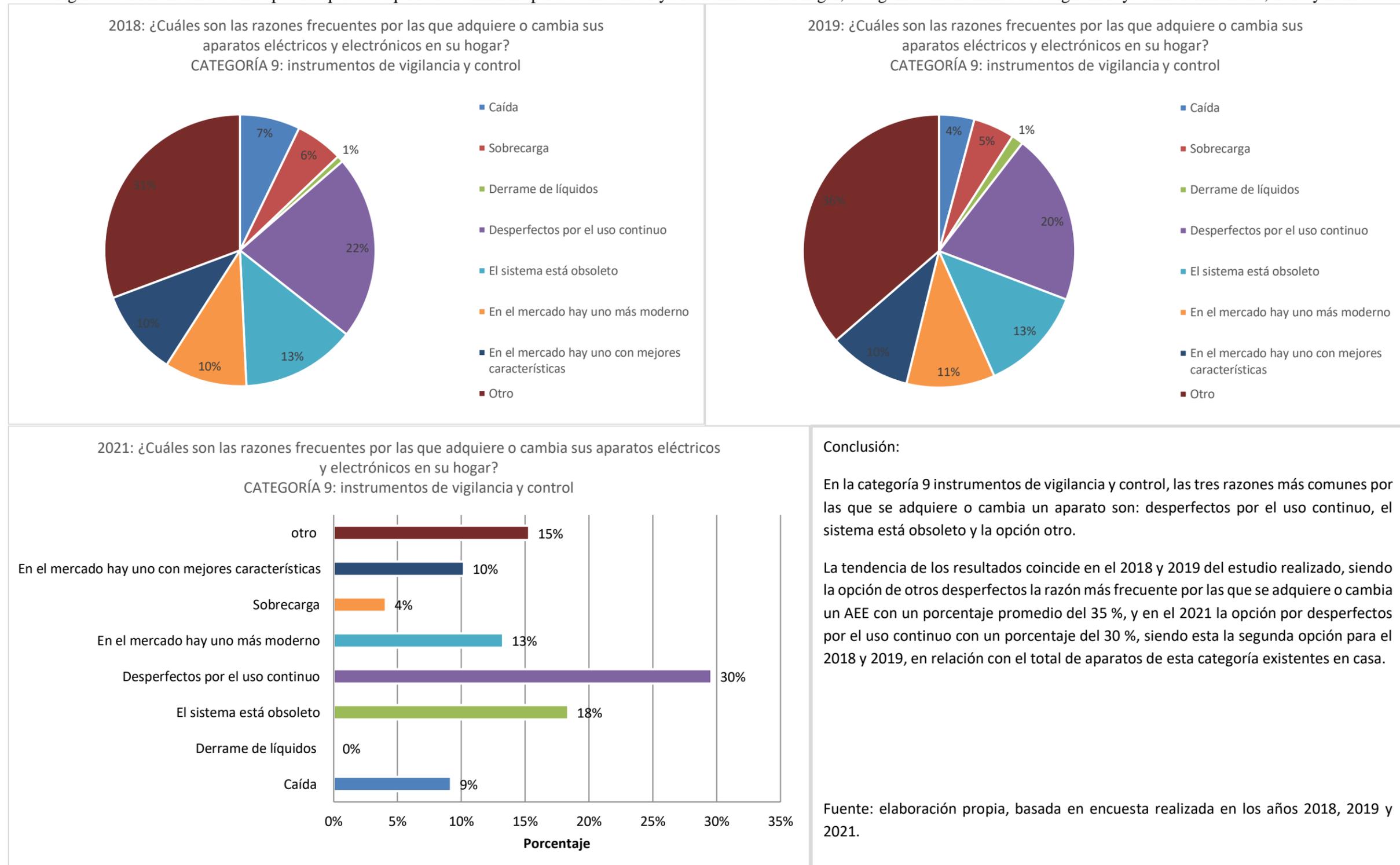
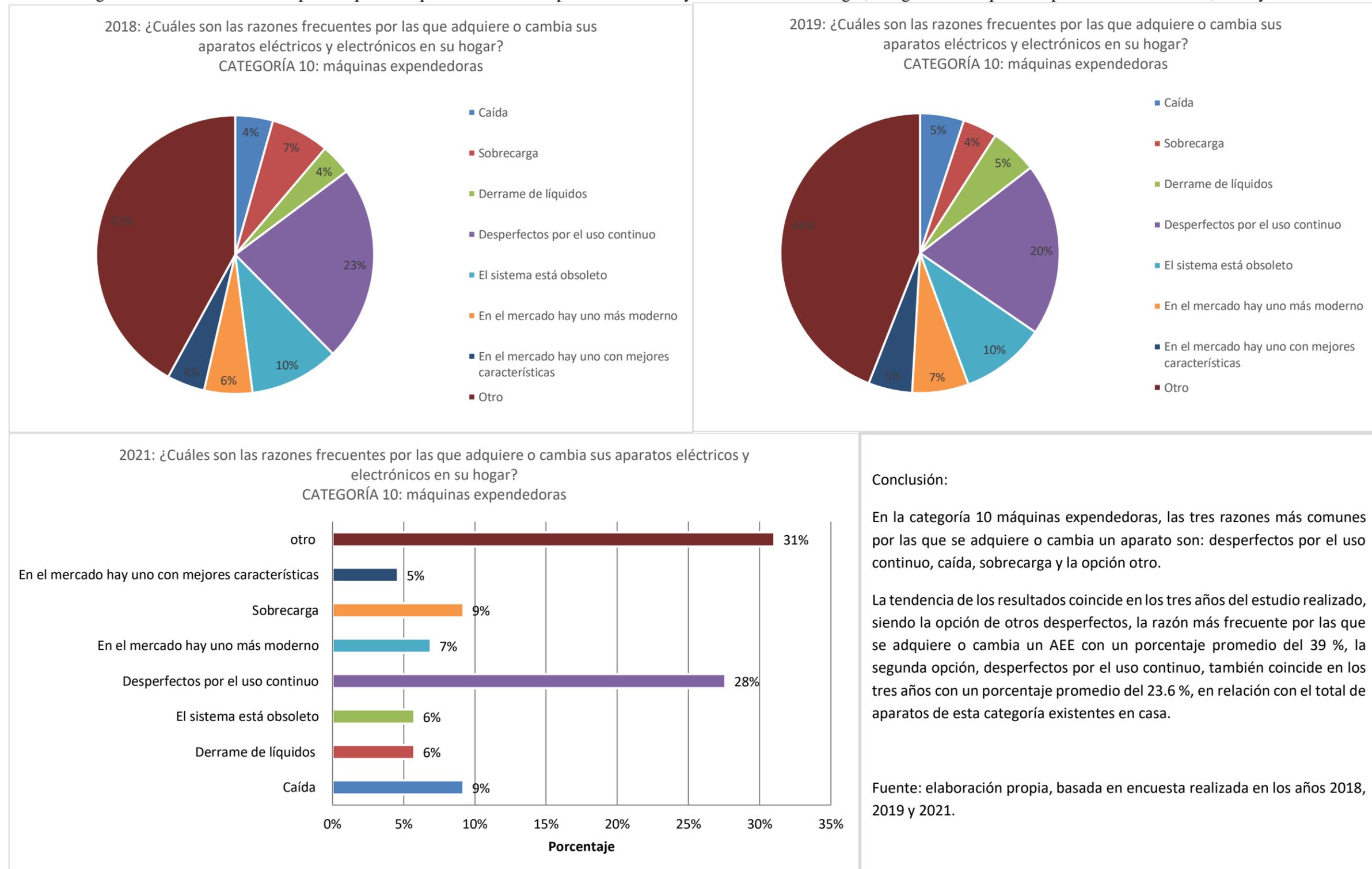


Figura 55: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 10 máquinas expendedoras. Año 2018, 2019 y 2021



4.4. Frecuencia con la que cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico

Figura 56: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 1 grandes electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021

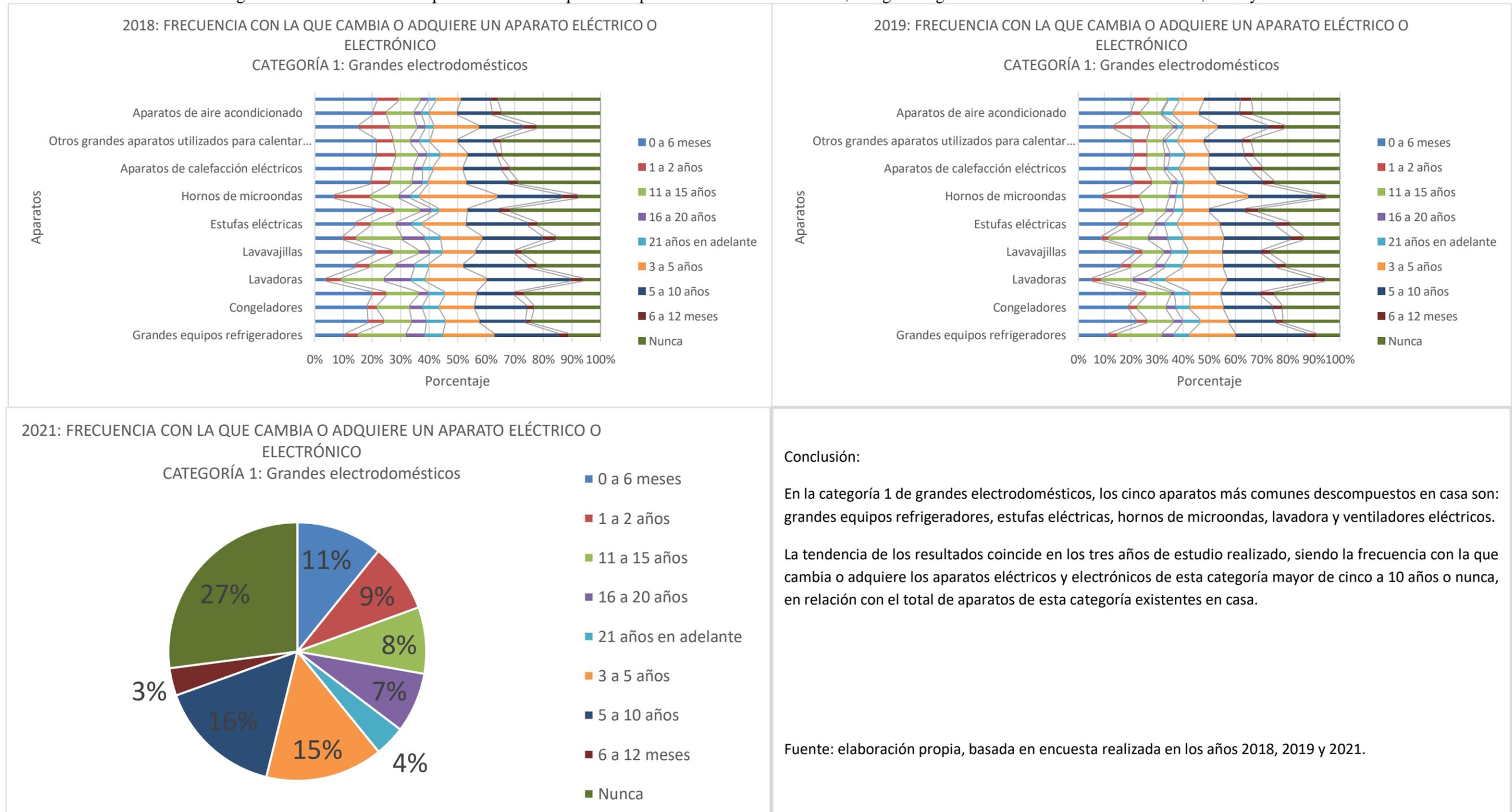


Figura 57: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 2 pequeños electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021

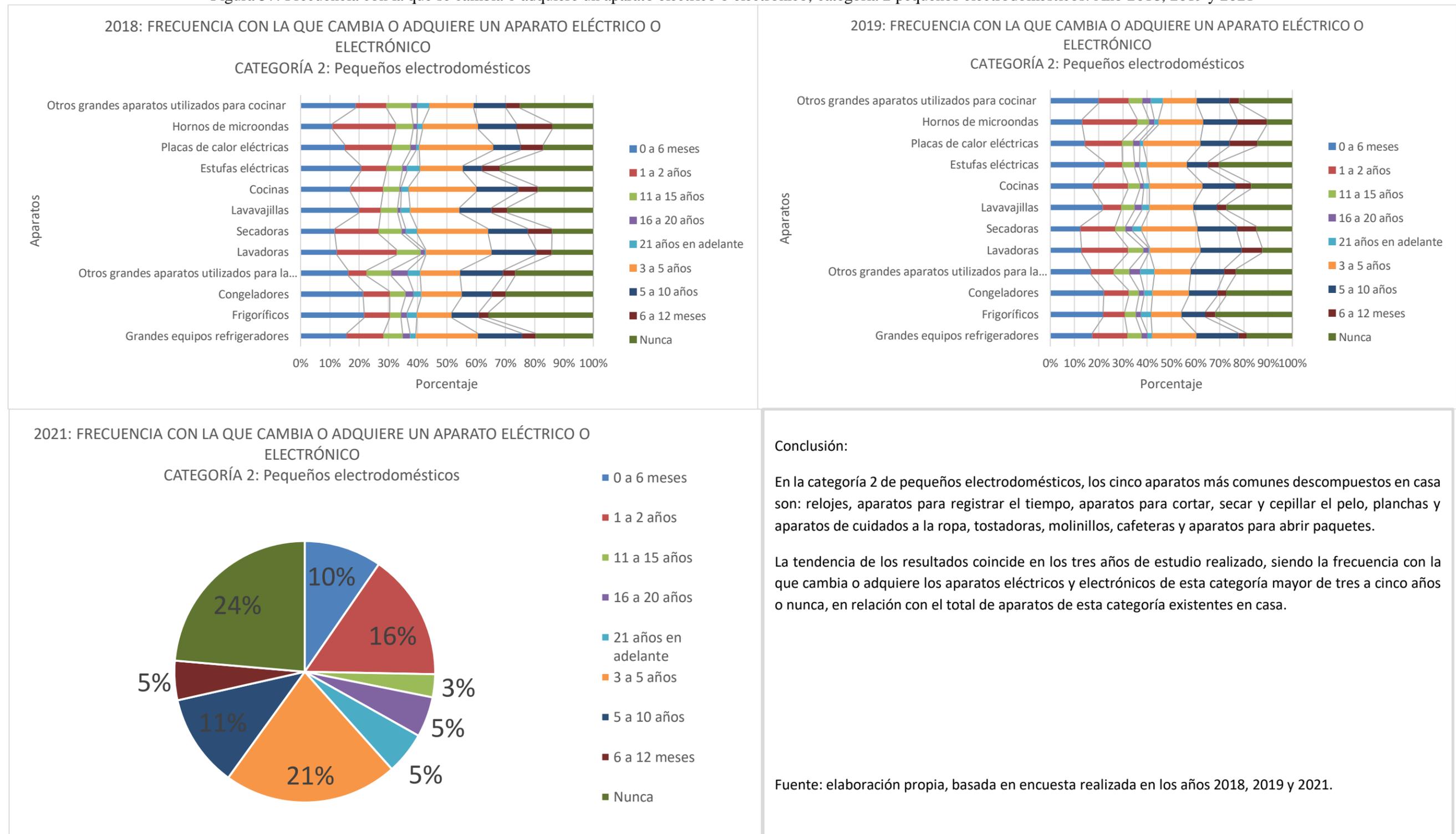


Figura 58: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 3 equipos de informática y telecomunicaciones. Año 2018, 2019 y 2021

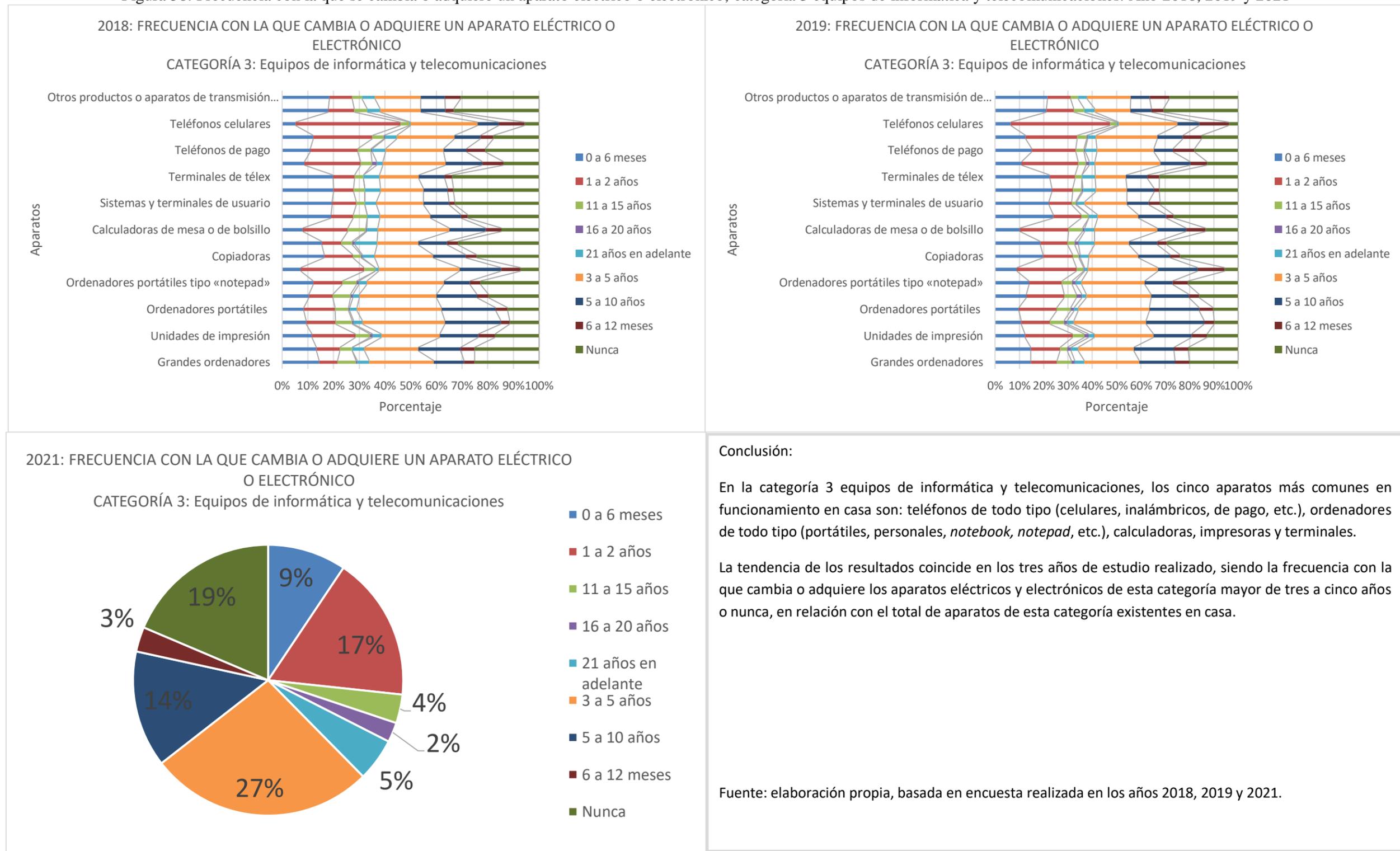


Figura 59: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 4 aparatos electrónicos de consumo. Año 2018, 2019 y 2021

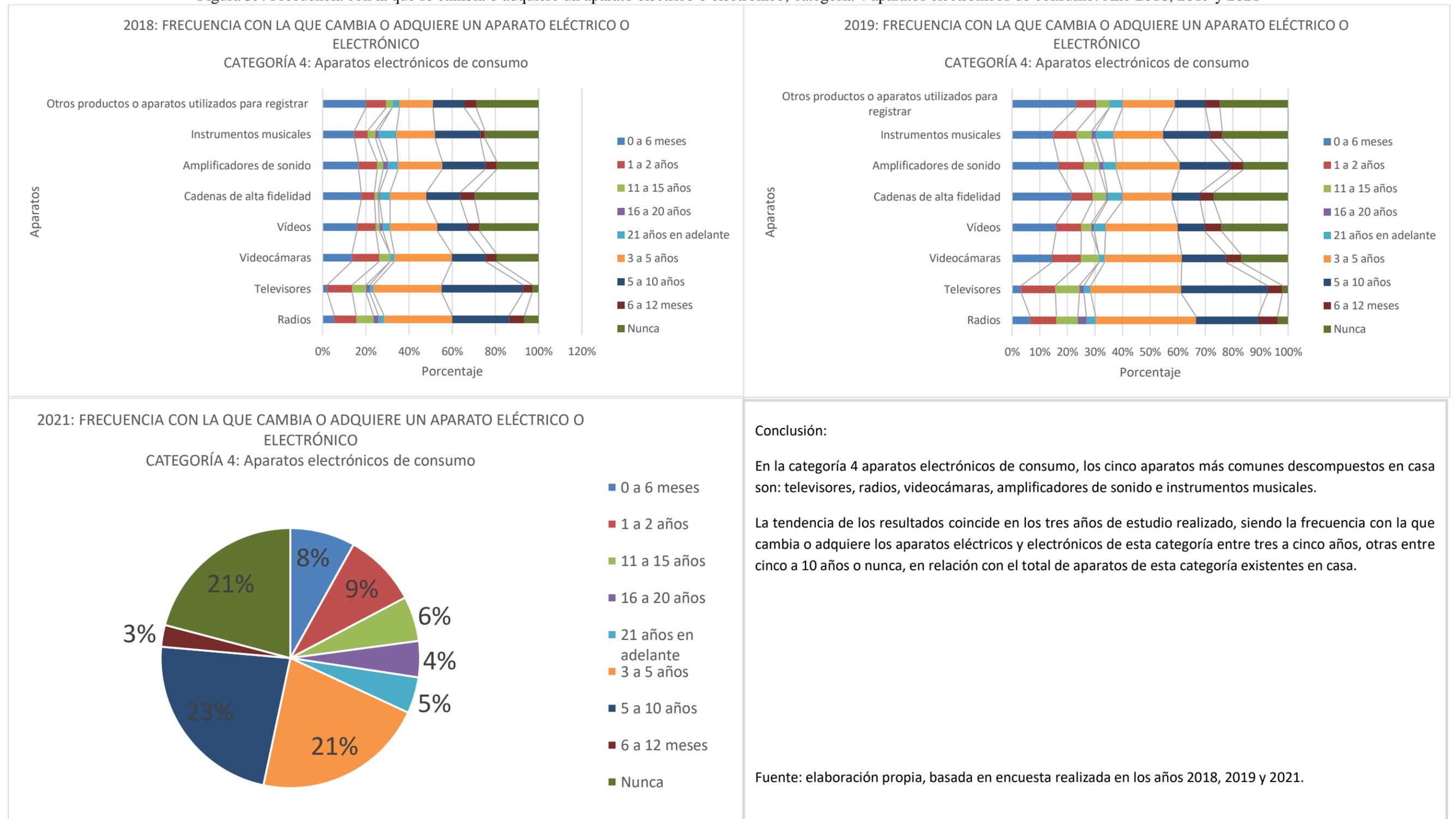


Figura 60: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 5 aparatos de alumbrado. Año 2018, 2019 y 2021

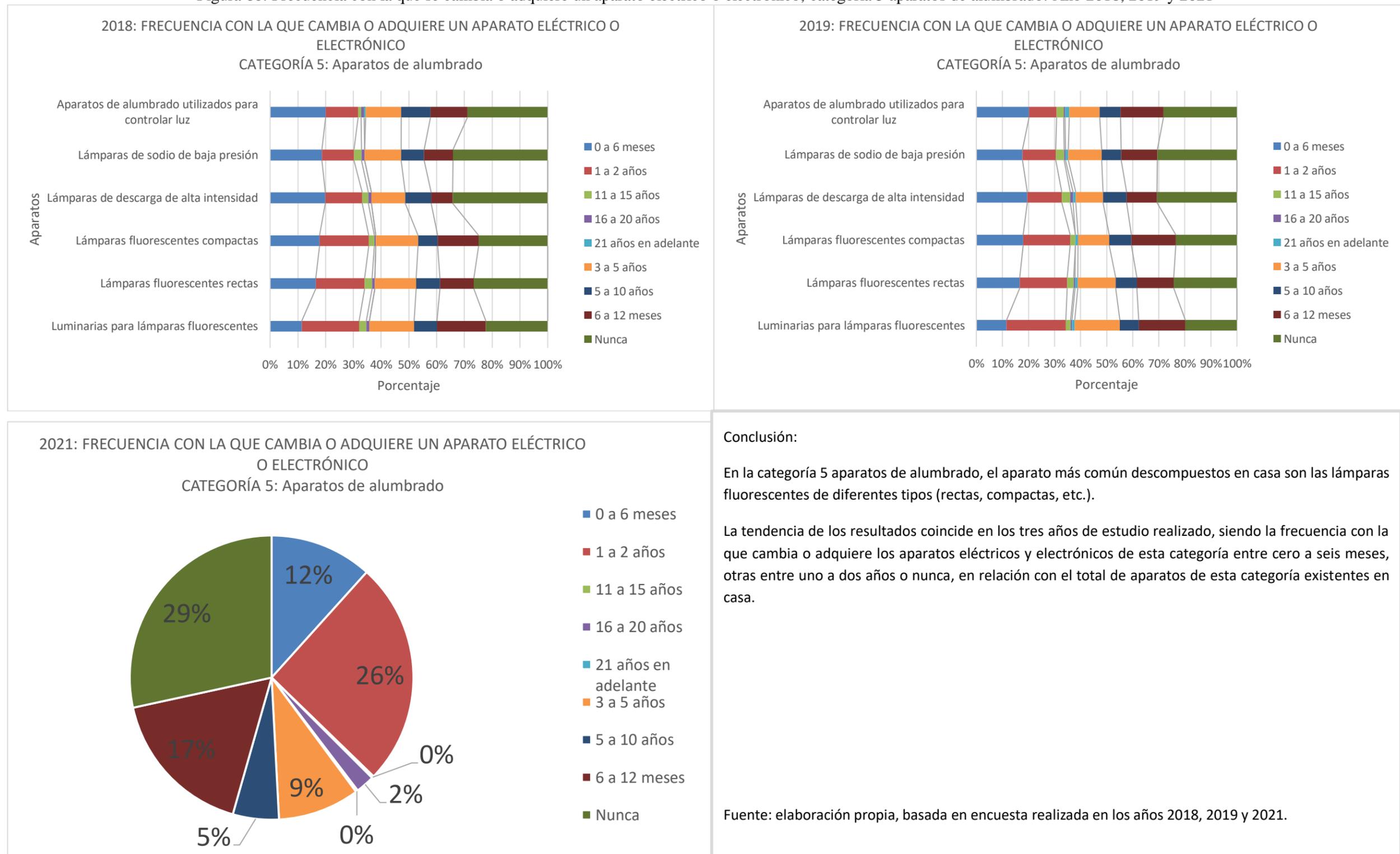


Figura 61: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 6 herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales). Año 2018, 2019 y 2021

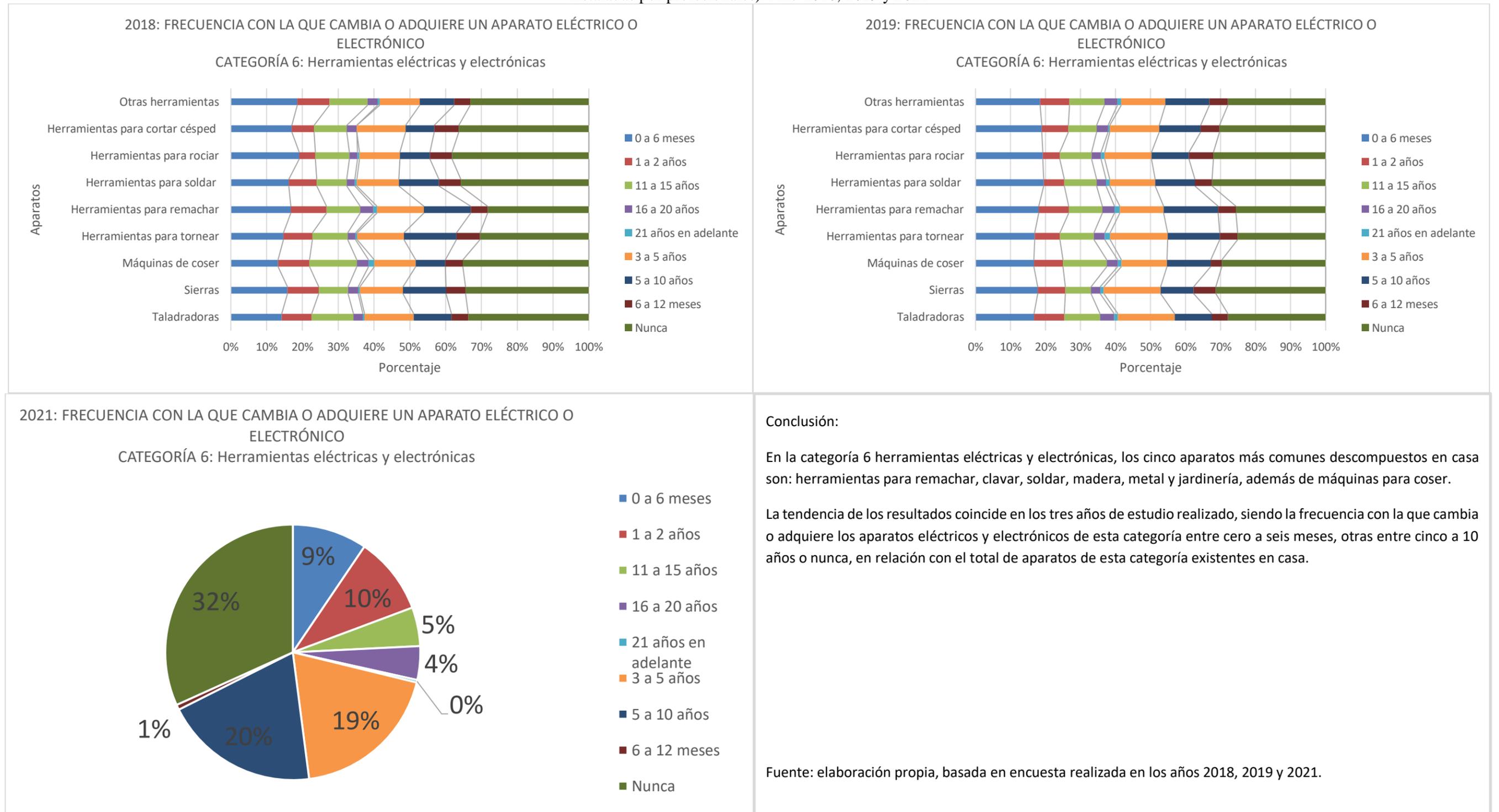


Figura 62: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 7 juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre. Año 2018, 2019 y 2021

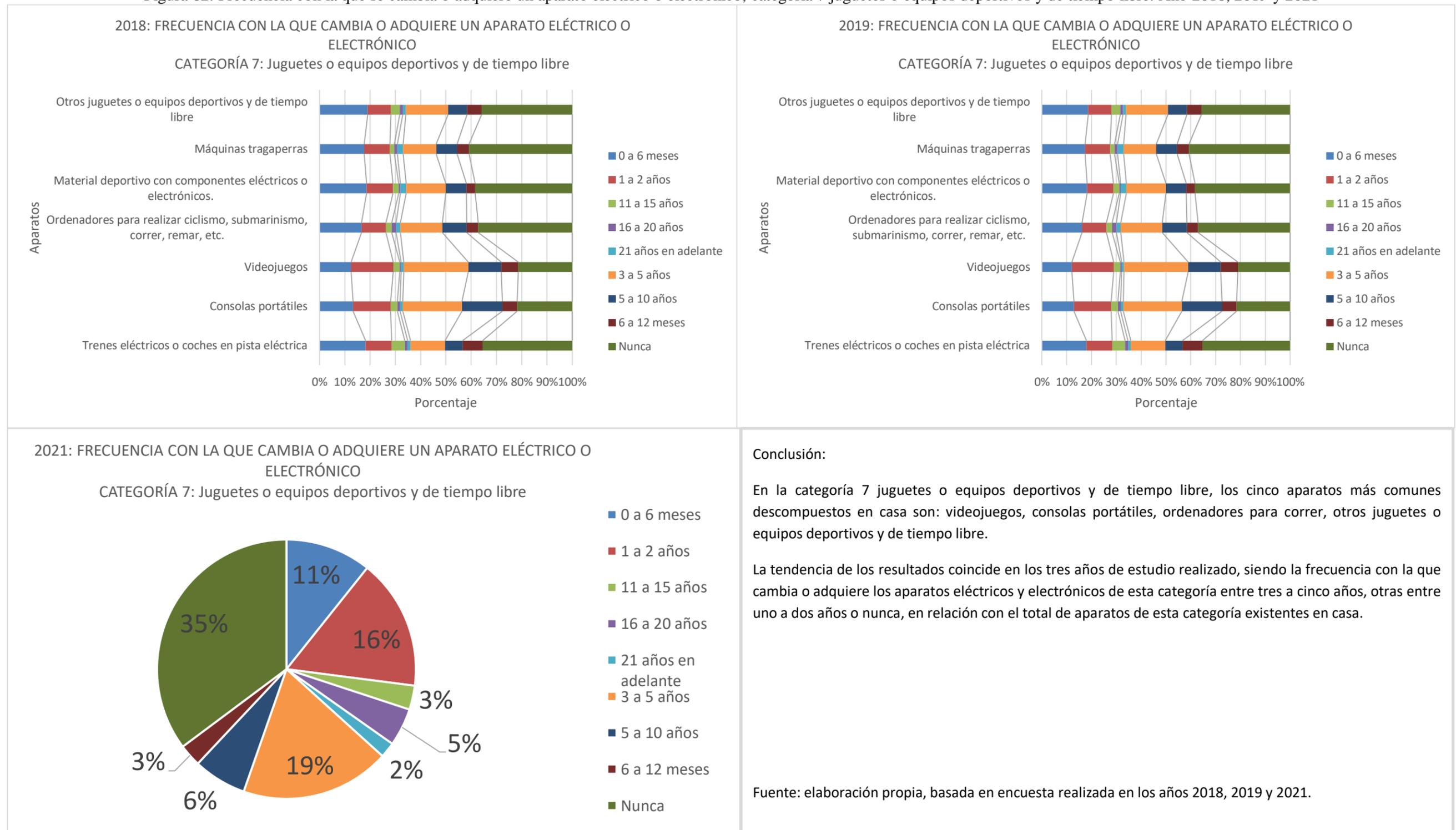


Figura 63: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 8 aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados). Año 2018, 2019 y 2021

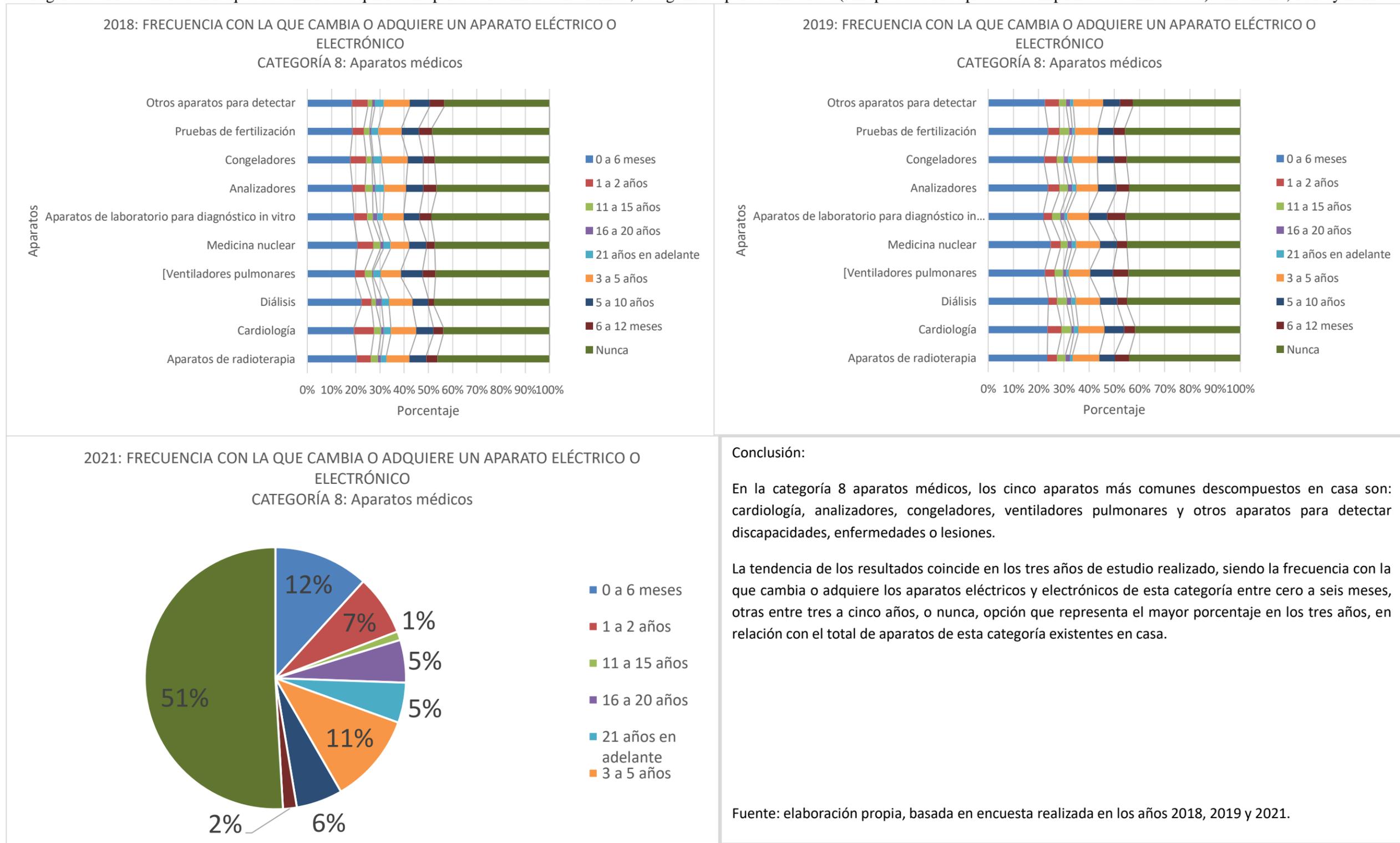


Figura 64: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 9 instrumentos de vigilancia y control. Año 2018, 2019 y 2021

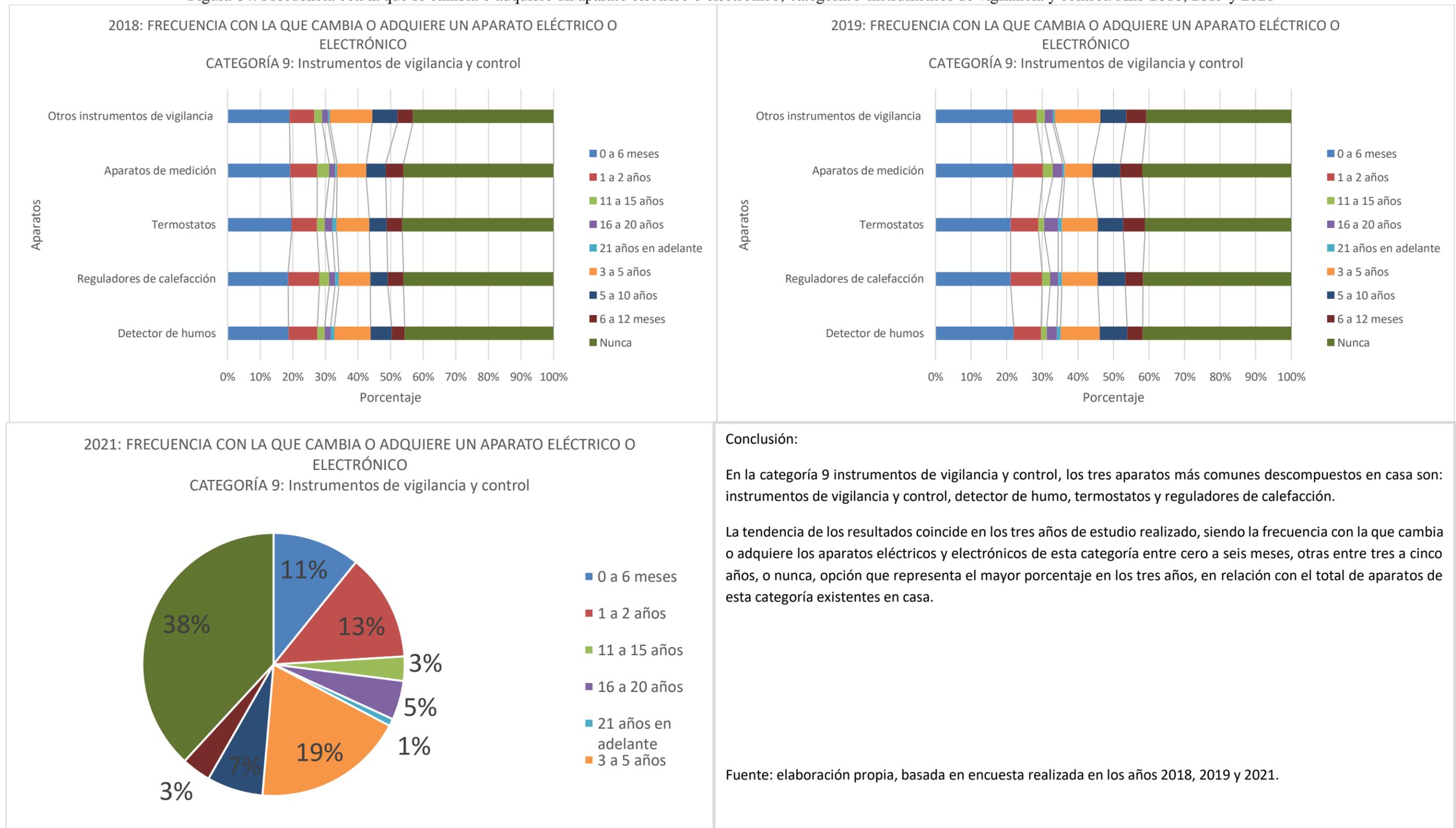
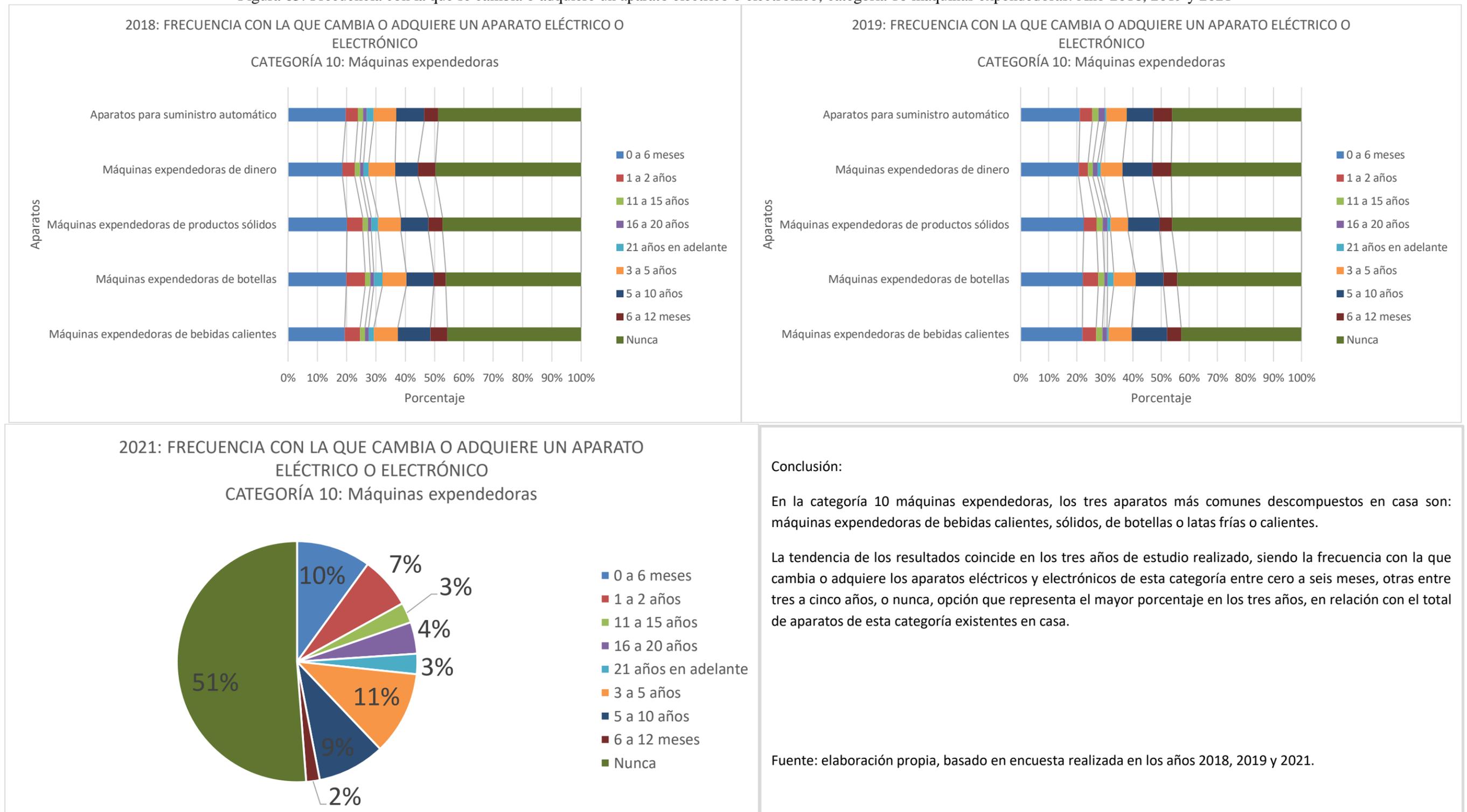
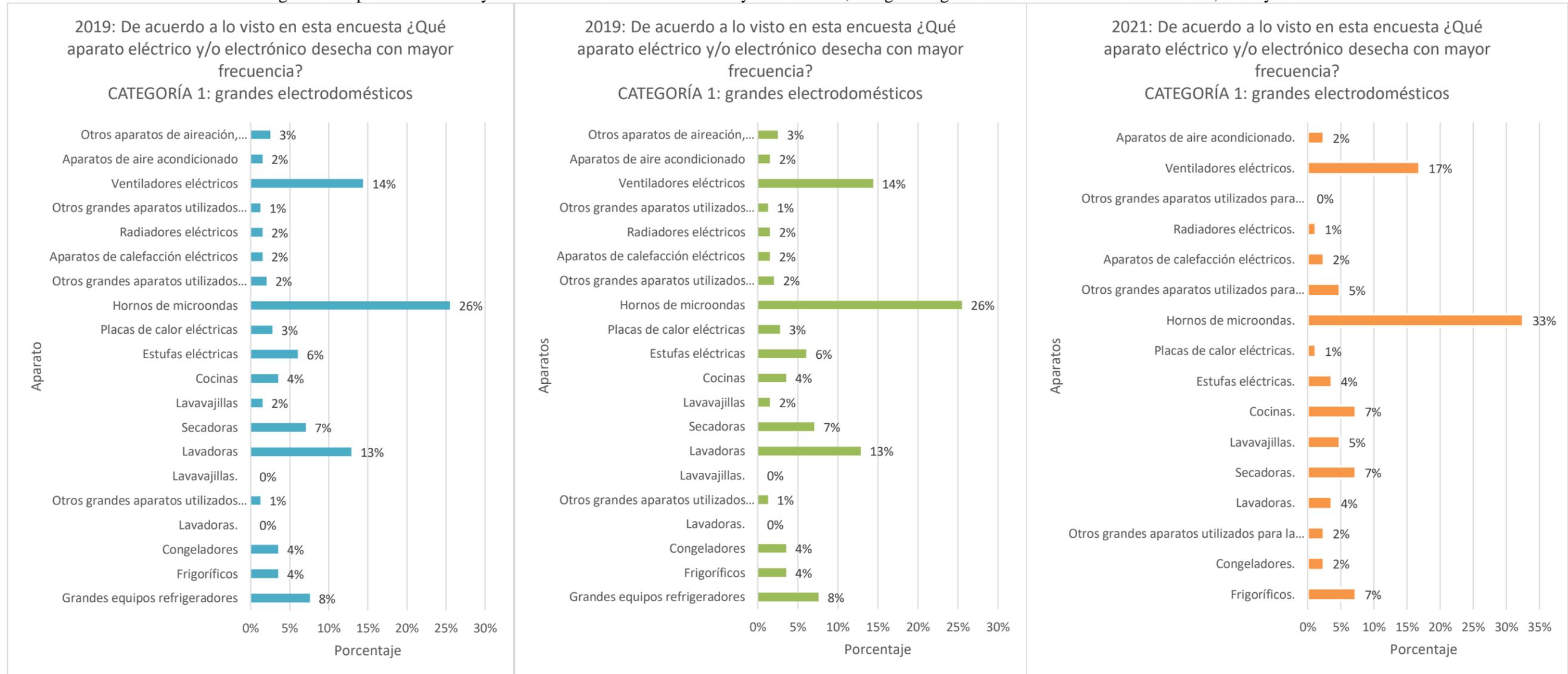


Figura 65: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 10 máquinas expendedoras. Año 2018, 2019 y 2021



4.5. De acuerdo con lo visto en esta encuesta ¿Qué aparato eléctrico y/o electrónicos desecha con mayor frecuencia?

Figura 66: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 1 grandes electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021

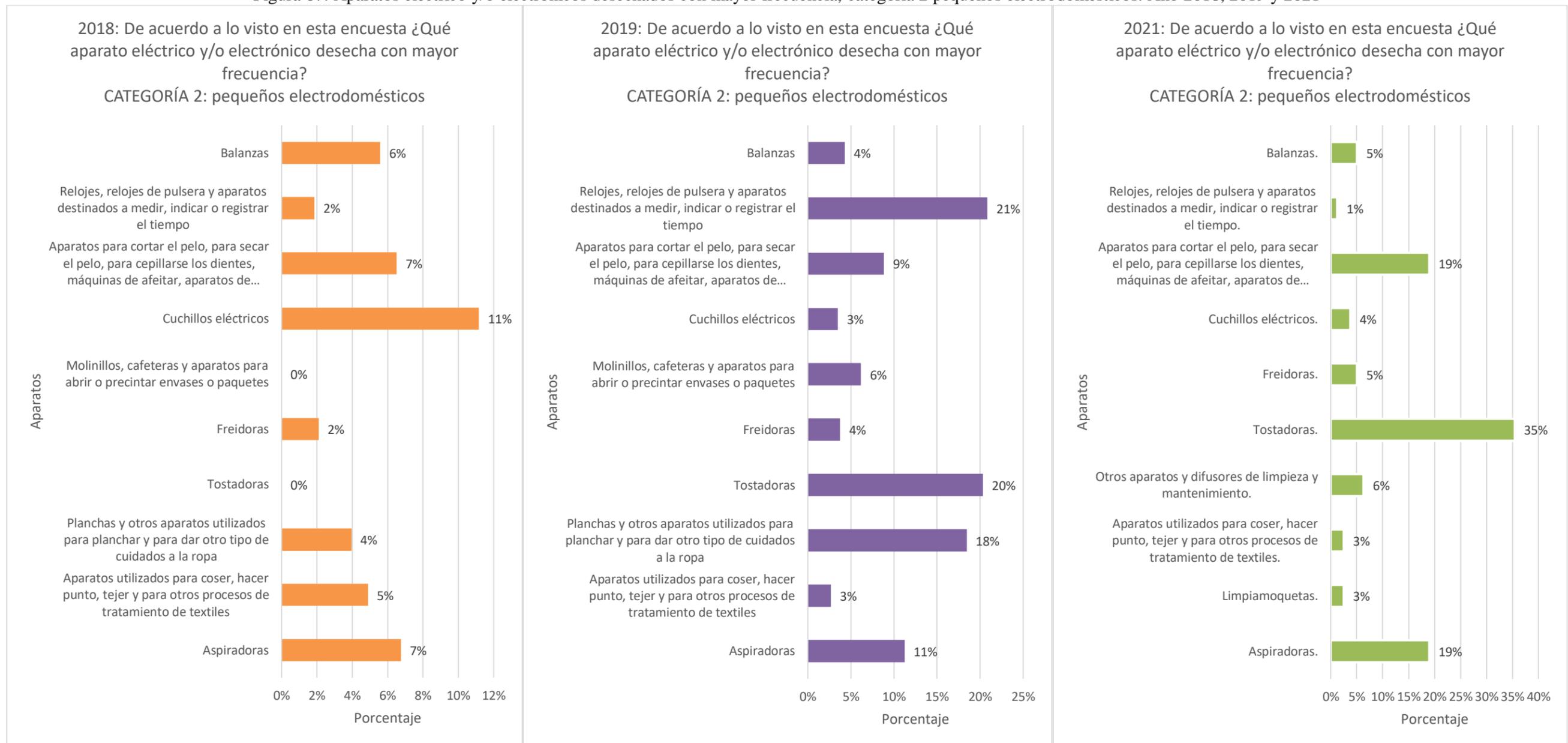


Conclusión:

En la categoría 1 de grandes electrodomésticos, los aparatos desechados con mayor frecuencia son: grandes equipos refrigeradores, estufas eléctricas, hornos de microondas, lavadoras y ventiladores eléctricos. La tendencia de los resultados coincide en los tres años de estudio realizado, siendo los microondas los aparatos desechados con mayor frecuencia con un porcentaje promedio del 28.3 %, en relación con el total de aparatos de esta categoría existentes en casa.

Fuente: elaboración propia, basada en encuesta realizada en los años 2018, 2019 y 2021.

Figura 67: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 2 pequeños electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021

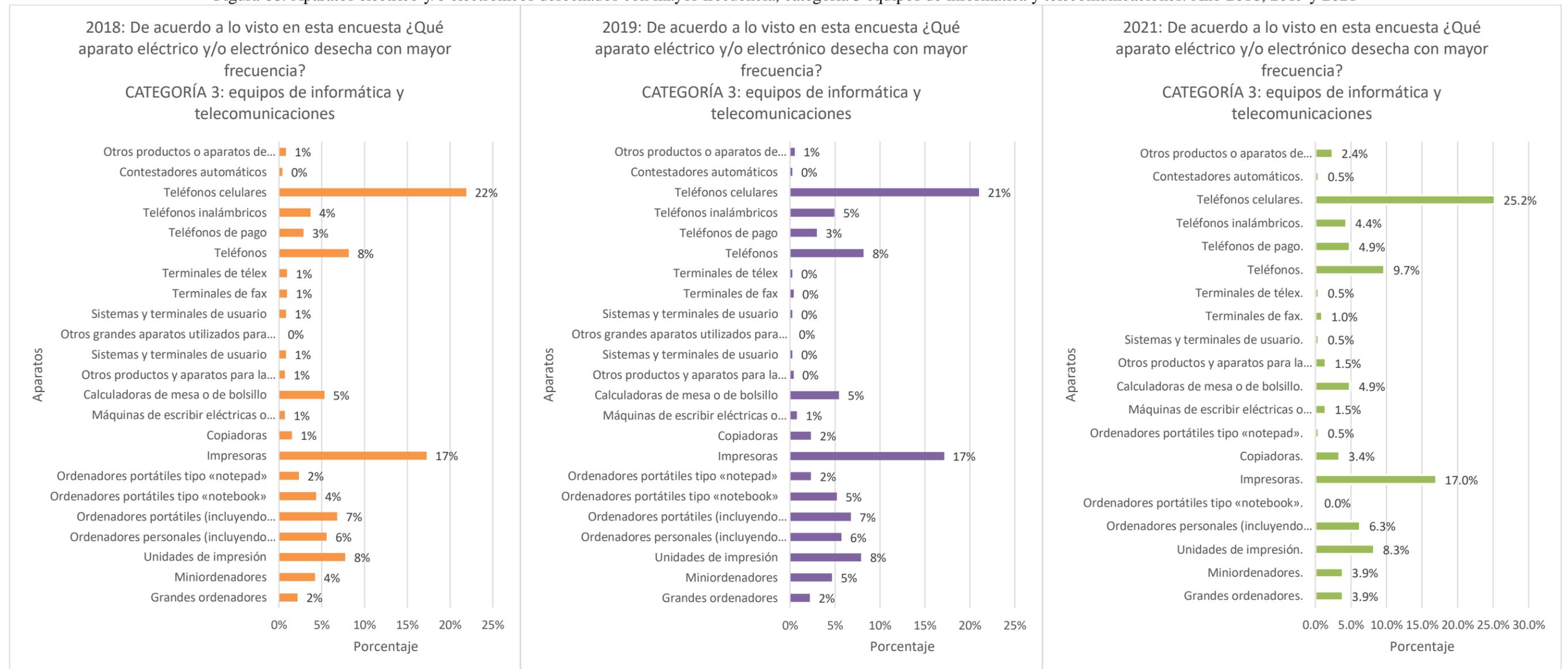


**Conclusión:**

En la categoría 2 de pequeños electrodomésticos, los aparatos desechados con mayor frecuencia son: relojes, aparatos para registrar el tiempo, aparatos para cortar, secar y cepillar el pelo, planchas y aparatos de cuidados a la ropa, tostadoras, cuchillos eléctricos y aspiradoras. La tendencia de los resultados difiere en los tres años de estudio realizado, siendo los cuchillos eléctricos, los relojes y aparatos para registrar el tiempo y la tostadora, los aparatos desechados con mayor frecuencia con porcentajes promedio del 11 %, 21 % y 35 % respectivamente, en relación con el total de aparatos de esta categoría existentes en casa.

Fuente: elaboración propia, basados en encuesta realizada en los años 2018, 2019 y 2021.

Figura 68: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 3 equipos de informática y telecomunicaciones. Año 2018, 2019 y 2021

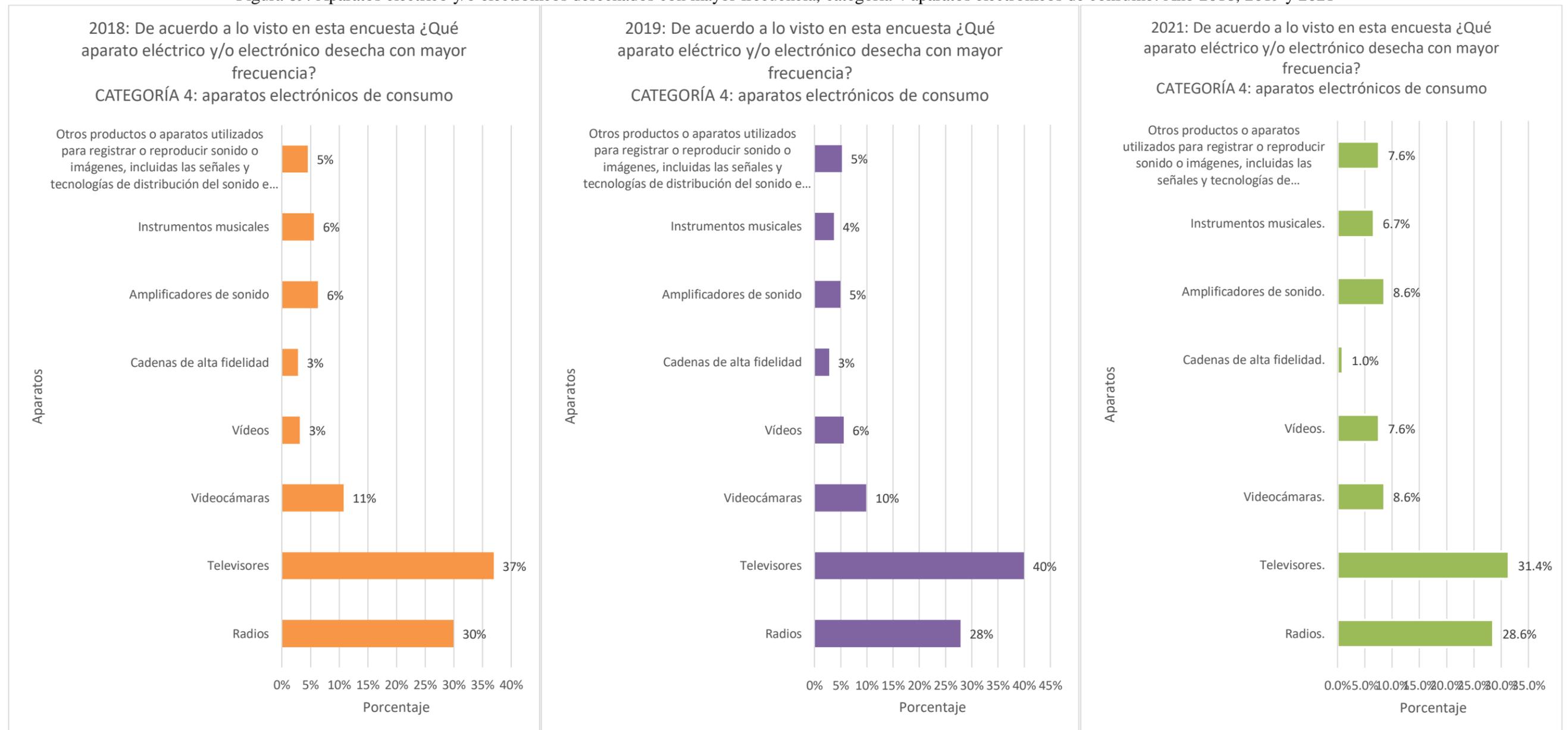


**Conclusión:**

En la categoría 3 equipos de informática y telecomunicaciones, los aparatos desechados con mayor frecuencia son: teléfonos de todo tipo (celulares, inalámbricos, de pago, etc.), ordenadores de todo tipo (portátiles, personales, *notebook*, *notepad*, etc.) e impresoras. La tendencia de los resultados difiere en los tres años de estudio realizado, siendo los teléfonos celulares y las impresoras, los aparatos desechados con mayor frecuencia con un porcentaje promedio del 22.7 %, en relación con el total de aparatos de esta categoría existentes en casa.

Fuente: elaboración propia, basado en encuesta realizada en los años 2018, 2019 y 2021.

Figura 69: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 4 aparatos electrónicos de consumo. Año 2018, 2019 y 2021

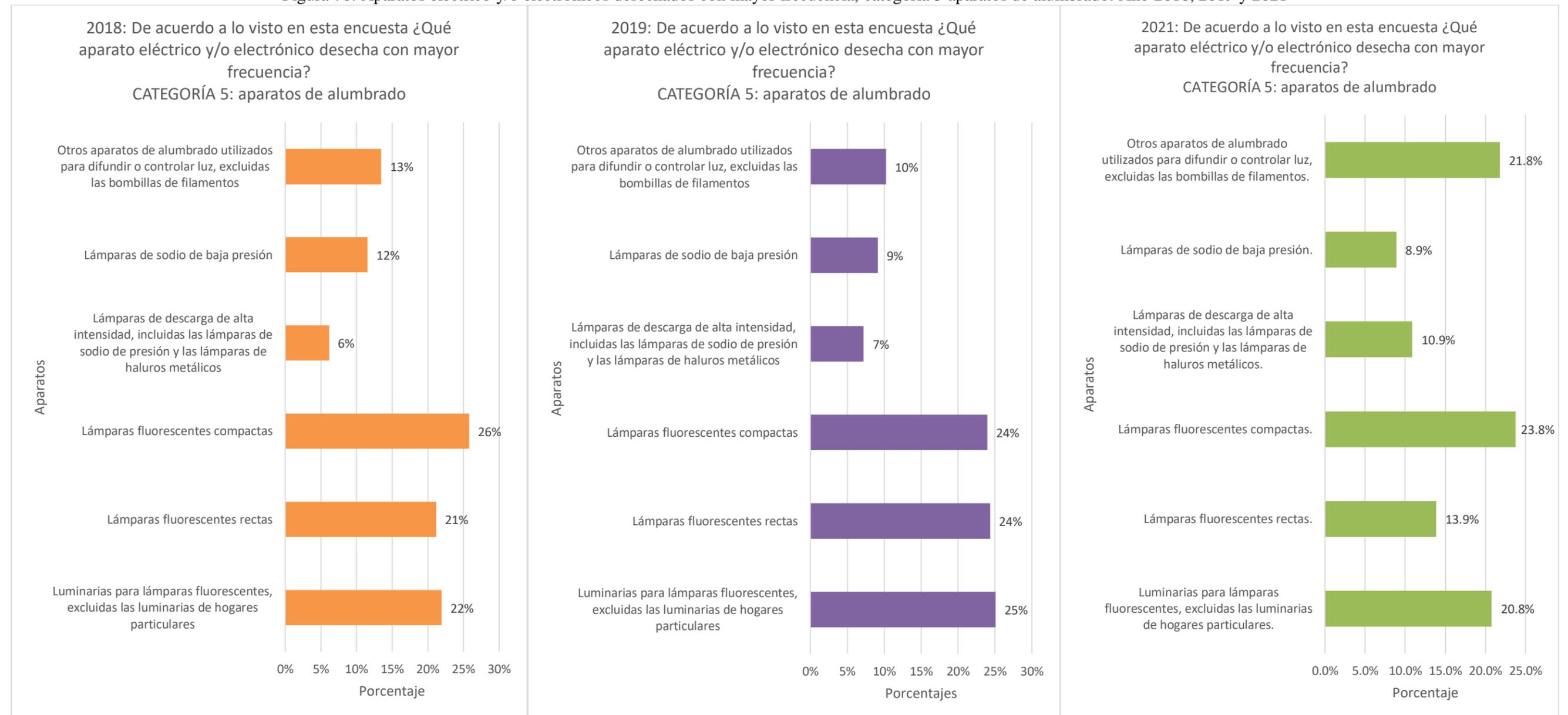


**Conclusión:**

En la categoría 4 aparatos electrónicos de consumo, los aparatos desechados con mayor frecuencia son: televisores, radios y videocámaras. La tendencia de los resultados coincide en los tres años de estudio realizado, siendo los televisores los aparatos desechados con mayor frecuencia con un porcentaje promedio del 36 %, en relación con el total de aparatos de esta categoría existentes en casa.

Fuente: elaboración propia, basado en encuesta realizada en los años 2018, 2019 y 2021.

Figura 70: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 5 aparatos de alumbrado. Año 2018, 2019 y 2021

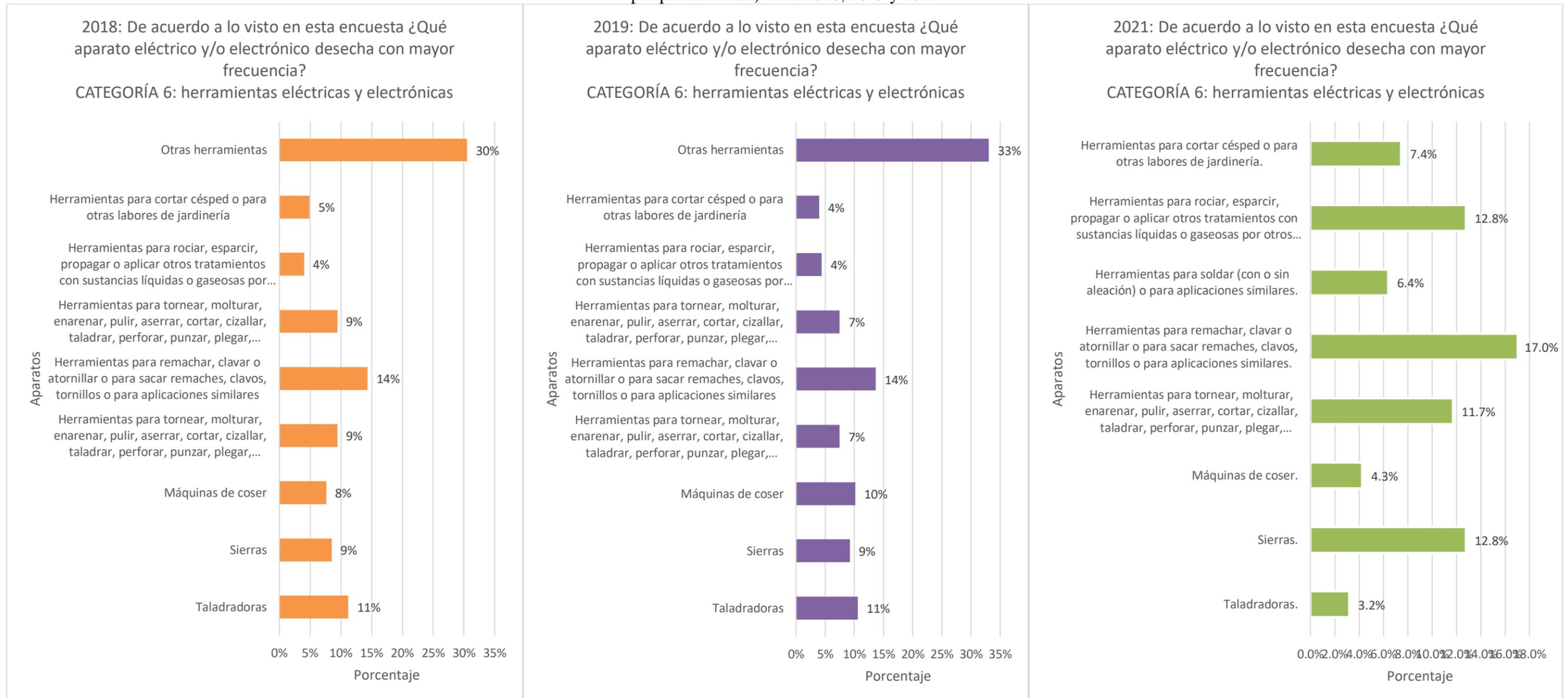


**Conclusión:**

En la categoría 5 aparatos de alumbrado, los aparatos desechados con mayor frecuencia son; las lámparas fluorescentes (rectas y compactas) y sus luminarias. La tendencia de los resultados coincide en los tres años de estudio realizado, siendo las lámparas fluorescentes compactas y sus luminarias los aparatos desechados con mayor frecuencia con un porcentaje promedio del 23.7 %, en relación con el total de aparatos de esta categoría existentes en casa.

Fuente: elaboración propia, basada en encuesta realizada en los años 2018, 2019 y 2021.

Figura 71: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 6 herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales). Año 2018, 2019 y 2021

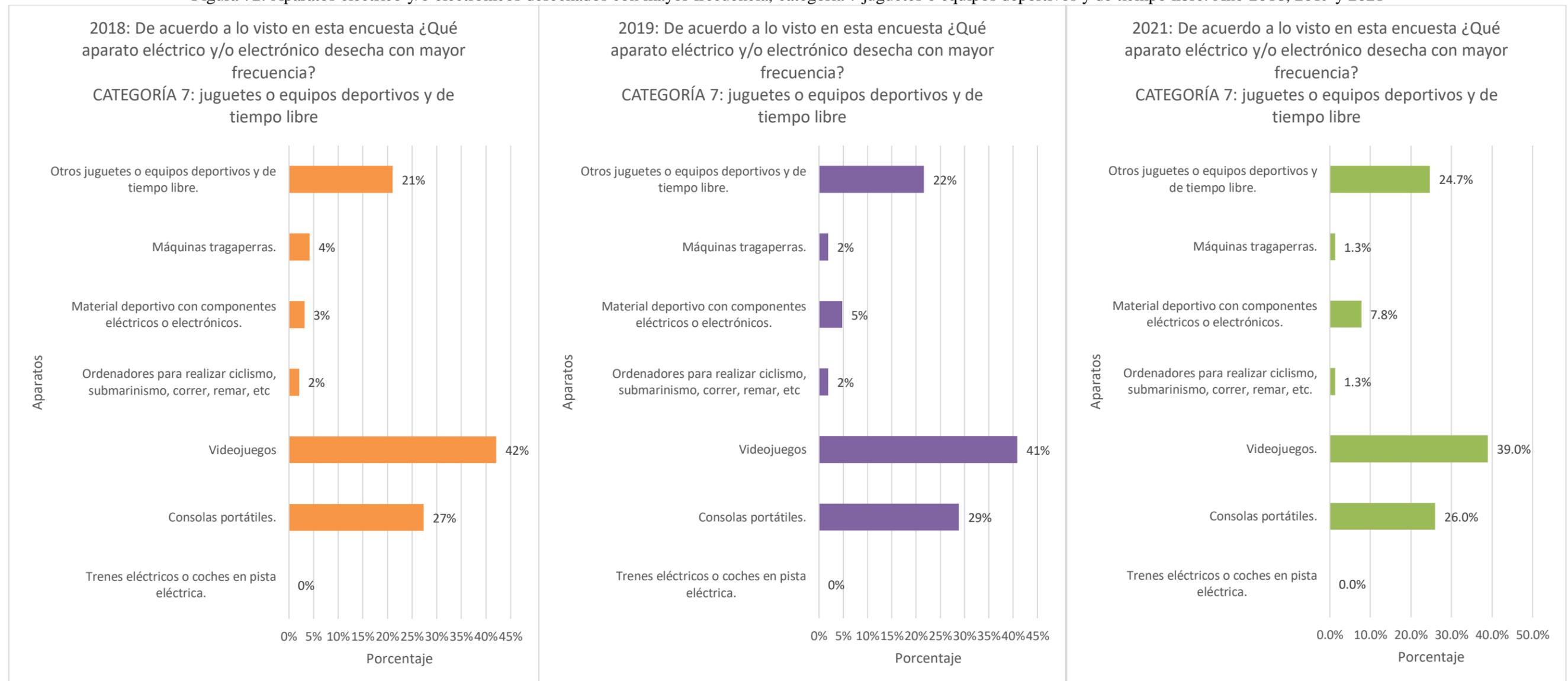


**Conclusión:**

En la categoría 6 herramientas eléctricas y electrónicas, los aparatos desechados con mayor frecuencia son: herramientas para remachar, clavar, soldar y atornillar; además de la opción de otras herramientas no enlistadas. La tendencia de los resultados coincide en los tres años de estudio realizado, siendo las herramientas para remachar, clavar y otras; los aparatos desechados con mayor frecuencia con un porcentaje promedio del 18 %, en relación con el total de aparatos de esta categoría existentes en casa.

Fuente: elaboración propia, basada en encuesta realizada en los años 2018, 2019 y 2021.

Figura 72: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 7 juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre. Año 2018, 2019 y 2021

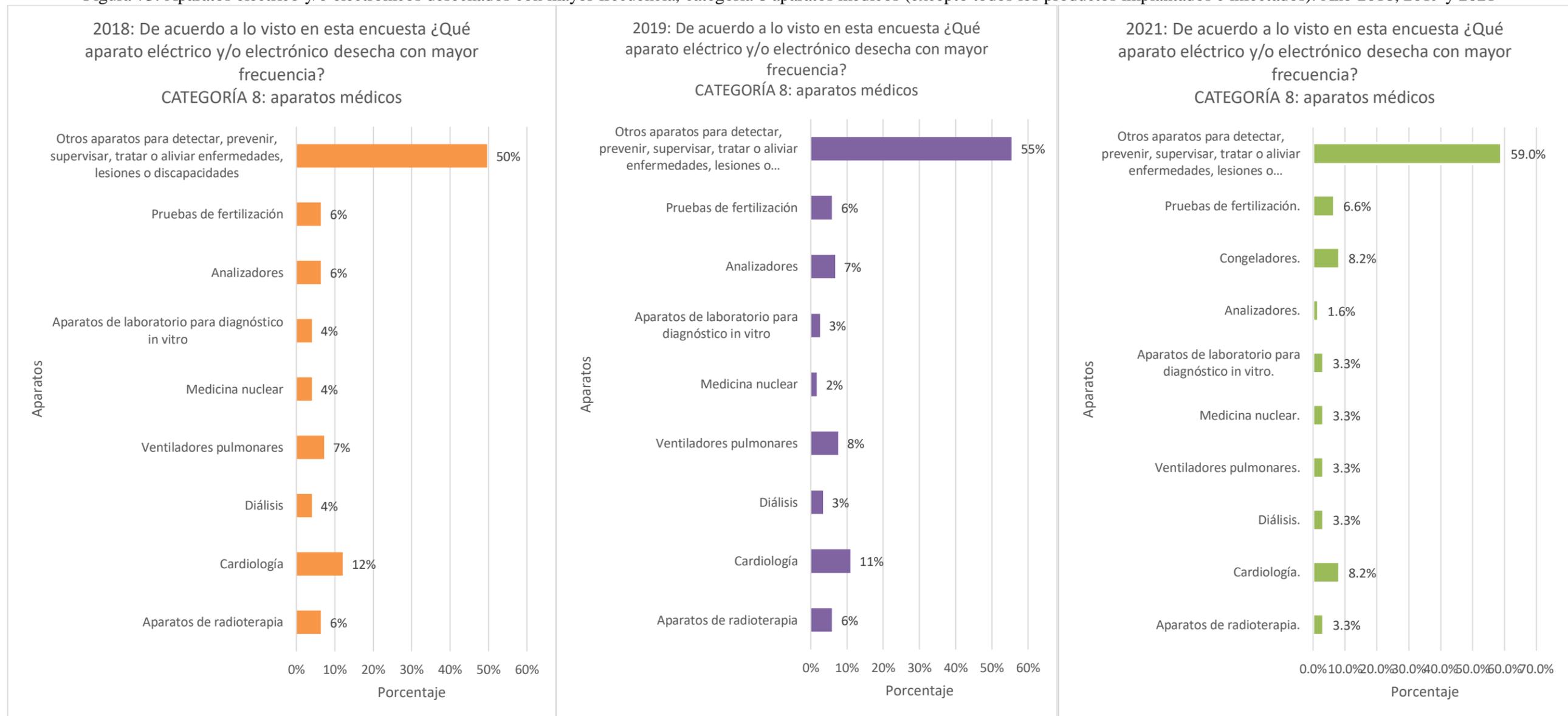


**Conclusión:**

En la categoría 7 juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre, los aparatos desechados con mayor frecuencia son: videojuegos, consolas portátiles y otros juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre. La tendencia de los resultados coincide en los tres años de estudio realizado, siendo los videojuegos, los aparatos desechados con mayor frecuencia con un porcentaje promedio del 40.7 %, en relación con el total de aparatos de esta categoría existentes en casa.

Fuente: elaboración propia, basado en encuesta realizada en los años 2018, 2019 y 2021.

Figura 73: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 8 aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados). Año 2018, 2019 y 2021

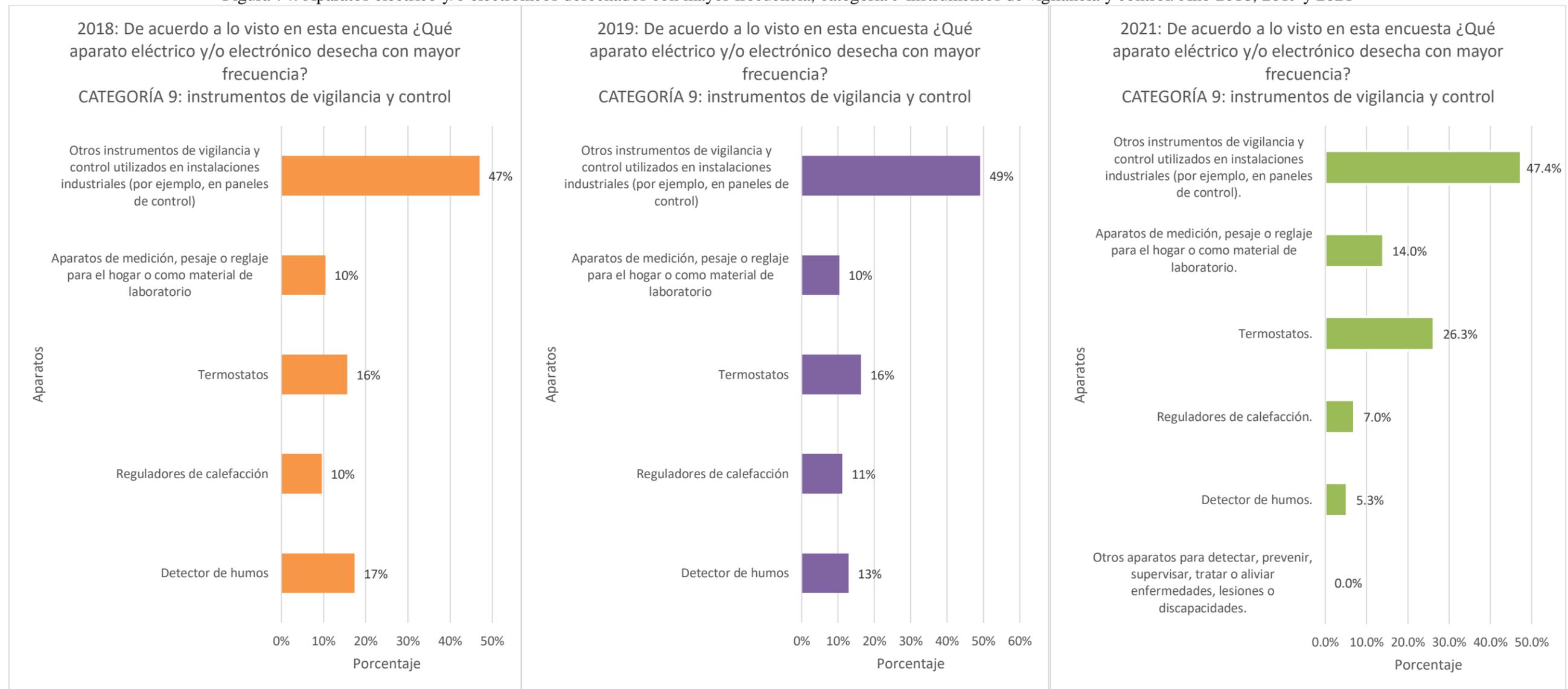


**Conclusión:**

En la categoría 8 aparatos médicos, los aparatos desechados con mayor frecuencia son: otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades. La tendencia de los resultados coincide en los tres años de estudio realizado, siendo los aparatos desechados con mayor frecuencia con un porcentaje promedio del 54.7 %, en relación con el total de aparatos de esta categoría existentes en casa.

Fuente: elaboración propia, basado en encuesta realizada en los años 2018, 2019 y 2021.

Figura 74: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 9 instrumentos de vigilancia y control. Año 2018, 2019 y 2021

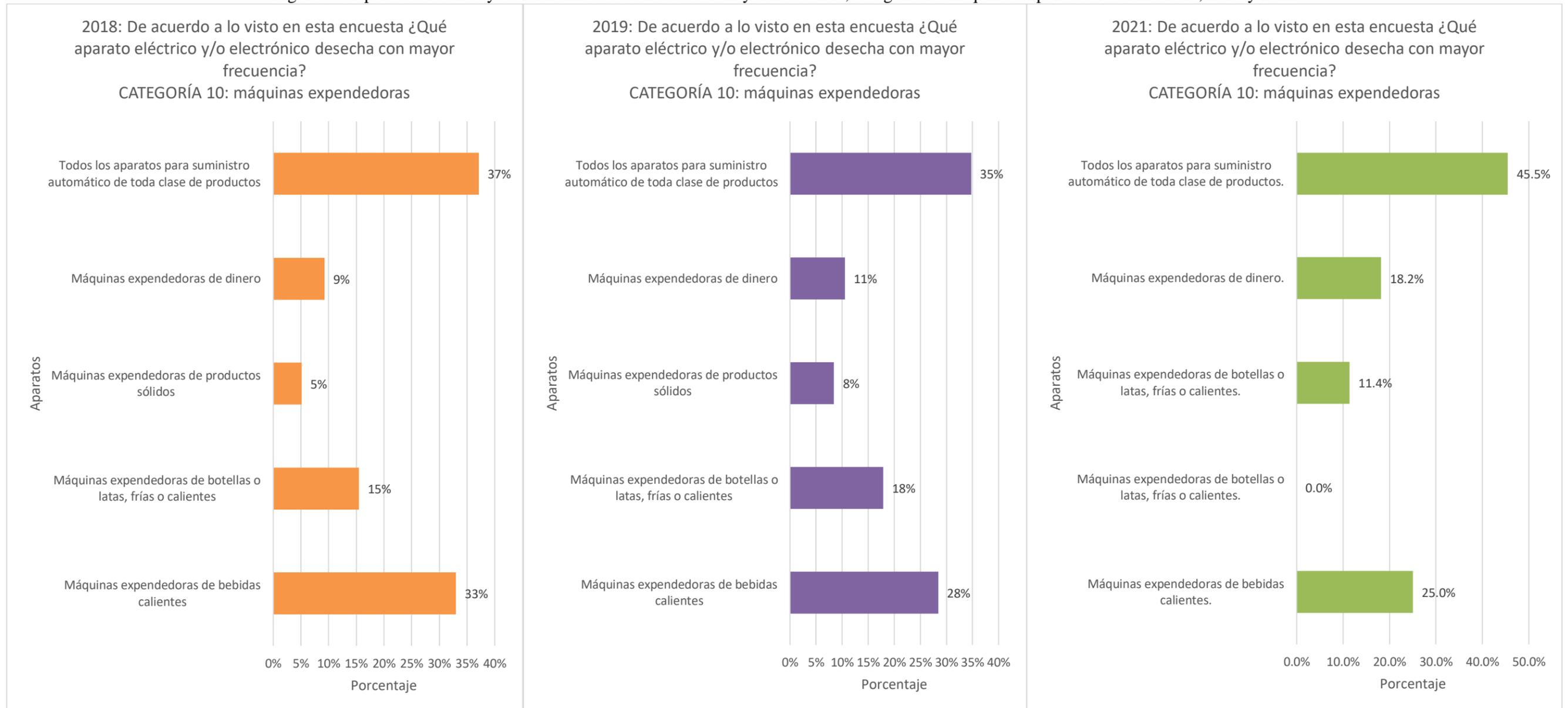


**Conclusión:**

En la categoría 9 instrumentos de vigilancia y control, los aparatos desechados con mayor frecuencia son: otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control). La tendencia de los resultados coincide en los tres años de estudio realizado, siendo otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales los aparatos desechados con mayor frecuencia con un porcentaje promedio del 32 %, en relación con el total de aparatos de esta categoría existentes en casa.

Fuente: elaboración propia, basado en encuesta realizada en los años 2018, 2019 y 2021.

Figura 75: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 10 máquinas expendedoras. Año 2018, 2019 y 2021



**Conclusión:**

En la categoría 10 máquinas expendedoras, los aparatos desechados con mayor frecuencia son: máquinas expendedoras de bebidas calientes y todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos. La tendencia de los resultados coincide en los tres años de estudio realizado, siendo todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos los aparatos desechados con mayor frecuencia con un porcentaje promedio del 39.3 %, en relación con el total de aparatos de esta categoría existentes en casa.

Fuente: elaboración propia, basada en encuesta realizada en los años 2018, 2019 y 2021.

4.6. Generación de RAEE

Figura 76: ¿Contrata algún servicio especial para la gestión de sus RAEE?

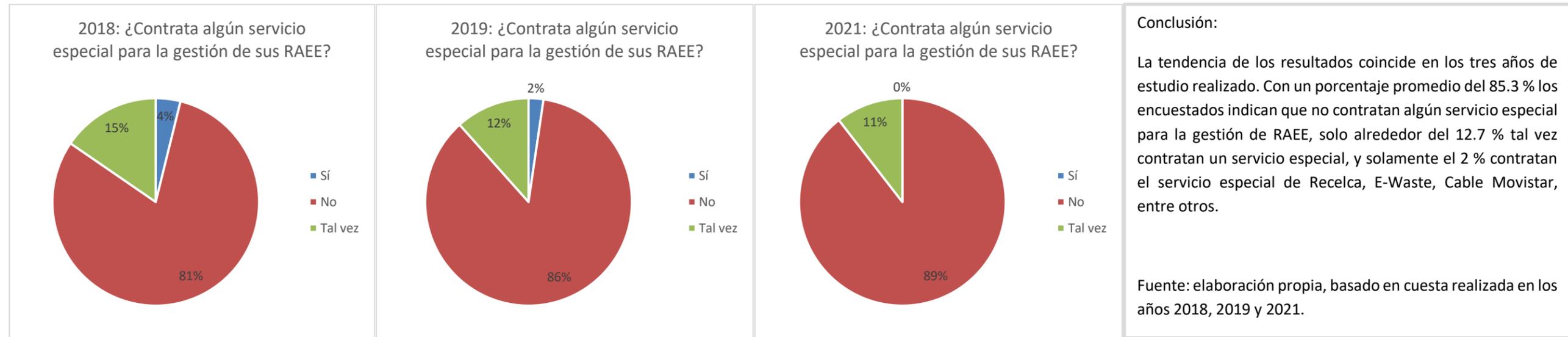


Figura 77: ¿Utiliza la infraestructura municipal para la gestión de sus RAEE?

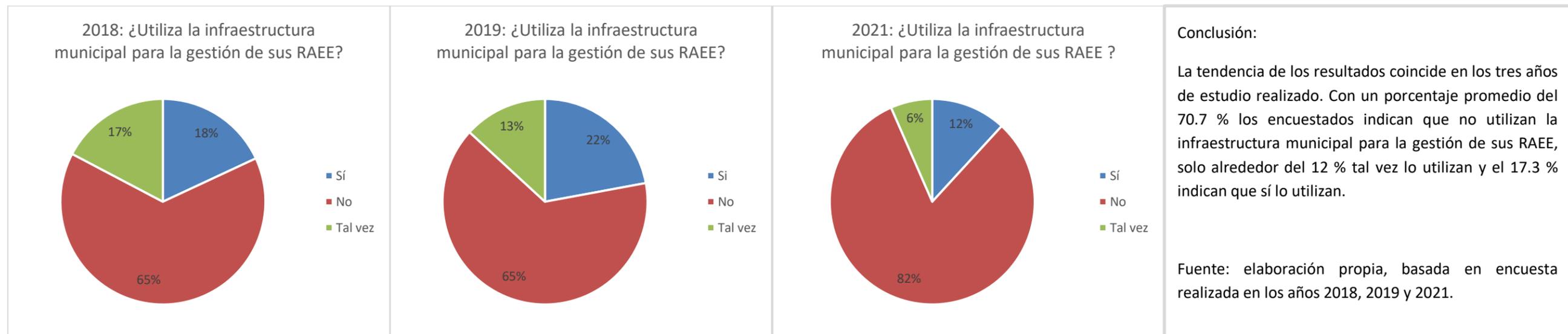


Figura 78: ¿Utiliza chatarreros para la gestión de sus RAEE?

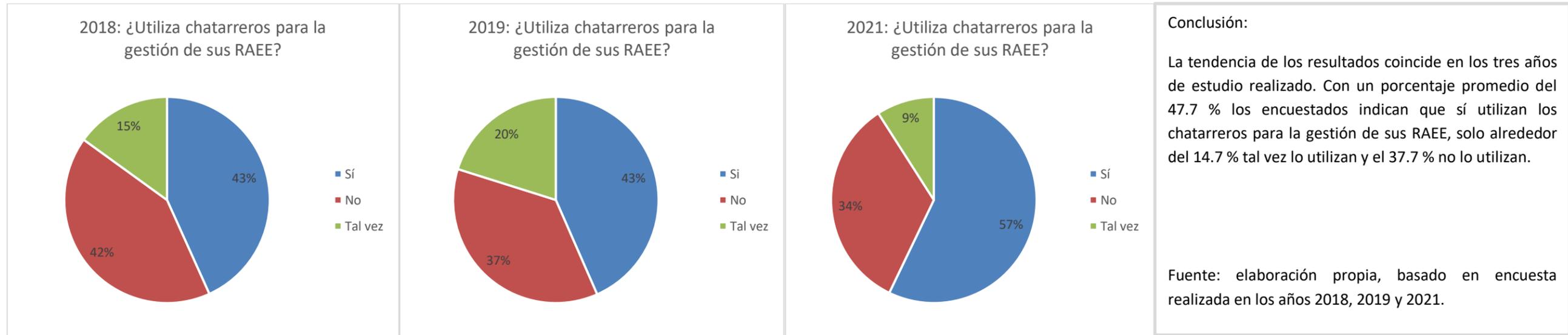
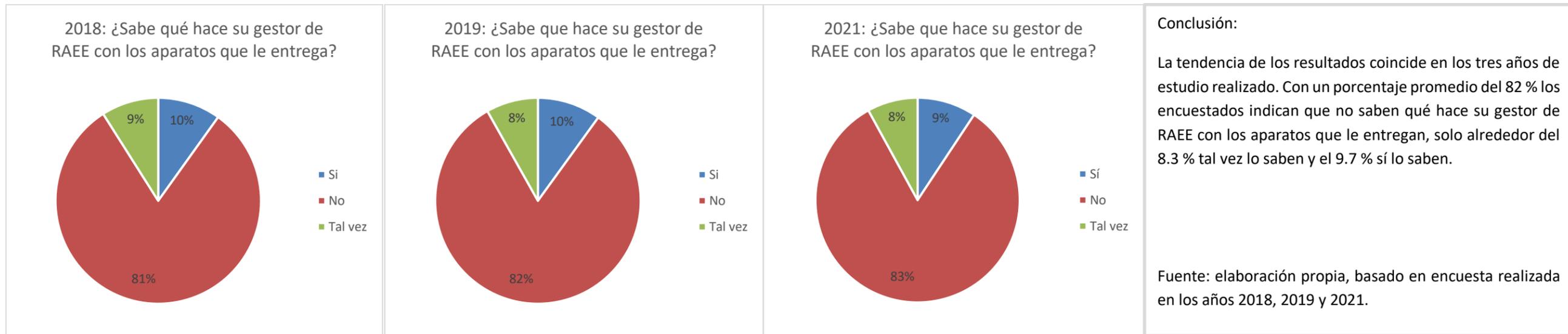


Figura 79: ¿Sabe qué hace su gestor de RAEE con los aparatos que le entrega?



## **CAPÍTULO 5: Identificar las oportunidades de desarrollo de mipymes de minería urbana, relacionados con la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos**

Para identificar las mipymes relacionadas a la gestión integral de RAEE, se toma como eje principal la pirámide de gestión integral de residuos sólidos (GIRS), y con la información obtenida en las encuestas, entrevistas, la investigación documental y de campo, se realizó el diagnóstico e identificación de actores en el modelado de flujos, y se investigaron los siguientes puntos:

- Los puntos de entradas (materiales y máquinas)
- Depósitos (infraestructuras y vertedero de residuos inertes)
- Procesos (tecnologías de tratamientos)
- Las salidas (pérdidas, desechos no tratados, materiales secundarios, etc.)
- Las discusiones para evitar, minimizar el uso de recursos y residuos de generación, retos de autosuficiencia.
- Principales acciones para lograr un mejor rendimiento en su reciclaje y disposición final.

Con lo anterior, se identificaron posibles oportunidades de negocios con la introducción de estas acciones principales, se consideraron encontrar por lo menos tres escenarios, pero de acuerdo con el diagnóstico realizado, se lograron identificar ocho mipymes de minería urbana, que, deberán estar ubicados en una misma instalación y lograr así una gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, para su fácil identificación le llamaremos Plaza RAEE. Las posibles oportunidades de negocios se identifican en la siguiente figura:

Figura 80: Oportunidades de negocio identificadas en la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: elaboración propia, basada en entrevista e información documental.

### 5.1. Descripción técnica de las mipymes

A continuación, se presenta las fichas técnicas de las mipymes identificadas, que contiene la siguiente información:

- Nombre de la mipyme
- Descripción de las actividades generales de la mipyme
- Fase del modelo de gestión integral de residuos sólidos en el que aporta.
- Materia prima utilizada de acuerdo a las 10 categorías RAEE
- Descripción de los productos generados
- Descripción de los costos e ingresos preliminares identificados en la mipyme.

### 5.1.1. Museo RAEE

Mipyme encargada de dar a conocer a los visitantes los impactos generados en los procesos de mantenimiento y gestión de los RAEE a través de un recorrido aislado de los talleres y la recicladora, así como, de la exhibición de los diferentes productos elaborados en el proceso de reparación, reciclaje y reúso de estos aparatos y de la proyección en pantallas de dichos procesos de GIRS-RAEE. Además, cuenta con una cafetería amueblada con RAEE elaborados por las mipymes de la Plaza en el que se podrá degustar comida típica guatemalteca.

Tabla 12: Ficha técnica de la mipyme denominada Museo RAEE

Mipyme	Museo RAEE
<b>FASE GIRS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención y minimización</li> <li>• Administración</li> </ul>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición de los impactos que los RAEE generan al no ser tratados adecuadamente.</li> <li>• Exposición de los procesos de GIRS-RAEE que se realizan en los diferentes talleres y otros ejemplos a nivel mundial.</li> <li>• Exhibición de los productos elaborados en la Plaza.</li> <li>• Recorrido aislado de los talleres y la recicladora.</li> </ul>
<b>MATERIA PRIMA</b> Categoría RAEE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las 10 categorías</li> </ul>

<p><b>PRODUCTOS</b></p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joyas</li> <li>• Cajero RAEE</li> <li>• RAEE móvil compacto</li> <li>• Pecerías</li> <li>• Muebles             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sillones</li> <li>○ Cajoneros</li> <li>○ Baúles</li> <li>○ Librerías</li> <li>○ Otros</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>COSTOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luz eléctrica</li> <li>• Salario del encargado de taquilla del museo</li> </ul>
<p><b>INGRESOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Q 2.00 para público general</li> <li>• Q 1.00 para grupos escolares</li> <li>• Niños menores de 4 años ingresan gratis</li> </ul>

### 5.1.2. Talleres de reparación AEE

Mipyme encargada de la revisión de funcionamiento de los AEE recibidos, así como, de la reparación mecánica, electrónica y eléctrica de los AEE. Encargado de la clasificación de la materia prima extraída del cambio o reparación de piezas en el AEE y su entrega en la recicladora.

Tabla 13: Ficha técnica de la mipyme denominada Talleres de reparación AEE

Mipyme	Talleres de reparación AEE
<b>FASE GIRS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención y minimización</li> <li>• Disposición</li> <li>• Administración</li> <li>• Investigación</li> </ul>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado de la revisión de funcionamiento de los AEE recibidos.</li> <li>• Reparación mecánica, electrónica y eléctrica de los AEE.</li> <li>• Clasificación de la materia prima extraída del cambio o reparación de piezas en el AEE y su entrega en la recicladora.</li> </ul>
<b>MATERIA PRIMA</b> Categoría RAEE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las 10 categorías</li> </ul>
<b>PRODUCTOS</b>	<div data-bbox="631 1047 1289 1537" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="548 1539 1377 1604">Fuente: Fotografía propia. Modelo de taller de reparación de RAEE en Leipzig, Alemania.</p>
<b>COSTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luz eléctrica</li> <li>• Salario del técnico electromecánico</li> <li>• Herramientas y equipo necesario para reparar y desmantelar los AEE.</li> </ul>
<b>INGRESOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En especie, RAEE.</li> </ul>

### 5.1.3. Taller de Cajero-RAEE

Mipyme encargada del diseño y construcción del Cajero-RAEE, el cual está encargado de la recolección de aparatos eléctricos y electrónicos pequeños (10x10x20cm.) (celulares, cámaras, tabletas, cargadores, *smartwatch*, controles, aparatos médicos, herramientas, etc.). Dichos cajeros deberán estar ubicados estratégicamente en centros comerciales, supermercados, tiendas comerciales, bancos del sistema y restaurantes.

La actividad principal del cajero es estimar el peso del aparato electrónico que se recolecta, y de acuerdo con el peso, el cajero entrega una cantidad equivalente de cupones de descuento o productos de marcas asociadas.

Tabla 14: Ficha técnica de la mipyme denominada Cajero-RAEE

Mipyme	Cajero-RAEE
<b>FASE GIRS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección</li> </ul>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado de la recolección de aparatos eléctricos y electrónicos pequeños (10x10x20cm.) (celulares, cámaras, tabletas, cargadores, <i>smartwatch</i>, controles, aparatos médicos, herramientas, etc.).</li> <li>• Cajeros ubicados estratégicamente en centros comerciales, supermercados, tiendas comerciales, bancos del sistema y restaurantes.</li> <li>• Se estima el peso del aparato electrónico que se recolecta, y de acuerdo con el peso, el cajero entrega una cantidad equivalente de cupones de descuento o productos de marcas asociadas.</li> </ul> <div data-bbox="609 1234 1331 1554" style="text-align: center;"> </div>
<b>MATERIA PRIMA</b> <b>Categoría RAEE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Categoría 2. Pequeños electrodomésticos</li> <li>• Categoría 3. Equipos de informática y telecomunicaciones</li> <li>• Categoría 4. Aparatos electrónicos de consumo</li> <li>• Categoría 7. Juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre</li> <li>• Categoría 8. Aparatos médicos de tamaño pequeño</li> <li>• Categoría 9. Instrumentos de vigilancia o control</li> </ul>

<p><b>PRODUCTOS</b></p>	 <p>Fuente: Fotografía propia. Modelo de recolector de botellas en aeropuerto Internacional de Frankfurt, Alemania</p>
<p><b>COSTOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luz eléctrica</li> <li>• Salario del técnico electrónico</li> <li>• Herramientas y equipo de medición</li> </ul>
<p><b>INGRESOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alianzas con marcas para entrega de cupones</li> </ul>

#### 5.1.4. Recicladora RAEE

Es la mipyme encargada de la revisión de funcionamiento de los RAEE recibidos como desechos, los cuales separa mecánica de los elementos que integran un AEE recolectado por los talleres de reparación, el Cajero-RAEE y el RAEE-móvil. Luego realiza la clasificación de la materia prima obtenida y la distribuye a la mipyme (taller) correspondiente dentro de la Plaza RAEE. Además, tiene a su cargo el área de morteros, en el que a través de cilindros de cemento y botellas plásticas encapsulan baterías y otros componentes ya neutralizados, que no pueden ser aprovechados y debe dársele un tratamiento de disposición final.

Tabla 15: Ficha técnica de la mipyme denominada Recicladora RAEE

MIPYME	Recicladora RAEE
<b>FASE GIRS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reúso y reciclaje</li> <li>• Disposición</li> </ul>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado de la revisión de funcionamiento de los RAEE recibidos como desechos.</li> <li>• Separación mecánica de los elementos que integran un AEE recolectado por los talleres de reparación, el Cajero-RAEE y el RAEE-móvil.</li> <li>• Clasificación de la materia prima obtenida y distribución a la mipyme (taller) correspondiente dentro de la Plaza RAEE.</li> <li>• Tiene el área de morteros, en el que a través de cilindros de cemento y botellas plásticas encapsulan baterías y otros componentes ya neutralizados, que no pueden ser aprovechados y debe dársele un tratamiento de disposición final.</li> </ul>
<b>MATERIA PRIMA Categoría RAEE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las 10 categorías</li> </ul>

<p><b>PRODUCTOS</b></p>	 <p>Fuente: Fotografía propia. Modelo de recicladora de RAEE en Leipzig, Alemania.</p>
<p><b>COSTOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luz eléctrica</li> <li>• Salario del técnico industrial</li> <li>• Herramientas y equipo necesario para dismantlar los AEE.</li> </ul>
<p><b>INGRESOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En especie, RAEE.</li> </ul>

### 5.1.5. RAEE-móvil

Mipyme encarga de la recolección de aparatos eléctricos y electrónicos de todos los tamaños y tipos, planificando la logística de recolección, considerando las indicaciones de la Asociación Nacional de Municipalidades de la República de Guatemala, ANAM. Este vehículo deberá estar adaptado para la recepción de diferentes tipos de RAEE, con recipientes especiales para resguardar el transporte de baterías y desechos líquidos, entre otros.

Tabla 16: Ficha técnica de la mipyme denominada RAEE-móvil

Mipyme	RAEE-móvil
<b>FASE GIRS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección</li> </ul>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado de la recolección de aparatos eléctricos y electrónicos de todos los tamaños y tipos.</li> <li>• Se debe planificar la logística de recolección, considerando las indicaciones de ANAM.</li> <li>• Este vehículo deberá estar adaptado para la recepción de diferentes tipos de RAEE, con recipientes especiales para resguardar el transporte de baterías y desechos líquidos.</li> </ul>
<b>MATERIA PRIMA</b> Categoría RAEE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las 10 categorías</li> </ul>
<b>PRODUCTOS</b>	<div data-bbox="631 1129 1325 1541" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="548 1577 1369 1640">Fuente: Fotografía propia. Modelo de recolector de RAEE en Leipzig, Alemania.</p>
<b>COSTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luz eléctrica</li> <li>• Salario del técnico mecánico (enderezador)</li> <li>• Salario de al menos un conductor o recolector</li> <li>• Herramientas y equipo de enderezado y pintura</li> </ul>
<b>INGRESOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuota del servicio de recolección</li> </ul>

### 5.1.6. Taller de enderezado y pintura

Mipyme encargada del diseño y creación de amueblado utilizando como base, las carcasas recibidas de la mipyme Recicladora los cuales adapta con actividades de enderezado y pintura del RAEE.

Tabla 17: Ficha técnica de la mipyme denominada Taller de enderezado y pintura

Mipyme	Taller de enderezado y pintura
<b>FASE GIRS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reúso y reciclaje</li> <li>• Administración</li> <li>• Investigación</li> </ul>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado del diseño y creación de amueblado utilizando como base, las carcasas recibidas de la mipyme Recicladora los cuales adapta con actividades de enderezado y pintura del RAEE.</li> </ul>
<b>MATERIA PRIMA</b> Categoría RAEE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las 10 categorías</li> </ul>
<b>PRODUCTOS</b>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;">     </div> <p data-bbox="561 1692 1382 1822">                     Fuente: Diaries, The Refab. 2012. "UPCYCLE: OLD APPLIANCES, BIG AND SMALL." 2012.  <a href="https://www.refabdiaries.com/2012/11/upcycle-old-appliances-big-and-small.html">https://www.refabdiaries.com/2012/11/upcycle-old-appliances-big-and-small.html</a> </p>

	 <p>Fuente: Ingeniando. n.d. “Cómo Hacer Una Pecera Con Un Monitor Viejo.” <a href="https://ingeni4ndo.blogspot.com/2013/12/como-hacer-una-pecera-con-un-monitor.html">https://ingeni4ndo.blogspot.com/2013/12/como-hacer-una-pecera-con-un-monitor.html</a>.</p>
<p><b>COSTOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luz eléctrica</li> <li>• Salario del técnico enderezador</li> <li>• Herramientas y equipo necesario para tapizar los amueblados de RAEE.</li> </ul>
<p><b>INGRESOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En especie, RAEE.</li> <li>• Venta del amueblado</li> </ul>

### 5.1.7. Tapi-RAEE

Mipyme encargada del diseño y creación de amueblado tapizado utilizando como base, las carcasas recibidas de la mipyme Recicladora y adaptados por la mipyme del Taller de enderezado y pintura de RAEE.

Tabla 18: Ficha técnica de la mipyme denominada Tapi-RAEE

Mipyme	Taller Tapi-RAEE
<b>FASE GIRS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reúso y reciclaje</li> <li>• Administración</li> <li>• Investigación</li> </ul>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado del diseño y creación de amueblado tapizado utilizando como base, las carcasas recibidas de la mipyme Recicladora y adaptados por la mipyme del Taller de enderezado y pintura.</li> </ul>
<b>MATERIA PRIMA</b> <b>Categoría RAEE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Categoría 1: Grandes electrodomésticos</li> <li>• Categoría 2: Pequeños electrodomésticos</li> <li>• Categoría 7: Juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre</li> <li>• Categoría 8: Aparatos médicos</li> <li>• Categoría 10: Máquinas expendedoras</li> </ul>
<b>PRODUCTOS</b>	 <p data-bbox="561 1535 1360 1623">Fuente: Diaries, The Refab. 2012. "UPCYCLE: OLD APPLIANCES, BIG AND SMALL." 2012. <a href="https://www.refabdiaries.com/2012/11/upcycle-old-appliances-big-and-small.html">https://www.refabdiaries.com/2012/11/upcycle-old-appliances-big-and-small.html</a></p>
<b>COSTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luz eléctrica</li> <li>• Salario del técnico tapicero</li> <li>• Herramientas y equipo necesario para tapizar los amueblados de RAEE.</li> </ul>
<b>INGRESOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En especie, RAEE</li> <li>• Venta del amueblado</li> </ul>

### 5.1.8. Joyería RAEE (Laboratorio RAEE, Taller de Joyería y tienda)

Mipyme encargada del diseño y creación de joyería utilizando como materia prima los componentes valorizables para elaborar dicho producto, las cuales fueron recibidas de la mipyme Recicladora.

Tabla 19: Ficha técnica de la mipyme denominada Joyería RAEE (Laboratorio RAEE, Taller de Joyería y tienda)

Mipyme	Joyería RAEE
<b>FASE GIRS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reúso y reciclaje</li> <li>• Disposición</li> <li>• Administración</li> <li>• Investigación</li> </ul>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado del diseño y creación de joyería utilizando como materia prima, los componentes valorizables para elaborar dicho producto, las cuales fueron recibidas de la mipyme Recicladora.</li> </ul>
<b>MATERIA PRIMA Categoría RAEE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las 10 categorías</li> </ul>
<b>PRODUCTOS</b>	 <p>Fuente: Pinterest. n.d. "E-Waste."  <a href="https://co.pinterest.com/pin/535998793128045999/">https://co.pinterest.com/pin/535998793128045999/</a>.</p>
<b>COSTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luz eléctrica</li> <li>• Salario del técnico de joyería, técnico mecánico, técnico químico y vendedor</li> <li>• Herramientas y equipo necesario para extraer mecánica y fisicoquímicamente los componentes valorizables de los RAEE.</li> <li>• Herramientas y equipo necesario para elaborar joyería RAEE.</li> </ul>
<b>INGRESOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En especie, RAEE</li> <li>• Venta de joyas</li> </ul>

## **CAPÍTULO 6: Propuesta de modelo de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, con el desarrollo de una mipyme de minería urbana con los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) de mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala**

De acuerdo con el *Reglamento del Impuesto Sobre la Renta de Guatemala*, todos los aparatos electrónicos, como las tabletas, computadoras, videojuegos, monitores inteligentes, es decir cualquier aparato que reciba y obedezca instrucciones por medio de una tarjeta electrónica tienen una vida útil de tres años. Pero tomando en cuenta la evolución de la tecnología, estos aparatos electrónicos se cambian debido a la obsolescencia adquirida o por la obsolescencia percibida.

**La obsolescencia adquirida** indica que el aparato electrónico ha llegado a su vida útil. Deterioro físico: cuando el aparato al paso del tiempo comienza a fallar como disminución en la capacidad de la batería o por motivos accidentales se daña como caídas que rompen la pantalla o corto circuitos provocados por diversos motivos.

La capacidad del aparato ya no es suficiente: esto ocurre por diversos motivos, los principales son la capacidad de almacenamiento y procesamiento. Muchos adjudican este motivo de cambio a la obsolescencia programada provocada por software cada vez más exigente de recursos.

**La obsolescencia percibida** es aquella indicada por la actualización de la moda en el mercado, usuario decide cambiar de aparato, aunque este aún tenga su funcionamiento de software o hardware al cien por ciento.

Renovación de contrato: en el caso de los celulares los contratos de operadora en Guatemala normalmente tienen una duración de 18 meses y en cada período dan un nuevo teléfono al usuario.

Rotación tecnológica: ocurre cuando las compañías desarrollan nuevos productos y los clientes reemplazan los que poseen actualmente por nuevos, aunque los que tengan en ese momento todavía pueden cumplir perfectamente con su cometido.

Por lo anterior expuesto y lo descrito en los capítulos anteriores, se considera que, para que la propuesta de gestión de RAEE sea integral, es necesario que en un mismo lugar se ejecuten todas las fases de la pirámide de GIRS, por lo que se sugiere que todas las mipymes identificadas en el capítulo 5, se integren y desarrollen sus actividades dentro de una misma instalación, por lo tanto, la siguiente propuesta de modelo de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, con el desarrollo de una mipyme de minería urbana con los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) de mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala denominada Plaza RAEE.

A continuación, se desarrolla el estudio técnico de la mipyme denominada Plaza RAEE, dicho estudio contiene las siguientes categorías de análisis:

- Análisis de planta y equipo: diseño de planta por proceso y por producto de las mipymes. Análisis de requerimientos de instalaciones.
- Análisis administrativo y legal: análisis de requerimientos necesarios para la puesta en marcha de las instalaciones, puestos de trabajo, planificación estratégica, licencias, permisos, impuestos, otros.
- Análisis ambiental: consideración de impactos durante la construcción, operación y cierre de las mipymes identificadas.
- Análisis de modelo de negocio: visualización del escenario como modelo de negocio considerado utilizando la herramienta Canvas.
- Discusión de los resultados: resumen de los impactos, ambientales y sociales (análisis de ciclo de vida de sostenibilidad). Respuesta a las siguientes preguntas: ¿Es factible la autosuficiencia en la gestión integral de los RAEE en la ciudad de Guatemala? ¿Pueden los resultados ser aplicadas en todos los flujos de RAEE, principalmente los aparatos especiales?
- Vinculación y divulgación de los resultados: presentación de los resultados en actividades académicas y publicación de resultados en revistas nacionales e internacionales y participación de instituciones relacionadas con los RAEE y las municipalidades en la presentación de los resultados de la economía circular, uso de recursos y gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

## **6.1. Análisis de planta y equipo**

A continuación, se desarrollará el análisis del tipo de planta y del equipo necesario para la puesta en marcha de la Plaza RAEE:

- Comercialización y canales de distribución
- Diseño de planta
- Materiales e insumos
- Maquinaria, equipo y herramientas
- Transporte
- Producto terminado y almacenamiento
- Control de calidad en materiales e insumos

### **6.1.1. Comercialización y canales de distribución**

Para incrementar los beneficios comerciales y económicos de la Plaza RAEE, y considerando que se tendrá la visita de personas en diversos horarios, se planea desarrollar un museo/cafetería o recorrido aislado de las instalaciones del laboratorio y los talleres para generar una historia o temática llamativa para los visitantes, y ellos podrán conocer el proceso de reciclado y valorización de los RAEE.

Los canales de distribución son el conjunto de personas u organizaciones que están entre el productor y el consumidor final, comúnmente conocidos como intermediarios. La clasificación general de los canales de distribución es: directos e indirectos. Siendo los canales directos de comunicación directa entre el consumidor final y el productor mientras que los indirectos se comunica el productor y el consumidor final a través del intermediario el cual denominamos distribuidor.

Los clientes de la Plaza RAEE son pequeños productores, quienes adquirirán bajas cantidades del producto. Por lo que no se considera la venta por medio de un distribuidor. La ventaja de tener un distribuidor es tener acceso a la cartera de clientes de este, además de disminuir las necesidades de personal y logística, pero el margen de ganancia disminuye para la Plaza RAEE. Además, el Cajero RAEE y el RAEE-móvil contribuyen al acopio de las tarjetas electrónicas, cables y electrodomésticos.

El taller de Joyería RAEE da un valor agregado al metal extraído del laboratorio, considerando el alto costo ambiental y económico de extracción del subsuelo, por lo que es necesario el desarrollo de otras mipymes para cerrar el ciclo de gestión de RAEE. Por lo anterior, también se considera el desarrollo de los talleres de reparación de AEE, además de los talleres que diseñarán y construirán los mobiliarios de toda la

Plaza RAEE, modificaran los vehículos y construyen los cajeros RAEE, que ayudan al acopio de las tarjetas electrónicas y cables. Los productos que no puedan ser utilizados se encapsularán en morteros para su disposición final.

### **6.1.2. Diseño de planta**

Para el diseño de esta planta se toma en cuenta el proceso productivo a realizar en la misma, que en este caso será la extracción de metales de residuos de aparatos electrónicos, proceso en el que están involucrados ácidos volátiles y otros materiales peligrosos. Por lo que se considera un área de lixiviados y preparación de materiales en el mismo ambiente para aprovechar de mejor manera el espacio y los recursos de ventilación que tienen el mismo nivel de requerimiento en estas áreas. Además, en el área de elaboración de joyas no necesita controles de inocuidad. Por lo anterior, se debe considerar la construcción de tres bodegas independientes, para el almacenamiento de reactivos, otra para tarjetas electrónicas y otra bodega para las carcasas. Además, es necesaria un área de sanitarios y de duchas.

#### **Edificio industrial**

En el proceso de extracción de los residuos de aparatos electrónicos y en la elaboración de joyas no requiere de estándares de inocuidad, pero en algunas etapas del proceso se requiere de protección física ante robos por el valor del producto terminado. Por lo tanto, la construcción deberá ser idealmente de segunda categoría siendo las bodegas de materia prima y producto terminado reforzadas con acero estructural combinado con concreto y block. Este mismo tipo de construcción debe tener las bodegas de reactivos, bodega de tarjetas electrónicas y bodega de carcasa, necesarias para la joyería y su laboratorio.

#### **Techo**

Utilizar techo de losa para el laboratorio, bodega de reactivos, cabina cajero RAEE, cocina de cafetería, joyería, duchas y sanitarios. Techo de lámina galvanizada de dos aguas en el taller de joyería, en el taller de reparación y mantenimiento de línea gris y marrón, en la recicladora y taller de reparación de línea blanca, taller de enderezado y pintura, taller de ensamblaje de cajero RAEE, comedor de la cafetería, museo, área de carga y descarga de recicladora, bodega de tarjetas electrónicas y bodega de carcasa.

El techado a dos aguas permite aprovechar la luz natural, colocación de ventiladores y extractores, lo que es muy importante debido a la naturaleza del proceso.

La cubierta deberá ser de lámina galvanizada prepintada y la estructura tratada para aumentar su resistencia a la corrosión con pinturas adecuadas, el ángulo de inclinación de la cubierta superior a 20°. La parte interior del techo deberá ser pintada de un color con alto índice de reflexión como el blanco. Además, se debe de establecer un plan de mantenimiento adecuado.

### **Pisos**

Por el tipo de proceso a realizar no se requiere que se cumpla con los estándares de la industria alimenticia o farmacéutica, además no se tendrá el movimiento constante de equipo pesado sobre el mismo, por lo que la mejor opción es optar por piso de concreto en los talleres, museo, área de parqueos, área libre, área de carga y descarga, bodega de tarjetas electrónicas y bodega de carcasa. Piso cerámico en el área de oficinas, laboratorio, tienda de joyería, comedor de cafetería, cocina, duchas y sanitarios.

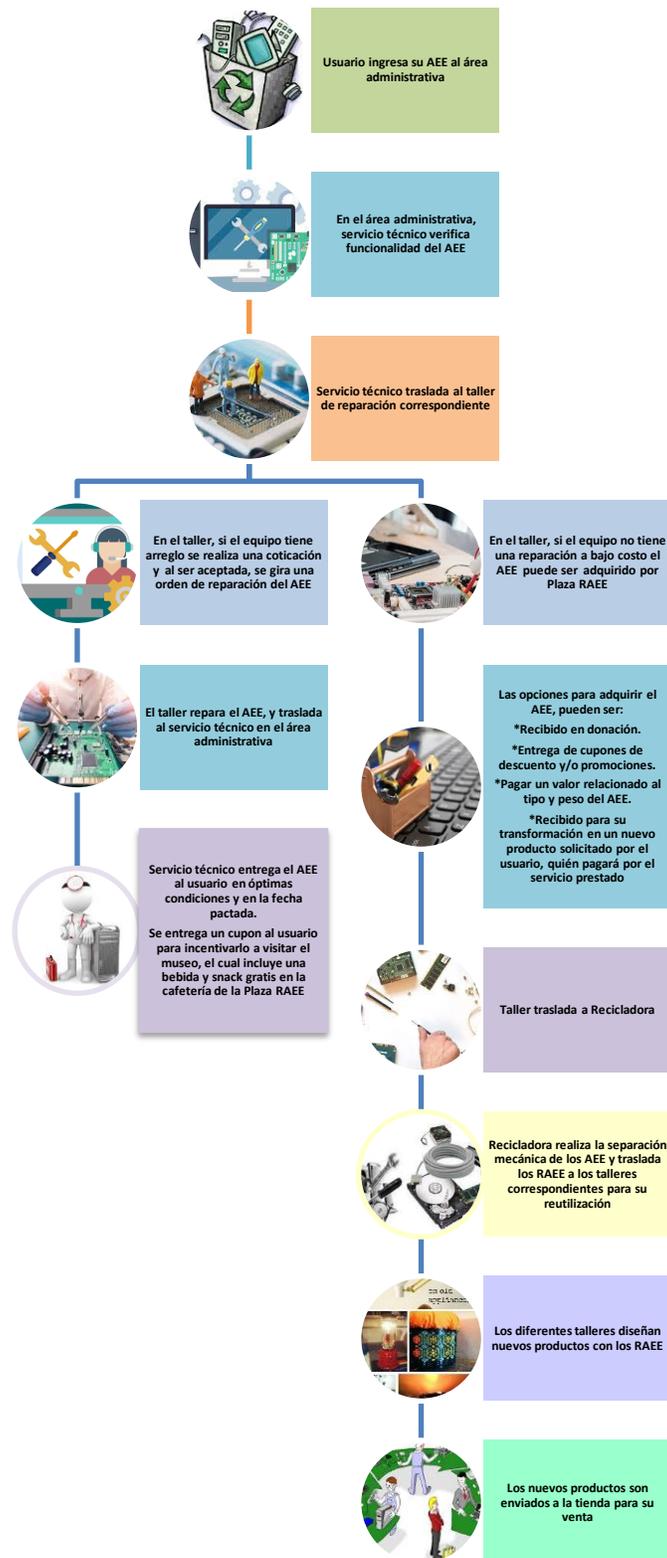
### **Distribución de planta**

El proceso de separación mecánica de los RAEE debe realizarse por lotes, con una baja cantidad de materiales en movimiento por lote, motivos por los cuales la opción recomendable para distribuir la planta es hacerlo por distribución orientada al proceso, colocando todo el equipo relacionado al proceso de extracción en un área, los talleres y las oficinas en otra.

Colocar todo el equipo relacionado al proceso de extracción en una sola área proporciona beneficios en seguridad, especialmente en el laboratorio, debido a que por la naturaleza del proceso se producirán gases de combustión en la operación de incineración y vapores ácidos en la operación de lixiviación, por lo que es conveniente tener separada esta área del resto de la planta.

A continuación, se presenta una propuesta de diagrama de flujo para la Plaza RAEE, tomando en cuenta la distribución orientada al proceso y por producto.

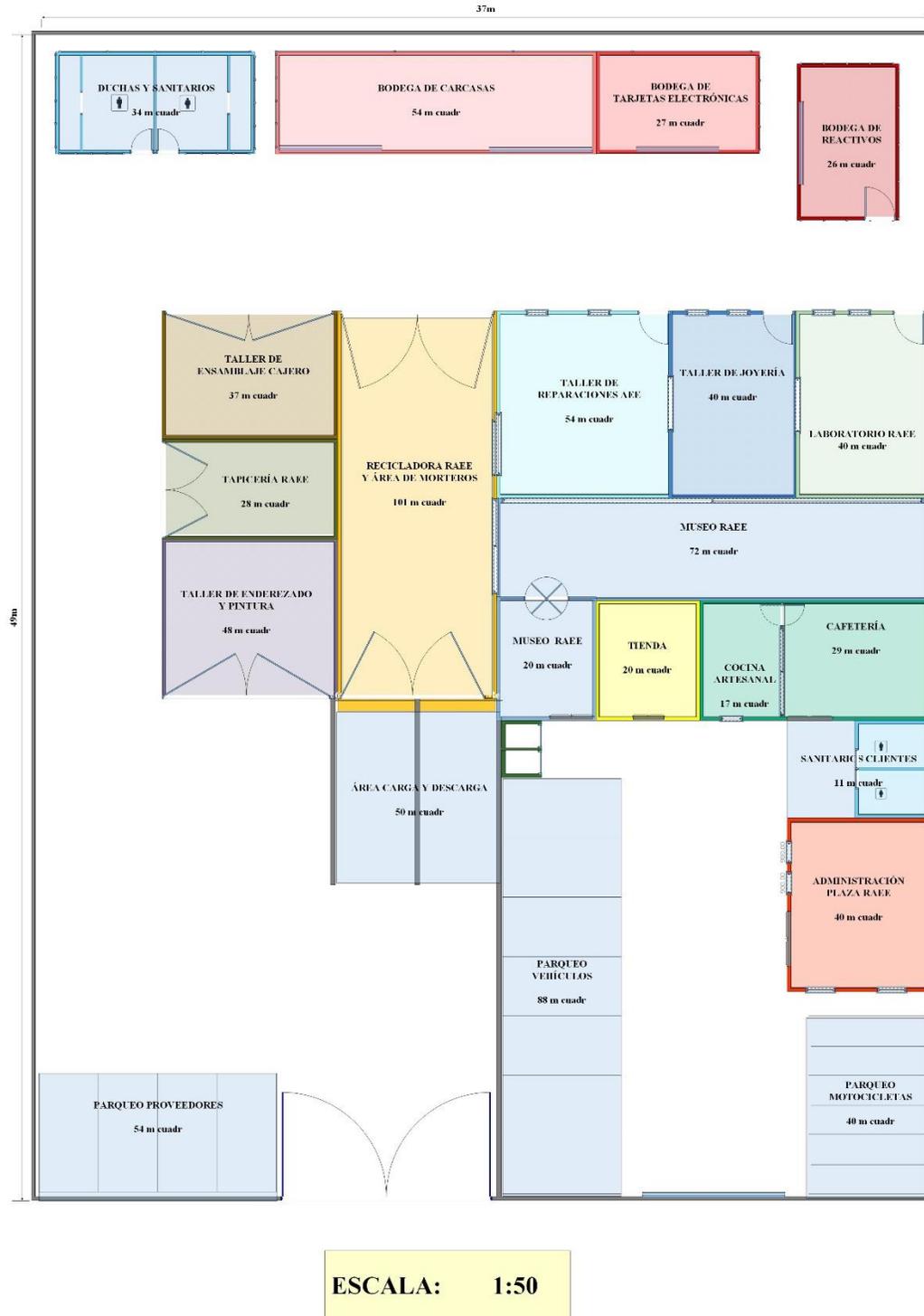
Figura 81: Diagrama de flujo de la Plaza RAEE



Fuente: elaboración propia, basado en distribución de planta por proceso y por producto.

A continuación, se presenta una propuesta de distribución de planta para la Plaza RAEE, tomando en cuenta la distribución orientada al proceso.

Figura 82: Propuesta de distribución de planta de la Plaza RAEE



Fuente: elaboración propia, basado en distribución de planta por proceso y por producto.

## Requerimientos de las instalaciones

### Ventilación

En las áreas de talleres y en la bodega de la recicladora se colocarán ventanales y portones plegables, para mantener una adecuada ventilación.

En las oficinas, museo, cafetería, joyería, duchas y sanitarios la ventilación será por medio de ventanales y puertas corredizas.

En el laboratorio por el proceso de lixiviación, por el horno y la mufla se debe contar con alta ventilación producto de los vapores producidos por los ácidos a utilizar, los cuales pueden provocar graves daños a la salud; por lo que se debe instalar ventilación artificial, con extractores en el techo, para la mufla y los tanques de lixiviación.

De acuerdo con los estándares de volumen necesario por persona, se deberá cumplir como mínimo con: 100 m<sup>3</sup> de aire/h/persona. Renovar el aire de 3 a 4 veces por hora. Por lo que, en el área de lixiviación y preparación de materias primas, se espera la presencia de dos personas, en conjunto ambos extractores deberán tener una capacidad mínima:

$$Q = \frac{\text{renovaciones}}{\text{hora}} * \text{volumen de habitación} = \frac{96m^3}{h}$$

Al ser el mínimo de aire por persona mayor al calculado por renovaciones de aire en recinto, se toma el valor de 100 m<sup>3</sup> de aire por hora como la capacidad mínima de extracción combinada de los extractores a colocar en el recinto de lixiviación y preparación de los metales.

### Iluminación

En las áreas de talleres y en la bodega de la recicladora se colocarán lámparas y focos ahorradores y láminas transparentes intercaladas con las láminas galvanizadas para aprovechamiento de iluminación natural.

Lámparas especiales para precisión en el taller de joyería, laboratorio, ensamblaje de cajero y joyería, para mantener una adecuada iluminación.

En las oficinas, museo, cafetería, joyería, duchas y sanitarios la iluminación será natural y focos ahorradores.

En las bodegas y en el taller de enderezado y pintura tiene bajos requerimientos visuales por lo que es recomendable tener una iluminación de 500 luxes.

Por cuestiones de eficiencia energética, color de iluminación y disposición final se recomienda la utilización de lámparas LED de 50W cada una, las cuales producen un flujo luminoso de 4500lm.

### **Ruido**

En toda la Plaza RAEE la operación más ruidosa es la trituración de las tarjetas electrónicas, según la OSHA es de 65dB por lo que no se presenta ningún riesgo relacionado al ruido y no debe de tomarse medidas especiales.

### **6.1.3. Materiales e insumos**

#### **Laboratorio**

Para el laboratorio se necesitan los siguientes insumos:

- Ácido clorhídrico (HCl) 37 %
- Ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) 65 %
- Agua destilada
- Tarjetas electrónicas

#### **Ácido clorhídrico (HCl) 37 %**

**Características:** el ácido clorhídrico al 37 %, también conocido como ácido muriático, es un ácido inorgánico altamente corrosivo con pH de 0.1, líquido incoloro levemente amarillo, utilizado como desincrustante, para regular la acidez, metalurgia, entre otros usos. Su fórmula química es HCl y su nombre IUPAC cloruro de hidrógeno.

**Especificaciones requeridas:** el ácido clorhídrico debe tener un pH menor a 0.15 y no presentar precipitados ni coloraciones ajenas a los estándares de este ácido.

**Disponibilidad:** debido a su gran cantidad de aplicaciones está disponible en gran medida en el mercado. Puede adquirirse tanto en ferreterías, ventas de artículos para el hogar y ventas de químicos; por lo que la disponibilidad no representa ningún inconveniente.

**Cuidados especiales:** debido a sus características de ácido, se debe de almacenar en contenedores especiales lejos de la luz. Además, de utilizarlo con equipo de protección personal como máscara de vapores inorgánicos, guantes de neopreno, lentes de seguridad y calzado cerrado.

### **Ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) 65 %**

**Características:** el ácido nítrico al 65 % es un líquido viscoso y corrosivo, utilizado comúnmente como reactivo de laboratorio, fabricar explosivos, fertilizantes, metalurgia, refinado y para disolver metales. Su fórmula química es HNO<sub>3</sub> y nombre IUPAC ácido nítrico.

**Especificaciones requeridas:** el ácido clorhídrico debe tener un pH menor a 1 y no presentar precipitados ni coloraciones ajenas a los estándares de este ácido.

**Disponibilidad:** el ácido nítrico se puede adquirir con distintos proveedores de químicos como Quimiprova, Productos Químicos Incorporados y Proquira; por lo que no hay inconvenientes de disponibilidad.

**Cuidados especiales:** debido a su naturaleza corrosiva este se debe de almacenar en recipientes bien cerrados, a temperatura ambiente, lugares ventilados y nunca en recipientes metálicos. Para manipularlo se debe de utilizar guantes de neopreno, gafas y máscara de vapores.

### **Agua destilada**

**Características:** el agua destilada es agua común, con fórmula H<sub>2</sub>O pero que ha sido purificada mediante el proceso de destilación. El agua destilada se utiliza cuando se requiere alta pureza para evitar efectos secundarios que pueden ser provocados por contaminantes.

**Especificaciones requeridas:** el agua destilada debe ser incolora, inodora e insípida. No presentar sólidos en suspensión ni precipitados.

**Disponibilidad:** el agua destilada se puede adquirir con los distribuidores más grandes de agua como Salvavidas o Scandia y diversos proveedores de químicos.

**Cuidados especiales:** el agua destilada no requiere de cuidados especiales.

### **Tarjetas electrónicas**

**Características:** las tarjetas electrónicas que llegaron al final de su vida útil y fueron desechados.

**Especificaciones requeridas:** las tarjetas electrónicas deben ser solamente las tarjetas sin baterías, motores ni sensores, no importa su tamaño ni estado físico.

**Disponibilidad:** las tarjetas electrónicas actualmente ya son recolectadas por diversos centros de acopio que las venden para ser exportadas y aprovechadas en otros países, por lo que obtenerlas requerirá de negociaciones con los diversos centros de acopio.

**Cuidados especiales:** la chatarra electrónica contiene materiales corto punzante, y elementos inflamables como baterías por lo que se debe de manejar con guantes y gafas de seguridad.

### **Talleres (reparación, tapicería, joyería, enderezado y pintura)**

**Características:** los aparatos electrónicos que llegaron al final de su vida útil y fueron desechados.

**Especificaciones requeridas:** los aparatos electrónicos deben ser solamente las carcasas sin baterías, motores ni sensores, refrigerantes, no importa su tamaño ni estado físico.

**Disponibilidad:** los aparatos electrónicos actualmente ya son recolectados por diversos centros de acopio que los venden para ser exportadas y aprovechadas en otros países, por lo que obtenerlos requerirá de negociaciones con los diversos centros de acopio.

**Cuidados especiales:** la chatarra electrónica contiene materiales corto punzante, y elementos inflamables como baterías por lo que se debe de manejar con guantes y gafas de seguridad.

<sup>26</sup>Para los talleres se necesitan los siguientes insumos:

- Acetileno
- Activador
- Adhesivo de uretano
- Adhesivo estructural
- Dióxido de carbono
- Masilla
- Poliuretano
- Poliuretano
- termoplásticos
- Relleno de poliéster
- Sellador
- Solvente activo
- Lija I80 y320
- Cinta adhesiva
- Papel periódico

- Los insumos para la cocina de la cafetería serán los alimentos procesados y naturales utilizados para preparar platillos típicos y el gas para cocinarlos.

---

<sup>26</sup> Hugo Rolando Medrano Molita. (2005). *Tecnificación de talleres de enderezado y pintura como medio de desarrollo sostenible en la economía guatemalteca*. Facultad de Ingeniería, USAC.

## **Maquinaria, equipo y herramientas**

### **Laboratorio**

Para el laboratorio RAEE se necesitan los siguientes equipos y maquinaria:

- Horno mufla: temperatura máxima mayor a 950°C. Tamaño de la cámara interior de entre 50x50 cm y 35x35 cm.
- Trituradora: tolva de alimentación. Ancho de cámara de corte superior a 10 cm. Potencia superior a 1kw.
- Tanques resistentes a ácido: Capacidad de 5 galones. Drenaje en la parte inferior. Certificado de resistencia a ácidos clorhídrico 37 % y nítrico 65 %.
- Compresor eléctrico: purga fácil acceso. Potencia superior a 1kw.
- Agitador: resistente al ácido. RPM 100 a 100.
- Tolva: resistente al ácido. Tamaño de acuerdo con la apertura del tanque.
- Equipo de fluorescencia de rayo X: contar con certificado de calibración para análisis de metales.

Para el laboratorio RAEE se necesitan las siguientes herramientas:

- Balón aforado: de vidrio y con tapón. Capacidad de 1L, 500mL y 100mL
- Balanza: resolución 0.001g. Certificado de calibración.
- Indicador pH: resolución igual o mayor a 1.
- Sellador de bolsas: voltaje de operación 110v.

### Talleres (ensamble de cajero, enderezado y pintura)

<sup>27</sup>Para los talleres de ensamblaje, enderezado y pintura RAEE se necesitan los siguientes equipos, maquinarias y herramientas:

- Dozer enderezadora portátil para carrocería y bastidor.
- Poste ajustable para sujetar.
- Anclaje del dozer para jalar el vehículo.
- Gancho para jalar
- Porta powers
- Gato hidráulico, manguera y bomba manual.
- Bomba de aire y manual
- Soldadura de acetileno
- Soldadura con oxiacetileno
- Cilindro de oxígeno
- Reguladores
- Soplete
- Carretilla
- Gafas
- Cilindro de acetileno
- Galería de martillos
- Bloques entibadores
- Picos
- Punzones
- Cucharas
- Limas
- Llaves de presión
- Abrazaderas

### Taller de joyería

<sup>28</sup>Para este taller se necesitan los siguientes equipos, maquinarias y herramientas:

- Banco de joyero o mesón de trabajo.
- Marco de sierra de joyero.
- Hojas de sierra, existe de diferentes grosores.
- Cera o vela para un buen deslizamiento de la sierra.
- Anteojos o gafas de seguridad).
- Cobre o metales económicos para la práctica.
- Regla metálica.
- Punta de acero para marcar.

<sup>27</sup> Hugo Rolando Medrano Molina. (2005). *Tecnificación de talleres de enderezado y pintura como medio de desarrollo sostenible en la economía guatemalteca*. Facultad de Ingeniería, USAC.

<sup>28</sup> Alejandro Glade Reyes. *El Arte de la Orfebrería y Joyería*.

- Papel de lija para metales, los hay desde muy finos.
- Juegos de limas para joyería, pequeñas y medianas con diferentes picas.
- Alicates de joyero, diferentes formas y tamaños.
- Martillos de bola, pesados y livianos.
- Martillos planos pesados y livianos.
- Trozo de metal, donde podremos martillar y dar formas.
- Taladro y brocas pequeñas de diferentes medidas
- Triboulet acero
- Triboulet o palo de medida, (para dar medida a anillos)
- Argollero, (para tomar medida de dedos)
- Soplete a gas.
- Soldaduras, duras medianas y blandas.
- Crisoles pequeños de fundición.
- Lingotera o chaponera donde vaciar metal fundido.
- Flux o solución de bórax.
- Pincel para aplicación de flux.
- Corre soldadura en punta.
- Pinzas de cobre y acero inoxidable.
- Pinzas inversas, resistentes al calor.
- Una superficie resistente al fuego
- Ladrillo refractario o pad especial para soldar.
- Máquina para laminar metal (laminador).
- Hileras para hacer alambres.
- Existen muchas herramientas de golpe que sirven para dar forma.
- Mazo de cuero o de plástico.
- Cargador de biseles.
- Bruñidor.
- Buriles con sus mangos.
- Cepillo de latón fino.
- Cepillo de dientes
- Paño de pulido

## Cafetería

<sup>29</sup>Para una cafetería se necesitan los siguientes equipos y maquinaria:

- Caja registradora
- Máquina de café
- Cafetera
- Vitrina pastelera
- Molino de café
- Máquina de hielo
- Terminal para tarjeta de débito o crédito
- Sistema de audio y reproducción
- Cristalería y cerámica
- Productos desechables biodegradables
- Estufa
- Refrigeradora
- Microondas
- Utensilios para preparar la comida (olla, sartenes, cucharones, etc.)
- Manteles
- Servilletas
- Dosificadores

## Transporte

Todos los insumos de laboratorio, talleres y cafetería serán trasladados de la tienda hacia la Plaza RAEE por los proveedores. Para las tarjetas electrónicas y los electrodomésticos se diseñará su transporte en el taller de enderezado y pintura RAEE-móvil.

## Producto terminado y almacenamiento

- La joyería será almacenada en los anaqueles de la tienda.
- Los metales no procesados en la joyería serán almacenados en los anaqueles del taller de joyería.
- Los vehículos modificados estarán en el área de parqueo establecido en planta.
- Los sillones tapizados serán utilizados en las instalaciones de la Plaza RAEE y en la bodega de carcaza.
- Los reactivos se almacenan en contenedores especiales para ácido, debidamente identificados, bien cerrados, en la bodega de reactivos, que es un lugar seco y bien ventilado.

---

<sup>29</sup> Franquicias de café.

- Agua destilada se almacenará en contenedores herméticos en el laboratorio y en la bodega de reactivos.
- Placas electrónicas se almacenarán en toneles abiertos en la bodega de tarjetas electrónicas.
- Las carcasas y otros RAEE se almacenan en la bodega de carcasa.
- Maquinaria, equipo, herramientas, materiales e insumos específicos serán almacenados en el área correspondiente, si no necesitan algún tipo de aislamiento.

### **Control de calidad en materiales e insumos**

Para el control de los reactivos se llevará un registro con los siguientes datos:

- Fecha de ingreso
- Insumo
- Fecha de vencimiento
- pH

En lo relacionado a las carcasas, placas electrónicas y otros RAEE, se inspeccionarán visualmente, los lotes de placas verificando que aún tengan los contactos que tienen la mayor parte de los metales deseados; llevando un registro de quien revisó y el resultado de la inspección.

- Fecha
- Proveedor
- Inspector
- Resultado

## 6.2. Análisis administrativo

### 6.2.1. Descripción de la organización

#### Misión

Incentivar el desarrollo de pequeñas y medianas empresas (mipymes) de minería urbana en la ciudad de Guatemala, siguiendo un modelo de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) que sean rentables, con compromisos sociales y ambientales.

#### Visión

En el año 2050 desarrollar mipymes en la gestión de RAEE en países en vías de desarrollo.

#### Metas

##### Metas a corto plazo

- Tener un aumento mensual del 5 % en la cantidad de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos tratados.
- Ampliar la cartera de clientes de la joyería en un cliente al semestre.

##### Metas a mediano plazo

- Ser líderes en el tratamiento sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Guatemala.
- Ser reconocidos a nivel centroamericano.

##### Metas a largo plazo

- Ser líderes en el tratamiento sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel centroamericano.
- Ser una empresa que otorgue estabilidad laboral a sus colaboradores y socios mipyme.

#### Objetivos estratégicos

- En el primer semestre de operaciones conseguir más de tres proveedores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Guatemala.
- Tener un crecimiento anual de un 5 % en las ventas de joyería elaborada de metales extraídos de tarjetas electrónicas.
- Obtener una rentabilidad anual superior al 15 %.
- Capacitar a 100 personas al año en temas referentes al manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

### Valores éticos

- **Honestidad:** siendo honestos con nuestros proveedores, clientes y sociedad, en todas las actividades realizadas.
- **Responsabilidad:** ser conscientes del impacto que pueden tener las decisiones a tomarse, buscaremos siempre el bienestar de la sociedad y el ambiente, respetando la legislación aplicable.
- **Justicia:** ser equitativos en nuestras decisiones y dar a cada uno lo que corresponde, aplicando lo establecido en la ley.
- **Confianza:** la confianza entre los colaboradores y socios mipyme es vital para realizar nuestro trabajo de forma satisfactoria y poder transmitir confianza a nuestros proveedores y clientes.

### 6.2.2. Organización para la operación

#### Estructura organizacional

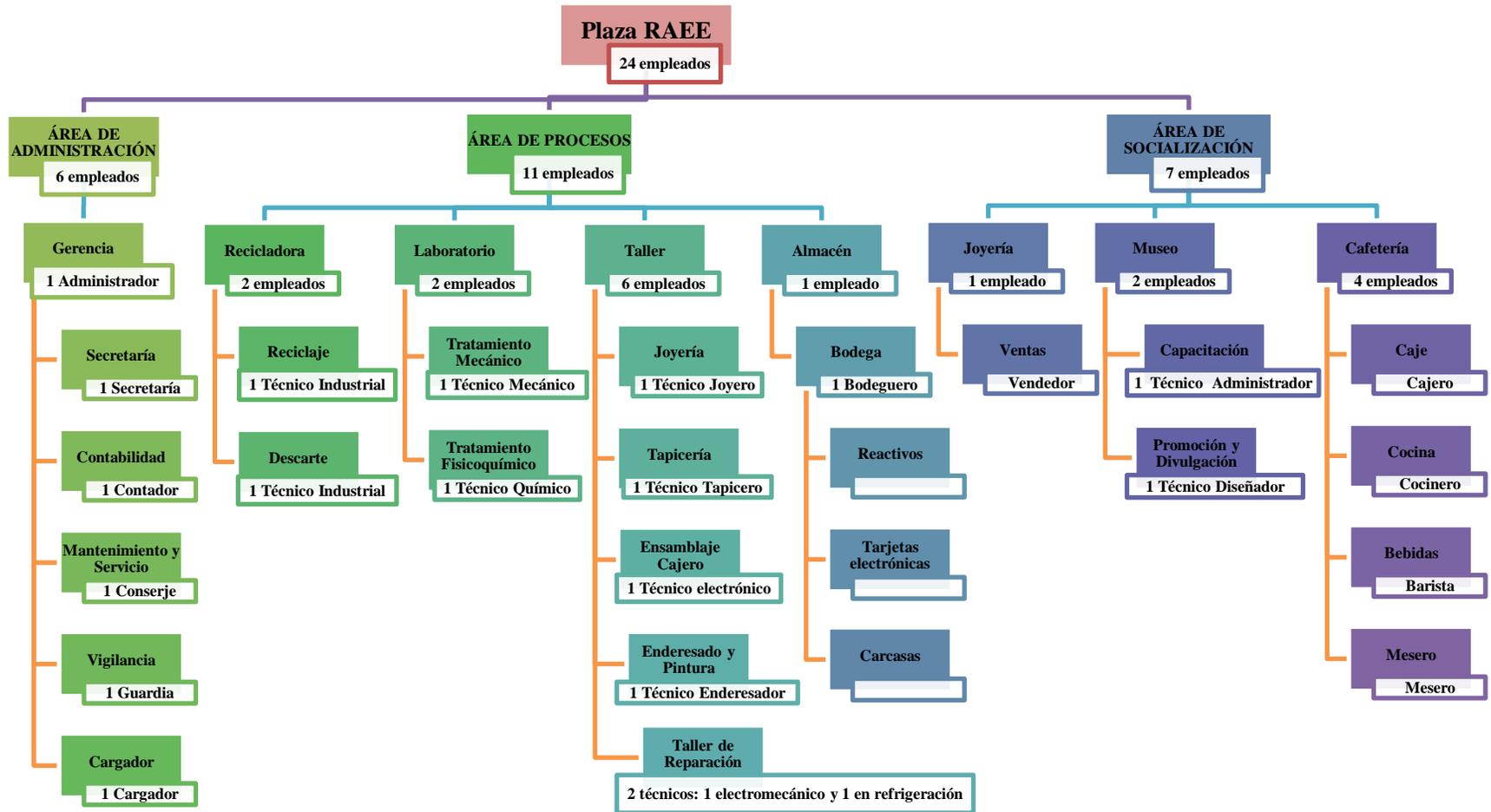
La Plaza RAEE cuenta con 24 empleados y estará organizada de la siguiente manera: área administrativa, área de procesos y área de socialización.

**Área administrativa:** tiene a su cargo el registro, control y seguimiento de las actividades de gestión de la Plaza. Cuenta con seis empleados, administrador, secretaria, contador, conserje, guardia y cargador.

**Área de procesos:** tiene a su cargo el registro, control y seguimiento de las actividades técnicas de la Plaza. Cuenta con 11 empleados distribuidos en dos técnicos industriales en la recicladora, un técnico mecánico y un técnico químico en el laboratorio, cuatro técnicos en los talleres de joyería, tapicería, ensamblaje, enderezado y pintura, un electromecánico y un técnico en refrigeración para el taller de reparación (servicio técnico), además, dos empleados en el área de almacén, un empacador y un bodeguero.

**Área de socialización:** tiene a su cargo el registro, control y seguimiento de las actividades de socialización, que incluye capacitación, promoción y divulgación. Cuenta con siete empleados distribuidos en un vendedor en la joyería y tienda, dos técnicos en el museo, y cuatro empleados en la cafetería, cajero, cocinero, barista y mesero.

Figura 83: Organigrama de puestos en la Plaza RAEE



Fuente: elaboración propia, organización administrativa por proceso y por producto.

### Descripción de puestos genéricos de Plaza RAEE

A continuación, se presenta la descripción general de los puestos y funciones de los empleados dentro de la Plaza RAEE:

Tabla 20: Descripción del puesto de administrador

<b>ADMINISTRADOR</b>	
<b>Posición jerárquica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directivo</li> </ul>
<b>Supervisor directo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propietarios, colaboradores y socios mipyme</li> </ul>
<b>Subordinados directos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaria</li> <li>• Contador</li> <li>• Conserje</li> <li>• Guardia de seguridad</li> </ul>
<b>Funciones principales y secundarias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración del personal</li> <li>• Elaboración de presupuestos</li> <li>• Gestiones legales</li> <li>• Evaluar alcance de objetivos de todas las áreas.</li> <li>• Desarrollar y ejecutar planes de mejora continua.</li> <li>• Velar por su seguridad y la de las personas en las instalaciones.</li> <li>• Llevar control de la eficiencia del proceso técnico y administrativo.</li> <li>• Proponer mejoras al proceso técnico y administrativo.</li> <li>• Velar por mantener la buena imagen de la Plaza RAEE.</li> </ul>
<b>Relación con otros departamentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de Administración, Área de Procesos y Área de Socialización</li> </ul>
<b>Competencias requeridas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderazgo</li> <li>• Pensamiento crítico</li> <li>• Orden</li> <li>• Comunicación</li> <li>• Autocontrol</li> <li>• Capacidad de negociación</li> <li>• Trabajo en equipo</li> </ul>
<b>Nivel educativo y formación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licenciatura en Administración de Empresas</li> <li>• Ingeniería Industrial</li> <li>• Nivel de experiencia más de dos años como jefe de tienda o departamento</li> </ul>

Fuente: elaboración propia. Basado en el *Manual de Clasificación de Puestos de la División de Administración de Recursos Humanos*, División General de Administración de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 2018.

Tabla 21: Descripción de los puestos técnicos, industrial, mecánico, químico, electrónico, electromecánico, en refrigeración, administrador, diseñador, joyero, tapicero y enderezador

<b>TÉCNICO: INDUSTRIAL, MECÁNICO, QUÍMICO, ELECTRÓNICO, ADMINISTRADOR, DISEÑADOR, JOYERO, TAPICERO Y ENDEREZADOR</b>	
<b>Posición jerárquica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnico operativo</li> </ul>
<b>Supervisor directo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrador</li> </ul>
<b>Subordinados directos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auxiliares si aplica</li> </ul>
<b>Funciones principales y secundarias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la calidad de materiales e insumos</li> <li>• Resguardo y mantenimiento de mobiliario y equipo.</li> <li>• Informar al administrador</li> <li>• Realizar sus actividades técnicas acorde a las requeridas de su área.</li> <li>• Velar por su seguridad y la de las personas en las instalaciones.</li> <li>• Llevar control de la eficiencia del proceso técnico.</li> <li>• Proponer mejoras al proceso técnico.</li> <li>• Llevar control de inventario de materiales e insumos de su área.</li> <li>• Velar por mantener la buena imagen de la Plaza RAEE.</li> </ul>
<b>Relación con otros departamentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de Administración, Área de Procesos y Área de Socialización</li> </ul>
<b>Competencias requeridas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las requeridas de acuerdo con el área específica.</li> <li>• Pensamiento crítico</li> <li>• Orden</li> <li>• Autocontrol</li> <li>• Trabajo en equipo</li> </ul>
<b>Nivel educativo y formación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnico de acuerdo con el área específica</li> <li>• Experiencia mínima de un año.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia. Basado en el *Manual de Clasificación de Puestos de la División de Administración de Recursos Humanos*, División General de Administración de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 2018.

Tabla 22: Descripción de puestos operativo en secretaria, contador, conserje, guardia, operario, cargador, bodeguero, vendedor, cajero, cocinero, barista y mesero

<b>OPERATIVO: SECRETARIA, CONTADOR, CONSERJE, GUARDIA, OPERARIO, CARGADOR, EMPACADOR, BODEGUERO, VENDEDOR, CAJERO, COCINERO, BARISTA Y MESERO</b>	
<b>Posición jerárquica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operativo</li> </ul>
<b>Supervisor directo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Administrador</li> </ul>
<b>Subordinados directos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auxiliares si aplica</li> </ul>
<b>Funciones principales y secundarias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar la calidad de materiales e insumos</li> <li>Resguardo y mantenimiento de mobiliario y equipo.</li> <li>Informar al administrador</li> <li>Realizar sus actividades técnicas y administrativas acorde a las requeridas en su área.</li> <li>Velar por su seguridad y la de las personas en las instalaciones.</li> <li>Llevar control de la eficiencia del proceso técnico y administrativo.</li> <li>Proponer mejoras al proceso técnico y administrativo.</li> <li>Registro y control de inventario de materiales e insumos de su área.</li> <li>Velar por mantener la buena imagen de la Plaza RAEE.</li> </ul>
<b>Relación con otros departamentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de Administración, Área de Procesos y Área de Socialización</li> </ul>
<b>Competencias requeridas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las requeridas de acuerdo con el área específica.</li> <li>Pensamiento crítico</li> <li>Orden</li> <li>Autocontrol</li> <li>Trabajo en equipo</li> <li>Capacidad de negociación</li> </ul>
<b>Nivel educativo y formación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo con el área específica.</li> <li>Experiencia mínima de un año.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia. Basado en el *Manual de Clasificación de Puestos de la División de Administración de Recursos Humanos*, División General de Administración de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 2018.

### **Seguridad e higiene industrial**

Todo el personal de la Plaza RAEE deberá utilizar el equipo de protección necesaria de acuerdo con la actividad técnica y administrativa que realiza dentro de las instalaciones. Cada sitio (taller, oficina, bodega, etc.) deberá tener un botiquín de primeros auxilios y dos extintores adecuados al tipo de incendio que puede darse de acuerdo a la actividad.

### **Capacitaciones al personal**

Con el fin de crear conciencia, fomentar el comportamiento adecuado dentro de las instalaciones de la Plaza RAEE y preparar a los colaboradores y empleados ante situaciones de peligro o accidentes, es necesario que estos sean capacitados constantemente para actualizar y refrescar sus conocimientos sobre las buenas prácticas de seguridad e higiene industrial. Las capacitaciones se realizarán con una frecuencia anual. Entre los temas a tratar se encuentran:

- Primeros auxilios
- Reglamento de trabajo
- Generalidades de seguridad industrial
- Condiciones y comportamientos inseguros
- Concientización de la seguridad en el trabajo
- Importancia del uso de equipo de protección personal
- Plan de emergencia en caso de desastres naturales e incendios

### **6.2.3. Mantenimiento preventivo y correctivo**

El mantenimiento correctivo aplicará las siguientes políticas para poder actuar de forma más eficaz en caso un equipo falle repentinamente.

- Todos los equipos tendrán registrados los códigos de pieza con mayor probabilidad de fallo y tendrá como mínimo un proveedor que tenga confirmada la existencia de ese repuesto.
- Se contará con herramientas suficientes para poder hacer mantenimiento básico a todos los equipos.
- Se contará con los manuales de mantenimiento de todos los equipos.
- El encargado de talleres será capacitado en electricidad y mecánica básica.

### **6.3. Análisis legal**

Para iniciar operaciones en la Plaza RAEE debe de cumplir con ciertos requisitos legales: la inscripción de la empresa en el Registro Mercantil, los requerimientos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Código de Salud, Código de Trabajo, Constitución Política de la República de Guatemala, reglamentos municipales, entre otros.

#### **6.3.1. Requisitos legales generales para mipymes**

##### **Inscripción legal de la empresa**

Por el tipo de actividad a realizar y para atraer inversores a la Plaza RAEE se recomienda la inscripción como sociedad anónima, ya que las acciones tienen un valor y cada miembro tendrá una cantidad limitada de las mismas. Se procede la inscripción en el Registro Mercantil, cumpliendo los siguientes requisitos:

Llenar el formulario con firma legalizada. En caso de que la empresa sea de dos o más personas se debe presentar un formulario por cada uno de los copropietarios.

Solicitar la inscripción de empresa y adjuntar escritura pública, acta del representante legal y copia del documento personal de identificación (DPI) de este.

Realizar el pago de Q200.00 como aporte al capital inicial.

El Registro Mercantil enviará una patente vía electrónica, cuyo costo es de Q100.00. Esta tendrá su código QR y firma electrónica.

Todos los documentos deben ser entregados en un folder oficio.

##### **Impuestos**

Toda actividad que genere ingresos debe pagar impuestos, en este caso la Plaza RAEE debe de pagar: el impuesto de valor agregado (IVA), impuesto sobre la renta (ISR), impuesto de solidaridad (ISO).

##### **Impuesto al valor agregado (IVA):**

En la Plaza RAEE el impuesto será generado por las actividades de venta de productos (joyería, cajero, muebles, etc.) servicios (museo, cafetería, etc.) y de cualquier subproducto obtenido. Además de la venta, arrendamiento, y prestación de otros servicios que se realizan. La tarifa del impuesto es de un 12 % sobre la base imponible. La base imponible en la prestación de servicios será el precio de estos menos los descuentos concedidos de acuerdo con prácticas comerciales, indicado en el artículo 11 de la ley del IVA.

### **Impuesto sobre la renta (ISR):**

Este impuesto se establece sobre la renta que obtenga toda mipymes afectando todas las rentas y ganancias de capital obtenidas en el territorio nacional. Las actividades para realizar en la Plaza RAEE no están exentas del ISR. El período de imposición del impuesto se genera cada vez que se producen rentas gravadas y se determina en conformidad al régimen en el cual se inscriba que podría ser el régimen de pequeño contribuyente o régimen general.

### **Impuesto de solidaridad (ISO):**

Creado en el Decreto 73-2008, es un impuesto temporal que deben de pagar todos aquellos que realicen actividades mercantiles o agropecuarias en el territorio nacional y obtengan un margen bruto superior al 4 % de sus ingresos brutos. Este es calculado de forma que se pague la cantidad más alta y es el 1 % de activo neto o ingresos brutos.

### **Incentivos fiscales para mipymes**

En Guatemala no existen incentivos fiscales específicos para las mipymes, por tener como objetivo la actividad lucrativa, aunque sí pueden recibir apoyo de programas como PRONACOM (Programa Nacional de Competitividad).

### **Aspectos laborales**

Se debe velar por el cumplimiento del Código de Trabajo y el Reglamento 229-2014, *Reglamento de salud y seguridad ocupacional*:

- Obligaciones y prohibiciones de los patronos.
- Derechos y obligaciones de los trabajadores.
- Jornadas laborales: diurna, nocturna, mixta, hora extra.
- Prestaciones legales: día semanal de descanso, asuetos nacionales, vacaciones, bono anual (Bono 14), aguinaldo y las retenciones de IGSS, IRTRA, ISR, etc.
- Entre otros temas.

### **6.3.2. Requisitos legales relacionados al tipo de actividad**

#### **Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)**

Este ministerio promueve acuerdos, decretos y reglamentos que tienen como fin el cuidado del medio ambiente. Uno de los principales requisitos es la licencia ambiental y el cumplimiento de las leyes relacionadas a la actividad de la Plaza RAEE, el *Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental (RECSA)*, Acuerdo Gubernativo 137-2016 y su relación con el listado taxativo vigente (Acuerdo Ministerial No. 204-2019, y las modificaciones contenidas en el Acuerdo Ministerial 264-2019), en el cual se tienen contempladas las actividades como el reciclaje y acopio de RAEE.

#### **Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)**

Es la institución pública que garantiza el ejercicio del derecho a la salud de los habitantes del país. Para el tipo de actividades que realizará la Plaza RAEE únicamente aplica el reglamento 229-2014, *Reglamento de salud y seguridad ocupacional*, así como, sus reformas Acuerdo Gubernativo 51-2015 y el Acuerdo Gubernativo 199-2015. Para la cafetería las inherentes a la inocuidad de alimentos, entre ellas las de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

#### **Municipalidad de Guatemala**

La municipalidad es el ente del Estado responsable del gobierno del municipio de Guatemala, es una institución autónoma, no depende del gobierno central. Se encarga de realizar y administrar los servicios que necesita la ciudad. Las leyes y reglamentos aplicables a la Plaza RAEE son los siguientes:

- Plan de ordenamiento territorial (POT), debido a que la actividad de la Plaza está relacionada al procesamiento de desechos sólidos, esta debe de estar ubicada en suelo no residencial con actividades condicionadas.
- Reglamento de construcción
- Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala, especialmente en el capítulo v “de la separación y reciclaje de desechos sólidos”.

## **Programa Nacional de Competitividad de Guatemala (PRONACOM)**

Como parte del ministerio de economía es un programa facilitador de los esfuerzos del sector público, privado, sociedad civil y académico, para el desarrollo de la competitividad del capital humano y empresarial que genere inversión, contribuya al desarrollo descentralizado del país. Las tres principales estrategias son:

- Programa de apoyo al emprendimiento - Emprendamos Guate
- Mejora de la productividad: PROMIPYMES
- Programa de apoyo a la innovación - Innovemos Guate
- Entre sus principales funciones están:
- Impulsar acciones y políticas que mejoren las condiciones para la inversión productiva en el país.
- Apoyar la conformación de conglomerados productivos y de servicios, identificados como potencialmente competitivos y dar seguimiento para su fortalecimiento y desarrollo.
- Apoyar la formación de agendas de desarrollo local, a nivel municipal o regional, orientadas a fomentar el desarrollo humano y productivo sostenible.
- Ejecutar proyectos y programas de convenios acordados con gobiernos y organismos, nacionales e internacionales, suscritos por las autoridades competentes, cuando sea asignado.

### **Emprendamos Guate**

Este programa brinda capacitaciones, contactos y en determinados proyectos pueden ser contactados con redes de inversores. El apoyo de Emprendamos Guate puede ser útil para capacitar al ejecutor del proyecto de la Plaza, además de lograr nuevos contactos y buscar otras opciones de financiamiento. Este programa puede ser de utilidad en la etapa más temprana de iniciación de las mipyme de la Plaza RAEE.

### **Promimipyme**

Busca apoyar a las mipyme existentes con asesoría, capacitación, asistencia técnica y vinculación. Este programa puede ser de utilidad a la Plaza cuando esta ya se encuentre en operaciones, para obtener nuevas oportunidades de negocio, abrirse a nuevos mercados y seguir capacitando al personal.

### **Innovemos Guate**

Este programa busca dar asesoría y capacitación en temas de innovación, adaptación y desarrollo, el programa puede ser de utilidad para la Plaza RAEE, ya que tiene talleres que pueden producir productos innovadores.

## 6.4. Análisis ambiental

### 6.4.1. Licencia ambiental

La Plaza RAEE como beneficiaria de la licencia ambiental está sujeta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada, ya sea la construcción de la Plaza o la construcción de cada taller.

#### Categorización de la actividad

Para obtener la licencia ambiental se debe identificar la categoría a la que pertenece el proyecto utilizando el Listado Taxativo de Proyectos, Obras, Industrias o Actividades, Acuerdo Ministerial No. 204-2019 y su reforma: Acuerdo Ministerial No. 264-2019 Reforma (AM 204-2019). En este caso la actividad a realizarse pertenece en la Plaza RAEE está clasificada como categoría B1:

Tabla 23: Categorización de actividad económica de Plaza RAEE en Listado Taxativo

SECTOR 11. SANEAMIENTO							
SUBSECTOR B. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS							
#	Actividad Económica (CIU)	Descripción	Factor de Impacto	Unidad de Medida	CIU-4	CATEGORÍA B1	
						Min	Max
1	Recogida, tratamiento y eliminación de desechos; recuperación de materiales	Proyectos de gestión integral de residuos y desechos peligrosos, incluyendo RAEE (comprende todas las etapas de manejo desde remediación de sitios contaminados, centros de acopio de acceso restringido y controlado, recolección, transporte, almacenamiento controlado, clasificación, tratamiento, transformación y disposición final sin incineración)	Peso	Tonelada/Día	38	>0	

Fuente: elaboración propia, con información del Acuerdo Ministerial No. 264-2019 Reforma (AM 204-2019).

En el Listado Taxativo se identifican las empresas por tamaño, por la definición utilizada por mipymes siendo las pequeñas empresas (PE) de 11 a 80 empleados y las medianas (ME) de 81 a 200 empleados.

Además, se toman otros criterios de valoración como la localización del proyecto en ambientes frágiles, planificación territorial, normativas aplicables a la actividad y niveles de tecnificación.

Por lo anterior, las actividades realizadas en la Plaza RAEE se encuentran clasificadas en la **Categoría B1: Actividades de moderado a alto impacto ambiental**. Es por ello que la elaboración de los instrumentos ambientales debe de ser efectuada por un consultor ambiental o empresa consultora ambiental acreditada por el MARN:

- Instrumento ambiental debidamente foliado de adelante hacia atrás y únicamente en el anverso de las hojas, en la esquina superior derecha, con números arábigos enteros (no alfanumérico), de forma consecutiva.
  - Evaluación de impacto ambiental categoría B1
  - Diagnóstico ambiental categoría B1
- Perfil del proyecto
- Plano de ubicación, distribución arquitectónica, instalaciones hidráulicas
- Fotocopia autenticada del DPI del representante legal
- Declaración jurada del proponente
- Copias autenticadas del nombramiento del representante legal, acta de toma de posesión, acuerdo emitido por el TSE, fotocopia del mandato con el registro respectivo.
- Fotocopia autenticada del documento que acredita el derecho sobre el predio a favor del proponente. (Certificación del Registro General de la Propiedad o contrato de arrendamiento)
- Fotocopia autenticada de patentes de comercio de la empresa o de la sociedad
- Fotocopia legible de NIT
- Dos copias digitales completas de los instrumentos ambientales en CD

### 6.4.2. Identificación y valoración de los impactos

A continuación, se realizará la identificación y valoración de impactos ambientales, durante la construcción, la operación y el cierre de actividades utilizando la herramienta denominada matriz de Leopold.

#### Impacto ambiental durante la construcción

Las actividades a realizar durante la etapa de construcción de las instalaciones de la Plaza RAEE son:

- Demolición
- Zanjeo
- Construcción
- Introducción de agua potable/ energía
- Construcción de muros
- Generación de desechos sólidos
- Instalación de equipos

Tabla 24: Matriz de Leopold, durante la construcción

Identificación y valoración de los impactos ambientales durante la construcción de la Plaza RAEE			Demolición	Zanjeo	Construcción	Introducción de agua potable/ energía	Construcción de muros	Generación de desechos sólidos	Instalación de equipos	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global
Físico	Suelo	Remoción	-3	-2	-2	0	-1	-3	0	-17	-20	-57
			1	2	1	0	2	2	0			
		Erosión	-1	0	0	0	1	0	0	0		
			1	0	0	0	1	0	0			
		Compactación	-1	1	1	0	-1	1	0	1		
			1	1	1	0	1	1	0			
		Uso	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-4		

	Agua	Subterránea	0	1	1	0	1	1	0			-5	-16			
			0	-2	0	0	-2	-1	0							
		Superficial	0	1	0	0	1	1	0			-11				
			0	-1	-2	0	-3	-1	0							
		Atmósfera	Partículas	-1	-1	-1	0	-1	-1	0				-5	-23	
				1	1	1	0	1	1	0						
			Olores	0	0	0	0	0	0	-1				-1		
				0	0	0	0	0	0	1						
	Gases		0	0	0	0	0	0	0			0				
			0	0	0	0	0	0	0							
	Ruidos	-4	-3	-2	-1	-3	-1	-3			-17					
		1	1	1	1	1	1	1								
	Biológico	Flora	Árboles	0	-1	0	0	0	0	0			-1	-6		
				0	1	0	0	0	0	0						
Arbustos			-2	-1	-2	0	0	0	0			-5				
		1	1	1	0	0	0	0								
Fauna		Terrestre	-1	-1	-1	0	0	0	0			-3	-6			
			1	1	1	0	0	0	0							
	Aérea	0	-1	-1	0	-1	0	0			-3					
0		1	1	0	1	0	0									
Socioeconómico	Social	Tenencia de tierra	0	0	0	0	0	0	0			0	1			
			0	0	0	0	0	0	0							
		Salud	0	-1	-1	1	0	-1	0			-2				
			0	1	1	1	0	1	0							
		Seguridad	1	0	0	1	1	0	0			3				
			1	0	0	1	1	0	0							
	Educación	0	0	0	0	0	0	0			0					
		0	0	0	0	0	0	0								
	Económico	Calidad de vida	0	0	0	1	1	-1	0			1	13			
			0	0	0	1	1	1	0							
		Trabajo	2	2	2	1	2	1	2			12				
			1	1	1	1	1	1	1							
	Cultural	Recreación	0	0	0	0	0	0	0			0	0			
			0	0	0	0	0	0	0							
Histórico		0	0	0	0	0	0	0			0					
		0	0	0	0	0	0	0								

Fuente: elaboración propia

### **Medidas de mitigación en etapa de construcción**

**Suelo:** durante la actividad en las instalaciones de la Plaza RAEE ubicadas anteriormente en la ubicación, zanqueo y construcción se colocará los desechos sólidos en un lugar adecuado para posteriormente transportarlos a una ubicación en la que se solicite este tipo de materiales.

**Aguas subterráneas y superficiales:** durante las etapas de demolición, zanqueo y construcción se colocará los materiales de forma temporal en un sitio en el que no interrumpan el paso del agua pluvial.

**Emisión de partículas y olores:** se cercará el sitio de la construcción con lámina y de ser necesario se colocarán mantas para reducir la dispersión del polvo a áreas cercanas.

**Emisión de ruidos:** se utilizará el equipo que emita altos niveles de ruido como barrenos y pulidoras solamente en horario diurno, de 6:00 am a 18:00 pm para reducir las molestias a los alrededores.

**Flora y fauna:** se evitará acumular los desechos sólidos sobre cualquier tipo de planta y dejar al alcance de los animales cualquier sustancia que su consumo pueda dañarlos.

**Salud de los involucrados:** a los involucrados en la construcción e instalación del proyecto se les brindará todo lo necesario para su seguridad, según indique el *Reglamento de seguridad y salud ocupacional 229-2014 y sus reformas*.

### Impacto ambiental durante la operación

La etapa de operación de un proyecto inicia con el arranque de sus operaciones y finaliza hasta que estas dejan de realizarse, para las que fue establecido, por lo que en este caso serán todas las operaciones relacionadas a la recolección y tratamiento de tarjetas electrónicas y carcasas y otros residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Las principales actividades para realizarse durante esta etapa son:

- Recolección de residuos electrónicos
- Trituración
- Lixiviación de los metales
- Filtración y extracción de los metales
- Disposición de los residuos de proceso
- Empaque de los metales
- Venta de los metales y productos

Tabla 25: Matriz de Leopold, durante la operación

Identificación y valoración de los impactos ambientales durante la operación de la Plaza RAEE especialmente los generados por el laboratorio y los talleres			Recolección de residuos electrónicos	Trituración	Lixiviación de los metales	Filtración y extracción de los metales	Disposición de los residuos de proceso	Empaque de los metales	Venta de los metales y productos	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
Físico	Suelo	Remoción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	136
			0	0	0	0	0	0	0	0			
		Erosión	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0	0	0	0			
		Compactación	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0	0	0	0			
		Uso	0	0	0	0	-1	0	0	-1			

	Agua	Subterránea	0	0	0	0	1	0	0	16	33
			3	0	-2	0	0	0	0		
		Superficial	3	0	0	0	-1	0	0	17	
			6	0	0	0	1	0	0		
	Atmósfera	Partículas	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0		
		Olores	1	0	0	0	0	0	0	1	
			1	0	0	0	0	0	0		
		Gases	0	0	-1	0	0	0	0	-2	
			0	0	2	0	0	0	0		
	Ruidos	0	-1	0	0	0	0	0	-1		
		0	1	0	0	0	0	0			
Biológico	Flora	Árboles	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0		
	Arbustos	0	0	0	0	0	0	0	0		
		0	0	0	0	0	0	0			
	Fauna	Terrestre	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0		
Aérea	0	0	0	0	0	0	0	0			
	0	0	0	0	0	0	0				
Socioeconómico	Social	Tenencia de tierra	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0		
		Salud	3	0	-2	0	-1	0	0	15	
			6	0	1	0	1	0	0		
		Seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0		
	Educación	4	0	0	0	2	0	2	48		
		6	0	0	0	6	0	6			
	Económico	Calidad de vida	3	1	1	1	-1	1	1	22	
			6	1	1	1	1	1	1		
		Trabajo	1	1	1	1	1	1	1	21	
			3	3	3	3	3	3	3		
Cultural	Recreación	0	0	0	0	0	0	0	0		
		0	0	0	0	0	0	0			
	Histórico	0	0	0	0	0	0	0	0		
		0	0	0	0	0	0	0			

Fuente: elaboración propia

### **Medida de mitigación**

A pesar de que en general la operación del proyecto tendrá un impacto positivo en el medio ambiente, por la recolección y tratamiento de tarjetas electrónicas, carcasas y otros residuos, las actividades se deben de realizar de forma correcta para que el proceso no produzca impactos negativos.

**Suelo, agua subterránea y superficial:** en la recolección de residuos electrónicos se instruirá a las personas relacionadas a la actividad para que no las coloquen en el suelo y lejos de todo tipo de corriente de aguas. Durante la utilización de ácidos, pintura, aceites y solvente utilizados para los procesos específicos en cada taller, estos al finalizar su ciclo de uso se neutralizarán y se les dará un tratamiento adecuado, asegurando que en ningún momento entren en contacto con aguas pluviales. Además, que los tanques de almacenamiento de los ácidos tendrán un tanque de resguardo en caso de derrames.

**Producción de gases:** los ácidos a utilizar producen vapores ácidos, por lo que se establecerán procedimientos para mantener siempre cerrados los recipientes de estos, abriéndolos solamente cuando sea absolutamente necesario hacerlo, además se monitoreará de forma actual los gases producidos para evaluar la toma de acciones correctivas al proceso.

**Salud de los colaboradores:** a los colaboradores involucrados en el proceso productivo se les proveerá el equipo de protección necesario para la actividad específica para cada taller. Además de proveerles de un ambiente con las condiciones necesarias de ventilación e iluminación para reducir las condiciones inseguras y capacitarlos para que no realicen acciones inseguras. En general se utilizarán los siguientes equipos de protección:

- Lentes de seguridad de acuerdo con la actividad
- Cascos protectores
- Guantes especiales para cada actividad
- Calzado cerrado con punta de acero
- Vestimenta adecuada a la actividad: bata, overol, gabacha, etc.
- Cofia
- Fajas protectoras para cargar peso
- Otros

### Impacto ambiental por el cierre de operaciones

El cierre de las operaciones no se tiene planificado, pero en caso de darse el impacto ambiental será el relacionado a las siguientes actividades:

- Disposición de los insumos
- Disposición de los residuos de proceso
- Desmantelamiento del equipo

Además del impacto socioeconómico que presenta el cierre de una empresa, como:

- Despido de colaboradores
- Abandono de las instalaciones

Tabla 26: Matriz de Leopold: durante el cierre de operaciones

Identificación y valoración de los impactos ambientales durante el cierre de operaciones de la Plaza RAEE			Disposición de los insumos restantes	Disposición de los residuos de proceso	Desmantelación del equipo	Despido de colaboradores	Abandono de las instalaciones	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto global
Físico	Suelo	Remoción	0	0	0	0	0	0	-1	-30
			0	0	0	0	0			
		Erosión	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0			
		Compactación	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0			
	Uso	0	0	-1	0	0	-1			
		0	0	1	0	0				
	Agua	Subterránea	-1	-1	-1	0	0	-6	-12	
			2	2	2	0	0			
		Superficial	-1	-1	-1	0	0	-6		
			2	2	2	0	0			
Atmósfera	Partículas	0	0	0	0	0	0	-5		
		0	0	0	0	0				

		Olores	-1	-1	0	0	0	-2		
			1	1	0	0	0			
		Gases	-1	-1	0	0	0	-2		
			1	1	0	0	0			
		Ruidos	0	0	-1	0	0	-1		
			0	0	1	0	0			
Biológico	Flora	Árboles	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0			
		Arbustos	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0			
	Fauna	Terrestre	0	0	-1	0	0	-1		
			0	0	1	0	0			
Aérea	0	0	0	0	0	0	-1			
	0	0	0	0	0	0				
Socioeconómico	Social	Tenencia de tierra	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0			
		Salud	-1	-1	0	0	0	-2	-4	
			1	1	0	0	0			
			Seguridad	0	0	0	0	-1		-2
				0	0	0	0	2		
	Educación	0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0				
	Económico	Calidad de vida	-1	-1	0	-1	-1	-4		
			1	1	0	1	1	-7		
		Trabajo	1	1	1	-1	-1	-3		
			1	1	1	5	1			
	Cultural	Recreación	0	0	0	0	0	0		
			0	0	0	0	0			
Histórico		0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0				

Fuente: elaboración propia

### Medidas de mitigación

**Suelo, agua subterránea y superficial:** a los ácidos se les dará un tratamiento adecuado, neutralizándolos y asegurando que en ningún momento entren en contacto con aguas pluviales. Mientras que los restos de tarjetas electrónicas, carcasas, lubricantes y otras sustancias, serán entregados a empresas especializadas en el tratamiento de desechos peligrosos.

**Producción de gases:** los ácidos a utilizar producen vapores ácidos, por lo que se establecerán procedimientos para mantener siempre cerrados los recipientes de estos, abriéndolos solamente cuando sea absolutamente necesario hacerlo.

**Socioeconómico:** se cumplirá con los requisitos legales relacionados al cierre de operaciones de una empresa, además de alquilar las instalaciones para el uso que el interesado convenga.

### **Plan de monitoreo y seguimiento**

En el caso de la Plaza RAEE el plan de monitoreo y de seguimiento tendrá como objetivo principal monitorear las aguas residuales y las emisiones a la atmósfera provocada por el laboratorio de extracción de metales de las tarjetas electrónicas.

### **Aguas residuales**

El monitoreo de aguas residuales del laboratorio RAEE es debido al proceso de utilización de ácidos, por lo que es importante validar el tratamiento adecuado de acuerdo con los parámetros establecidos en la legislación nacional, especialmente al *Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, acuerdo gubernativo 236-2006*, con el objetivo de verificar que no se esté contaminando ninguna fuente de agua.

Se realizarán mediciones semestrales en la salida del desagüe de la Plaza para el análisis de aguas residuales que contenga los siguientes parámetros:

- Grasa y aceites
- Materia flotante
- DQO, DBO
- Sólidos suspendidos
- Nitrógeno, fósforo
- pH, temperatura
- Coliformes fecales
- Metales

### **Emisiones a la atmósfera**

El monitoreo de emisiones a la atmósfera de la Plaza RAEE se debe realizar por la volatilidad de los químicos utilizados en el laboratorio RAEE, especialmente en los ácidos, por lo que se realizarán mediciones anuales en la salida de los extractores de aire para el análisis de compuestos químicos en emisión.

## 6.5. Análisis del modelo de negocio

A continuación, se desarrolla el análisis del modelo de negocios para poner en marcha el proyecto de la mipyme denominada Plaza RAEE. Este consiste en determinar:

- Asociaciones clave
  - Socios clave
  - Recursos clave que adquirimos de nuestros socios
  - Actividades clave que realizan nuestros socios
- Actividades clave
  - ¿Qué requiere nuestra propuesta de valor?
  - ¿Qué requieren nuestros canales?
  - ¿Qué requieren nuestras relaciones con los clientes?
  - ¿Qué requieren nuestras fuentes de ingreso?
- Propuesta de valor
  - Valor entregado a los clientes
  - Problema que estamos ayudando a resolver
  - Necesidad que estamos satisfaciendo
  - Paquetes de productos o servicios ofrecidos a cada segmento de clientes
- Relación con los clientes
  - Tipo de relación que se espera establecer y mantener con cada tipo de segmento de cliente
  - Relaciones establecidas
  - ¿Cómo integrar estas relaciones con el resto de nuestro modelo de negocio?
  - ¿Cuánto nos cuestan estas relaciones?
- Segmentos de clientes
  - Nuestros clientes más importantes
  - ¿Para quién estamos creando valor?
- Recursos clave
  - ¿Qué requiere nuestra propuesta de valor?
  - ¿Qué requieren nuestros canales?
  - ¿Qué requieren nuestras relaciones con los clientes?
  - ¿Qué requieren nuestras fuentes de ingresos?
- Canales de distribución
  - ¿Cuáles canales de nuestros segmentos de clientes quieren ser alcanzados?
  - ¿Cómo se está alcanzando ahora?
  - ¿Cómo se integran nuestros canales?
  - ¿Cuáles funcionan mejor?
  - ¿Cuáles son los más eficientes (costo/beneficio)?

- ¿Cómo integrarlos a las rutinas de nuestros clientes?
- Estructura de costos
  - Costos más importantes en nuestro modelo de negocio
  - Actividades clave son las más costosas
- Fuentes de ingresos
  - ¿Por cuál propuesta de valor nuestros clientes están dispuestos a pagar?
  - ¿Qué es lo que pagan actualmente?
  - ¿Cómo están pagando?
  - ¿Cómo prefieren pagar?
  - ¿Cuánto aporta cada fuente de ingresos a los ingresos generados del negocio?

Tabla 27: Lienzo Canvas de la Plaza RAEE

PLAZA RAEE				
<p><b>Asociaciones Clave</b> </p> <p>¿Quiénes son nuestros socios clave?</p> <p>E-Waste (organización no gubernamental)</p> <p>Recelca (empresa privada)</p> <p>ANAM (Asociación Nacional de Municipalidades)</p>	<p><b>Actividades Clave</b> </p> <p>¿Cuáles actividades clave requieren nuestra propuesta de valor?</p> <p>Recolección de tarjetas electrónicas</p> <p>Recolección de carcasa AEE de las 10 categorías</p> <p>Construcción de la Plaza</p> <p>Subcontratar a los técnicos específicos para cada taller de la Plaza</p> <p>Diseño de Joyas</p> <p>Diseño y construcción del cajero</p> <p>Diseño y construcción de vehículo para transportar RAEE</p> <p>¿Cuáles actividades clave requieren nuestros canales?</p> <p>Realizar convenio con ANAM, E-Waste y Recelca para apoyo en sensibilización</p> <p>Establecer logística de rutas de recolección</p> <p>¿Cuáles actividades clave requieren nuestras relaciones con los clientes?</p> <p>Realizar cita con cada cliente para presentar el proyecto</p> <p>Convenios para colocación del cajero en las instalaciones de nuestros clientes</p> <p>Convenios con las empresas que darán los cupones para el cajero o para el servicio de recolección</p> <p>Convenio para ofrecer los servicios de acopio y transporte</p> <p>¿Cuáles actividades clave requieren nuestras fuentes de ingresos?</p> <p>Establecer nuestro punto de equilibrio de recolección de tarjetas</p> <p>Establecer claramente en los convenios el margen de ganancia para el proyecto y para el cliente</p> <p>Identificar nuestros proveedores estrella</p> <p><b>CATEGORÍAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción</li> <li>- Resolución de problemas</li> <li>- Plataforma/Redes de Contacto</li> </ul>	<p><b>Propuesta de Valor</b> </p> <p>¿Qué valor estamos entregando a los clientes?</p> <p>Porcentaje de ganancia</p> <p>Reconocimiento ante la sociedad por su apoyo al reciclaje y al medio ambiente</p> <p>¿Cuál problema estamos ayudando a resolver?</p> <p>Generación de contaminación por RAEE mal desechado</p> <p>Proliferación de enfermedades relacionada con metales pesados</p> <p>Extracción de metales vírgenes del suelo</p> <p>Falta de empleo para áreas técnicas</p> <p>¿Cuál necesidad estamos satisfaciendo?</p> <p>Generación de Empleo</p> <p>Aprovechamiento de RAEE</p> <p>¿Qué paquetes de productos o servicios estamos ofreciendo a cada segmento de clientes?</p> <p>A los receptores del cajero les ofrecemos reconocimiento ante la sociedad y porcentaje de ganancia</p> <p>A las empresas que dan los cupones les ofrecemos publicidad de sus productos y/o servicios en el cajero a cambio de cierto monto mensual</p> <p>A los recicladores les ofrecemos las tarjetas a precio competitivo</p>	<p><b>Relación con los Clientes</b> </p> <p>¿Qué tipo de relación esperamos establecer y mantener con cada tipo de segmentos de clientes?</p> <p>Comunicación constante y transparencia de información sobre nuestra visión y objetivos específicos</p> <p>¿Qué relaciones hemos establecido?</p> <p>Convenios de negocios con empresas de prestigio</p> <p>¿Cómo se integran estas relaciones con el resto de nuestro modelo de negocio?</p> <p>Son necesarias para el éxito de la mipyme</p> <p>¿Cuánto nos cuestan estas relaciones?</p> <p>Disminución de ganancias</p> <p>Quiebre de la mipyme</p>	<p><b>Segmentos de Clientes</b> </p> <p>¿Quiénes son nuestros clientes más importantes?</p> <p>Centros Comerciales:</p> <p>Miraflores, Oakland, Santa Clara, etc.</p> <p>Supermercados:</p> <p>Despensa Familiar, Econosuper, Walmart, Paiz, La Torre, Súper 24</p> <p>Tiendas comerciales:</p> <p>Sear, Curacao, Siman, El Gallo mas Gallo, Electra, Paiz, Cemaco, Agencias Way</p> <p>Bancos del sistema</p> <p>Restaurants</p> <p>¿Para quién estamos creando valor?</p> <p>Para todos nuestros clientes que deseen apoyar a las actividades de reciclaje y manejo ambiental</p>
<p>¿Quiénes son nuestros proveedores clave?</p> <p>Recicladoras formales</p> <p>Recicladoras informales</p> <p>Los hogares de los habitantes de la ciudad de Guatemala</p> <p>Talleres de reparación de electrodomésticos</p>	<p><b>Recursos Clave</b> </p> <p>¿Qué recursos clave requieren nuestra Propuesta de Valor?</p> <p>Carcasa de AEE de todas las categorías</p> <p>Herramientas y equipo de construcción del cajero</p> <p>Una bodega para localización de taller y oficinas</p> <p>Un técnico o ingeniero en electrónica</p> <p>¿Qué recursos clave requieren nuestros Canales?</p> <p>Vehículo con contenedores especiales</p> <p>Vehículo de carga y transporte de equipo pesado</p> <p>Programa de control de logística de recolección</p> <p>¿Qué recursos clave requieren nuestras Relaciones con los Clientes?</p> <p>Plan de negocios</p> <p>Secretaría para atención a clientes</p> <p>Teléfono y computadora</p> <p>¿Qué recursos clave requieren nuestras Fuentes de Ingresos?</p> <p>Flujo de caja</p> <p>Cantidad de tarjetas electrónicas</p> <p>Carcasa de AEE de todas las categorías</p> <p>Programa de control financiero y contable</p> <p><b>TIPOS DE RECURSOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Físicos</li> <li>- Intelectuales (Marcas, patentes, bases de datos...)</li> <li>- Humanos</li> <li>- Económicos</li> </ul>	<p><b>Canales de Distribución</b> </p> <p>¿Mediante cuáles canales nuestros segmentos de clientes quieren ser alcanzados?</p> <p>Visitas y entrevistas</p> <p>Llamadas telefónicas y correos electrónicos</p> <p>Creación de una página web</p> <p>¿Cómo los estamos alcanzando ahora?</p> <p>Comunicación constante y transparencia de información sobre nuestra visión y objetivos específicos</p> <p>¿Cómo están integrados nuestros canales?</p> <p>Visitas y entrevistas</p> <p>Llamadas telefónicas y correos electrónicos</p> <p>Creación de una página web</p> <p>¿Cuáles funcionan mejor?</p> <p>Visitas y entrevistas</p> <p>Creación de una página web</p> <p>¿Cuáles son los más eficientes (costo beneficio)?</p> <p>Llamadas telefónicas y correos electrónicos</p> <p>Creación de una página web</p> <p>¿Cómo podemos integrarlos a las rutinas de nuestros clientes?</p> <p>Visitas trimestrales</p> <p>Colocar logos de clientes en la página web</p> <p><b>CARACTERÍSTICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Innovación</li> <li>- Mejor desempeño que los competidores</li> <li>- Mayor efectividad que otros productos/servicios</li> <li>- Mejor diseño</li> <li>- Marca/Estatus</li> <li>- Ventaja en precio</li> <li>- Ventaja en costos</li> <li>- Menor riesgo que otros productos/servicios</li> <li>- Accesibilidad</li> <li>- Conveniencia/facilidad de uso</li> </ul>	<p>¿Cómo los estamos alcanzando ahora?</p> <p>Comunicación constante y transparencia de información sobre nuestra visión y objetivos específicos</p> <p>¿Cómo están integrados nuestros canales?</p> <p>Visitas y entrevistas</p> <p>Llamadas telefónicas y correos electrónicos</p> <p>Creación de una página web</p> <p>¿Cuáles funcionan mejor?</p> <p>Visitas y entrevistas</p> <p>Creación de una página web</p> <p>¿Cuáles son los más eficientes (costo beneficio)?</p> <p>Llamadas telefónicas y correos electrónicos</p> <p>Creación de una página web</p> <p>¿Cómo podemos integrarlos a las rutinas de nuestros clientes?</p> <p>Visitas trimestrales</p> <p>Colocar logos de clientes en la página web</p>	<p><b>EJEMPLOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mercado masivo</li> <li>- Nicho de mercado</li> <li>- Segmentos</li> <li>- Diversificado</li> <li>- Plataforma multiuso</li> </ul>
<p><b>Estructura de Costes</b> </p> <p>¿Cuáles son los costes más importantes en nuestro modelo de negocio?</p> <p>Transporte de los residuos a la Plaza RAEE</p> <p>Energía eléctrica para soldar</p> <p>Equipo conexión electrónica y soldadura de varios tipos</p> <p>¿Cuáles Recursos Clave son los más costosos?</p> <p>Equipo conexión electrónica y soldadura de varios tipos</p> <p>Compra y adecuación del vehículo para el transporte</p> <p>¿Cuáles Actividades Clave son las más costosas?</p> <p>Soldadura</p> <p><b>TIPOS DE RECURSOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Físicos</li> <li>- Intelectuales (Marcas, patentes, bases de datos...)</li> <li>- Humanos</li> <li>- Económicos</li> </ul> <p><b>MOTIVOS PARA BUSCAR ASOCIARSE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Know how externo, experiencia</li> <li>- Reducción de riesgo e incertidumbre</li> <li>- Adquisición de un recurso o actividad en particular</li> </ul> <p><b>TIPOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pago por uso</li> <li>- Cuota por suscripción</li> <li>- Préstamo, renta, sub-arrendamiento</li> </ul> <p><b>PRECIO FIJO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de precios</li> <li>- Ajustable a las características del producto/servicio</li> <li>- Ajustable al segmento</li> <li>- Ajustable al volumen</li> </ul> <p><b>PRECIO DINÁMICO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Negociación</li> <li>- Gestión de márgenes</li> <li>- Precio de acuerdo al mercado en tiempo real</li> </ul>	<p><b>Fuentes de Ingresos</b> </p> <p>¿Por cuál valor (propuesta de valor) nuestros clientes están dispuestos a pagar?</p> <p>Gestión de los residuos eléctricos y electrónicos, específicamente de grandes electrodomésticos</p> <p>¿Qué es lo que pagan actualmente?</p> <p>Gestión de los desechos domiciliarios comunes. Puede ser municipal o privada.</p> <p>¿Cómo están pagando? ¿Cómo prefieren pagar?</p> <p>Pagan el servicio mensual, así desean seguir. Q25.00 a Q40.00 mensuales</p> <p>¿Cuánto aporta cada fuente de ingresos a los ingresos generales del negocio?</p> <p>Fuente de ingreso directo</p> <p><b>TIPOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pago por uso</li> <li>- Cuota por suscripción</li> <li>- Préstamo, renta, sub-arrendamiento</li> </ul> <p><b>PRECIO FIJO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de precios</li> <li>- Ajustable a las características del producto/servicio</li> <li>- Ajustable al segmento</li> <li>- Ajustable al volumen</li> </ul> <p><b>PRECIO DINÁMICO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Negociación</li> <li>- Gestión de márgenes</li> <li>- Precio de acuerdo al mercado en tiempo real</li> </ul> <p><b>NUESTRO NEGOCIO ESTA BASADO EN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo de los costes</li> <li>- Crear Valor</li> </ul> <p><b>CARACTERÍSTICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Costos Fijos</li> <li>- Costos Variables</li> <li>- Economías de escala</li> <li>- Economías de espectro</li> </ul>			

## 6.6. Discusión de resultados

No está definido un tratamiento adecuado de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el país, por lo tanto, no se ha medido el impacto social, económico y ambiental de estos residuos; esto dificulta realizar políticas para su gestión integral.

Al conocer el flujo de los RAEE, estos pueden ser manejados adecuadamente, y podrán someterse a un procedimiento de reutilización y así favorecer la vida útil de los sitios de disposición final.

Además, con el desarrollo de oportunidades de trabajo identificadas e integradas en la Plaza RAEE, estas mipymes son las nuevas alternativas de solución, al disminuir la exportación de los metales preciosos de los RAEE (minería urbana) hacia las potencias extranjeras, impulsando estas mipymes sostenibles, contribuyendo así al desarrollo económico del país, apoyando a la disminución de la pobreza, generando nuevas fuentes de trabajo y de negocios sostenibles.

Por lo que después de desarrollar este estudio se puede responder estas preguntas:

¿Es factible la autosuficiencia en la gestión integral de los RAEE en la ciudad de Guatemala?

Sí. Es necesario realizar un estudio de prefactibilidad en cada mipyme identificada para determinar las ventajas y desventajas dentro del ámbito guatemalteco.

¿Pueden los resultados ser aplicadas en todos los flujos de RAEE, principalmente los aparatos especiales?

Sí. Ya que se analizaron las 10 categorías según Real Decreto 110/2015, en el que se incluyeron la mayor parte de AEE existentes. Es importante recordar que todos los aparatos eléctricos y electrónicos en esencia tienen similares componentes, por ende, la propuesta demuestra una solución integral en el manejo de estos residuos

### **6.7. Vinculación**

Se tuvo vínculos con el Laboratorio de Análisis Físicoquímico del Centro de Investigaciones de Ingeniería y la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería, USAC; además, de comunicación con los sectores relacionados con el tratamiento y reciclaje de los RAEE. Además, de todas las instituciones donde se realizará difusión.

### **6.8. Estrategia de difusión y publicación**

Todos los reportes generados serán publicados en sectores nacionales relacionados con la gestión de residuos, revista científica de la Escuela de Ingeniería Química y el boletín del Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Arquitectura e Ingeniería, Congreso GRAL (Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe.) y en el proyecto Alianza de Investigación de la Unión Europea y el Caribe para la mejora del manejo de residuos (Caribbean European Union Research Alliance 4 Better Waste Management), conocido como CARE4WASTE.

## 7. Conclusiones

- 7.1. El modelo de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) consiste en desarrollar una mipyme denominada Plaza RAEE, dedicada a la minería urbana y al aprovechamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la ciudad de Guatemala.
- 7.2. De acuerdo con la teoría de la GIRS y a la investigación realizada, la actividad principal de gestión integral que se realiza en Guatemala es el acopio de RAEE, el cual es separado mecánicamente y exportado principalmente a Alemania.
- 7.3. De las diez categorías de AEE, los aparatos eléctricos y electrónicos que se adquieren, descomponen y desechan con mayor frecuencia son: aparatos de alumbrado fluorescentes, los relojes, teléfonos celulares, videojuegos, remachadores y aparatos de cardiología y entre los electrodomésticos de mayor tamaño, los más desechados son los televisores, microondas, lavadoras y máquinas expendedoras de bebidas calientes.
- 7.4. Las mipymes identificadas de minería urbana, relacionados con la gestión integral de RAEE son: un museo y cafetería, talleres de reparación de diferentes tipos de AEE, recicladora, talleres de joyería, tapicería, soldadura y de elaboración de morteros, cajero y vehículos adaptados a la captación de pequeños y grandes AEE, incentivando al usuario al acopio a través de entrega de cupones de descuento y promociones de marcas reconocidas a nivel nacional.
- 7.5. El estudio técnico de la propuesta de modelo de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, indica que es viable el desarrollo de una mipyme de minería urbana con los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) de mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala.

## **8. Recomendaciones**

- 8.1.** Elaborar la huella ecológica del modelo de GIRS de la mipyme denominada Plaza RAEE, dedicada a la minería urbana y al aprovechamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la ciudad de Guatemala para determinar si sus procesos de reciclaje y reutilización son amigables con el ambiente.
- 8.2.** Realizar un diagrama de explosión de los componentes de cada aparato eléctrico y electrónico enlistado en las diez categorías de RAEE según Real Decreto 110/2015, para facilitar la separación mecánica, clasificación y tratamiento de los mismos.
- 8.3.** Identificar y clasificar los AEE que no se encuentran contemplados en las diez categorías de aparatos eléctricos y electrónicos según Real Decreto 110/2015, así como, los RAEE que se encuentran en los equipos industriales, los medios de transporte: terrestres, aéreos y marítimos, para determinar su tratamiento y disposición final respetuosa con el medio ambiente.
- 8.4.** Realizar estudios técnicos para cada mipyme identificada de minería urbana, relacionada con la gestión integral de RAEE, para determinar a detalle las características propias de cada oportunidad de negocio.
- 8.5.** Realizar un estudio de factibilidad de la propuesta de modelo de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, para determinar su factibilidad y viabilidad financiera en el desarrollo de una mipyme de minería urbana con los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) de mayor grado de obsolescencia en la ciudad de Guatemala.

## 9. Bibliografía

- Artaraz, Miren. 2001. Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Ecosistemas* X, n.º 3: 1-6. doi:10.7818/RE.2014.11-2.00.
- Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán. s.f. Presentación, Guatemala: AMSA, pp. 1-39.
- Calderon, Juan T., Carlos Alcívar, y Johanna Acebo. 2012. *Metales preciosos en residuos electrónicos para su refinación en el Ecuador*. Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Centro de Derecho Ambiental. 2010. *Guía de contenidos legales para la gestión de los residuos electrónicos*. Chile: Facultad de Derecho, Universidad de Chile. p44.
- Ciudad San Nicolas Los Arrollos 2017. *CLASIFICACIÓN RAEE*. Argentina: gobierno de Argentina <https://www.sannicolas.gov.ar/index.php?b=rae&&bb=clasificacion>.
- CONPES 3874. 2016. *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. P 73. <http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/Paginas/default/CONPES3874.pdf>.
- De León Morán, Tannia Magaly, 2016. *Tratamiento primario de los residuos sólidos provenientes de las fotoceldas utilizadas en los sistemas de alumbrado público*, tesis de Maestría en Energía y Ambiente, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1-106.
- Deusto, Chicago. 2014. Manual de estilo Chicago Deusto. Javier Torres Ripa (ed.) *Publishing Research Quarterly* 30, n.º 2, pp. 273-74.
- Dieterich, Heinz. 2001. *Nueva guía para la investigación científica*. México: Editorial Planeta Mexicana.
- Ecología y Medio. 2017. Clasificación de residuos GTC-24. <http://medioambiente2011.blogspot.com/2011/01/dia-mundial-del-agua.html>.
- Estévez, Ricardo. 2013. 5 maneras de crear la cultura de la sostenibilidad en tu empresa. *ECOINTELIGENCIA*. <https://www.ecointeligencia.com/2013/11/5-maneras-cultura-sostenibilidad-empresa/>.
- ECONORMAS. 2014. *Buenas Prácticas para la Gestión Sostenible de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)*. Argentina
- Hernández Pacheco, Paz. 2013. #ElOjoConLaEmpresa – Herramientas eco (II): el plan de minimización de residuos y emisiones. *El ojo Sostenible Soluciones y Estrategias* <https://elajosostenible.wordpress.com/2013/10/09/eljoconlaempresa-herramientas-eco-ii-el-plan-de-minimizacion-de-residuos-y-emisiones/>.

- Fernández Protomastro, Gustavo. 2013. Libro *Minería urbana y la gestión de los residuos electrónicos*. Argentina: Ediciones iSalud
- Fundación para la Economía Circular. Economía Circular. 2017. *Economía circular org. ámbito ibérico, España y Portugal, Europa, la cuenca mediterránea y Latinoamérica*
- Jiménez, Juan Domínguez, Seco Benedicto, Maite. 2010. *Análisis Económico-Financiero*. España: Escuela de Organización Industrial.
- Marín, F, y V Henao. 2012. *Manual Para el Manejo Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.  
[http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4684/2/628445M337E\\_Anexo.pdf](http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4684/2/628445M337E_Anexo.pdf)
- MARN. 2017. *Ciclo del proyecto de 2017*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. WWW.MARN.GOB.GT.
- Martínez Permanyer, Olga. 2013. *Situación e impacto de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) caso de estudio: los ordenadores*. Máster de Sostenibilidad, Universidad Politécnica de Barcelona, España. 2013, pp. 6-56.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2016. *La gestión de los Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos Real decreto 110/2015*. España
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2013. *Ley 1672, 2013, 13*. Colombia.  
[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2013/ley\\_1672\\_2013.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2013/ley_1672_2013.pdf)
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, s.f. *Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos*. Guatemala: MARN.  
[http://www.marn.gob.gt/noticias/noticia/MARN\\_presenta\\_Política\\_Nacional\\_para\\_la\\_gestión\\_Integral\\_de\\_los\\_Residuos\\_y\\_Desechos\\_Slidos](http://www.marn.gob.gt/noticias/noticia/MARN_presenta_Política_Nacional_para_la_gestión_Integral_de_los_Residuos_y_Desechos_Slidos). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. *Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*.  
Colombiadoi:10.1016/j.egypro.2016.11.209.
- MSPAS. Departamento de Salud Pública. 2010. *Estadísticas 2009 y 2010*. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencias Social
- Orozco Escobar, Lesly Yamileth. 2007. Caracterización, administración y manejo de los residuos de instrucción en proyectos de ingeniería. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2014, pp. 35-105.
- Palacios, Donaldo. 2011. *MIPYMES en Guatemala*. Guatemala.  
<http://MIPYMESguatemala.blogspot.com/2011/09/definicion-de-MIPYMES.html>

- PNUD. 2017. *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo*. <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.
- PROTO. 2015. Economía circular y minería urbana. <https://i0.wp.com/cdn01.ib.infobae.com/adjuntos/162/imagenes/010/488/0010488013.jpg?resize=816%2C9999>.
- Retuerto Figueroa, Mónica Guadalupe. 2015. *Resumen Problemática de los residuos sólidos en Perú*. Perú. <https://es.slideshare.net/luperet/residuos-solidos-permgrf-43575751>.
- Seas at Risk. Why the Ocean Matters. Europa. 2021. <https://seas-at-risk.org/>
- Sánchez Quintero, Mary Alejandra. 2016. Identificación de la situación actual manejo y la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y Electrónicos -Rae- en la zona urbana del municipio de Cajica. Tesis de profesional universitario en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Bogotá, Colombia, pp. 1-48.
- Secretaría de Ambiente, Agencia de Protección Ambiental. 2017. *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*, Buenos Aires. <http://www.buenosaires.gob.ar/agenciaambiental/residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos>.
- Serrano, G.; Ferreira, S. s. f. Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. En *Aprovechamiento de escombros para la producción de concreto II*. Banrranquilla, Colombia
- Solis Reyes, Angela Abigail. 2015. Implementación de una ley que regule el manejo de desechos eléctricos y electrónicos en Guatemala, tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Rafael Landívar. 2015, pp. 1-158.
- Subdirección General de Programación Gerencia de Planeación Hidráulica. «Planeación de proyectos orientada a objetivos método zopp», 2000, 37. Comisión Nacional del Agua, México, 2000.
- Universidad de La Guajira. Sostenibilidad Uniguajira. 2021. [http://sostenibilidaduniguajira.blogspot.com/p/blog-page\\_14.html](http://sostenibilidaduniguajira.blogspot.com/p/blog-page_14.html).
- ULLOA, S. A. 2017. EJEMPLO GIRS. <http://ulloaperu.com/gestion-integral-de-residuos/>.
- UNESCO. 2012. *Los residuos electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe*.

- ONU. 2017. Objetivos de Desarrollo. <http://onu.org.gt/objetivos-de-desarrollo/>.
- Valencia, Generakitat. 2017. Gestión de RAEE. <http://slideplayer.es/slide/2688624/>.
- Vega, Daniel y Oswaldo. 2015. *Sistema de información para el apoyo de la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la Universidad de Cartagena*. Tesis de Ingeniería en Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena, Colombia. p81.
- Victoria, Ciudad, Edgar Pérez, Jesús Racero Morenoz, y Gabriel Villa Caro. 2007. *Residuos sólidos (los métodos y sus aplicaciones)*. *CienciaUAT*, vol 1, núm. 4, abril-junio, 2007, pp.58-60, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Vitoria México
- Volta. 2019. Fundamentos de la gestión de residuos. <https://www.voltachile.cl/fundamentos-de-la-gestion-de-residuos/>.
- Zamora Arenales, Jennifer Waleska. 2013. Sólidos Del Municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, pp. 100-122

## 10. Glosario

- °C Grados centígrados
- AEE Aparato eléctrico y electrónico
- AM Acuerdo ministerial
- AGEXPORT Asociación de Exportadores de Guatemala
- AMSA Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca de Lago de Amatitlán
- AMSCLAE Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno –
- ANAM Asociación Nacional de Municipalidades de la República de Guatemala
- CALAS Centro de Acción Legal, Ambiental y Social de Guatemala
- CARE4WASTE Caribbean European Union Research Alliance 4 Better Waste Management, (Alianza de Investigación de la Unión Europea y el Caribe para la mejora del manejo de residuos)
- Carcasa Armazón exterior de una cosa y/o aparato
- CD Compact Disc (disco compacto)
- CGP+L Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia
- CIFA-FARUSAC Centro de Investigaciones de Facultad de Arquitectura
- CII-FIUSAC Centro de Investigación de Facultad de Ingeniería
- CIU Clasificación Industrial Internacional Uniforme

CIU Código Industrial Internacional Uniforme

cm centímetro

CONAP Consejo Nacional de Áreas  
Protegidas

COP21 Conferencia sobre el Cambio Climático de año 2021

dB decibelio

dBa para la medición de decibelios se utiliza un filtro de ponderación para el oído humano que solo capta frecuencias entre 20 y 20.000 Hz y a una distancia de 50 centímetros

DBO demanda bioquímica de oxígeno (DBO) o biochemical oxygen demand (BOD)

DIGARN Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales,

DIGI Dirección General de Investigación

DPI Documento personal de identificación

DQO demanda química de oxígeno (DQO) o chemical oxygen demand (COD)

e-Waste de Guatemala, es una asociación no lucrativa 100% guatemalteca dedicada a la preservación del medio ambiente a través del manejo de desechos electrónicos

GIRS Gestión Integral de Residuos Sólidos

GRAL Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe

gt Guatemala

*h* Hora

H<sub>2</sub>O Agua

HCl Ácido clorhídrico

HNO<sub>3</sub> Ácido nítrico

IARNA Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente

ICTA Instituto de Ciencia y Tecnología

IGSS Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

IIA-FAUSAC Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía

IIQB Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas –

INAB Instituto Nacional de Bosques

INDE Instituto Nacional de Electrificación

IRTRA Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa privada de Guatemala

ISO Impuesto de solidaridad

ISR Impuesto sobre la renta

IUPAC International Union of Pure and Applied Chemistry (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada)

IVA Impuesto al Valor Agregado

kg kilogramo

km Kilometro

kt Kilotón

kw kilowatt

LAPROMED USAC Laboratorio de Producción de Medicamentos

LED light-emitting diode (diodo emisor de luz)

lm lumen

$m^3$  Metros cúbicos

MARN Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

ME Medianas empresas

MEM Ministerio de Energía y Minas

Mipymes Microempresas, pequeñas y medianas empresas

mL Mililitro

MOSCAMED mosca del mediterráneo

MSPAS Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

NIT Número de identificación tributaria

ODM Objetivos del Desarrollo Milenio

ODS Objetivos del Desarrollo Sostenible

- OHSAS DDe las siglas en inglés Occupational Health and Safety Assesment Series, es un sistema de gestión Salud Ocupacional y Series de Evaluación de la Seguridad dentro de una organización
- OMS Organización Mundial de la Salud
- ONU Organización de la Naciones Unidas
- PCB's policlorobifenilos
- PE Pequeñas empresas
- PET polietilentereftalato
- pH Grado de acidez
- POT Plan de Ordenamiento Territorial
- PROMIPYMES Programa de Promoción y Apoyo a la Micro, Pequeña y Mediana Empresa
- PRONACOM Programa Nacional de Competitividad
- PVC Policloruro de vinilo
- Q. Quetzal
- QR Quick Response code (código de respuesta rápida)
- RAEE Residuo de aparato eléctrico y electrónico
- RECELCA Reciclaje de Electrónicos Centroamericanos, S.AEs una empresa privada dedicada al manejo, reciclaje y destrucción de equipos electrónicos en desuso y obsoletos
- RECSA Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental

RELAC Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en  
Latinoamérica y el Caribe

RFB Retardantes de fuego bromados

rpm Revoluciones por minuto

SCRAPEX Planta de reciclaje guatemalteca

TCI Tecnologías de la Comunicación y la Información

TCR tubo de rayos catódicos

TSE Tribunal supremo electoral

USAC Universidad de San Carlos de Guatemala

v Voltios

W watts

**11. Índice de tablas**

Tabla 1: Clasificación de las empresas mipymes en Guatemala	36
Tabla 2: Instrumentos legales ambientales nacionales, acuerdos y convenios internacionales	39
Tabla 3: Volumen de aire necesario por persona/h/m <sup>3</sup>	41
Tabla 4: Renovación necesaria de aire en número de veces	41
Tabla 5: Niveles recomendados de iluminación	42
Tabla 6: Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo	46
Tabla 7: Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativo	46
Tabla 8: Evaluación de impactos generados en la matriz de Leopold	47
Tabla 9: Ejemplo de matriz de Leopold	47
Tabla 10: Síntesis de hallazgos de la investigación de actores relevantes en la gestión de RAEE en Guatemala	52
Tabla 11: Clasificación según Real Decreto 110/2015, del 05 de febrero de 2015, sobre aparatos eléctricos y electrónicos a la gestión de sus residuos.	66
Tabla 12: Ficha técnica de la mipyme denominada Museo RAEE	123
Tabla 13: Ficha técnica de la mipyme denominada Talleres de Reparación AEE	127
Tabla 14: Ficha técnica de la mipyme denominada Cajero-RAEE	128
Tabla 15: Ficha técnica de la mipyme denominada Recicladora RAEE	130
Tabla 16: Ficha técnica de la mipyme denominada RAEE-móvil	132
Tabla 17: Ficha técnica de la mipyme denominada Taller de enderezado y pintura	133
Tabla 18: Ficha técnica de la mipyme denominada Tapi-RAEE	135
Tabla 19: Ficha técnica de la mipyme denominada Joyería RAEE (Laboratorio RAEE, Taller de Joyería y tienda)	136

Tabla 20: Descripción del puesto de administrador	156
Tabla 21: Descripción de los puestos técnicos, industrial, mecánico, químico, electrónico, electromecánico, en refrigeración, administrador, diseñador, joyero, tapicero y enderezador	157
Tabla 22: Descripción de puestos operativo en secretaria, contador, conserje, guardia, operario, cargador, bodeguero, vendedor, cajero, cocinero, barista y mesero	158
Tabla 23: Categorización de actividad económica de Plaza RAEE en el Listado Taxativo	164
Tabla 24: Matriz de Leopold, durante la construcción	163
Tabla 25: Matriz de Leopold, durante la operación	169
Tabla 26: Matriz de Leopold: durante el cierre de operaciones	172
Tabla 27: Lienzo Canvas de la Plaza RAEE	177

## 12. Índice de figuras

Figura 1: Modelo Canvas	21
Figura 2: Clasificación de residuos por colores	23
Figura 3: Clasificación de los residuos sólidos según MARN en Guatemala	24
Figura 4: Clasificación de aparatos eléctricos y electrónicos por color de línea	25
Figura 5: Clasificación de los RAEE Andalucía, según Real Decreto 110/2015	26
Figura 6: Valorización económica de los RAEE	28
Figura 7: Pirámide de la gestión integral de residuos	30
Figura 8: Sistema de gestión integral de residuos	31
Figura 9: Ejemplo de gestión integral de residuos	32
Figura 10: Desarrollo sostenible	33
Figura 11: Objetivos de desarrollo sostenible	34
Figura 12: Diagrama de economía circular	35
Figura 13: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	37
Figura 14: Ponderación de impactos en la matriz de Leopold	45
Figura 15: Composición general de los residuos y desechos sólidos comunes en Guatemala	50
Figura 16: Ingreso de desechos por municipio en AMSA	51
Figura 17: Flujo de gestión actual de un RAEE en ciudad Guatemala	56
Figura 18: Actividades del sistema de gestión integral de RAEE	57
Figura 19: GIRS-RAEE: Prevención y minimización	58
Figura 20: GIRS-RAEE: Recolección	59
Figura 21: GIRS-RAEE: Reúso y reciclaje	60
Figura 22: GIRS-RAEE: Disposición	61

Figura 23: GIRS-RAEE: Administración	62
Figura 24: GIRS-RAEE: Investigación	63
Figura 25: Síntesis de los actores en la gestión de RAEE	64
Figura 26: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 1 grandes electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021	71
Figura 27: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 2 pequeños electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021	72
Figura 28: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 3 equipos de informática y telecomunicaciones. Año 2018, 2019 y 2021	73
Figura 29: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 4 aparatos electrónicos de consumo. Año 2018, 2019 y 2021	74
Figura 30: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 5 aparatos de alumbrado. Año 2018, 2019 y 2021	75
Figura 31: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 6 herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales). Año 2018, 2019 y 2021	76
Figura 32: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 7 juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre. Año 2018, 2019 y 2021	77
Figura 33: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 8 aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados). Año 2018, 2019 y 2021	78
Figura 34: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 9 instrumentos de vigilancia y control. Año 2018, 2019 y 2021	79
Figura 35: Cantidad de aparatos en funcionamiento en casa, categoría 10 máquinas expendedoras. Año 2018, 2019 y 2021	80
Figura 36: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 1 grandes electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021	81
Figura 37: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 2 pequeños electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021	82

Figura 38: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 3 equipos de informática y telecomunicaciones. Año 2018, 2019 y 2021	83
Figura 39: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 4 aparatos electrónicos de consumo. Año 2018, 2019 y 2021	84
Figura 40: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 5 aparatos de alumbrado. Año 2018, 2019 y 2021	85
Figura 41: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 6 herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales). Año 2018, 2019 y 2021	86
Figura 42: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 7 juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre. Año 2018, 2019 y 2021	87
Figura 43: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 8 aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados). Año 2018, 2019 y 2021	88
Figura 44: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 9 instrumentos de vigilancia y control. Año 2018, 2019 y 2021	89
Figura 45: Cantidad de aparatos descompuestos en casa, categoría 10 máquinas expendedoras. Año 2018, 2019 y 2021	90
Figura 46: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 1 grandes electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021	91
Figura 47: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 2 pequeños electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021	92
Figura 48: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 3 equipos de informática y telecomunicaciones. Año 2018, 2019 y 2021	93
Figura 49: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 4 aparatos electrónicos de consumo. Año 2018, 2019 y 2021	94
Figura 50: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 5 aparatos de alumbrado. Año 2018, 2019 y 2021	95

Figura 51: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 6 herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales). Año 2018, 2019 y 2021	96
Figura 52: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 7 juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre. Año 2018, 2019 y 2021	97
Figura 53: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 8 aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados). Año 2018, 2019 y 2021	98
Figura 54: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 9 instrumentos de vigilancia y control. Año 2018, 2019 y 2021	99
Figura 55: Razones frecuentes por las que se adquieren o cambian aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar, categoría 10 máquinas expendedoras. Año 2018, 2019 y 2021	100
Figura 56: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 1 grandes electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021	101
Figura 57: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 2 pequeños electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021	102
Figura 58: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 3 equipos de informática y telecomunicaciones. Año 2018, 2019 y 2021	103
Figura 59: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 4 aparatos electrónicos de consumo. Año 2018, 2019 y 2021	104
Figura 60: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 5 aparatos de alumbrado. Año 2018, 2019 y 2021	105
Figura 61: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 6 herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales). Año 2018, 2019 y 2021	106
Figura 62: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 7 juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre. Año 2018, 2019 y 2021	107

Figura 63: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 8 aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados). Año 2018, 2019 y 2021	108
Figura 64: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 9 instrumentos de vigilancia y control. Año 2018, 2019 y 2021	109
Figura 65: Frecuencia con la que se cambia o adquiere un aparato eléctrico o electrónico, categoría 10 máquinas expendedoras. Año 2018, 2019 y 2021	110
Figura 66: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 1 grandes electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021	111
Figura 67: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 2 pequeños electrodomésticos. Año 2018, 2019 y 2021	112
Figura 68: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 3 equipos de informática y telecomunicaciones. Año 2018, 2019 y 2021	113
Figura 69: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 4 aparatos electrónicos de consumo. Año 2018, 2019 y 2021	114
Figura 70: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 5 aparatos de alumbrado. Año 2018, 2019 y 2021	115
Figura 71: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 6 herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales). Año 2018, 2019 y 2021	116
Figura 72: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 7 juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre. Año 2018, 2019 y 2021	117
Figura 73: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 8 aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados). Año 2018, 2019 y 2021	118
Figura 74: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 9 instrumentos de vigilancia y control. Año 2018, 2019 y 2021	119

Figura 75: Aparatos eléctrico y/o electrónicos desechados con mayor frecuencia, categoría 10 máquinas expendedoras. Año 2018, 2019 y 2021	120
Figura 76: ¿Contrata algún servicio especial para la gestión de sus RAEE?	121
Figura 77: ¿Utiliza la infraestructura municipal para la gestión de sus RAEE?	121
Figura 78: ¿Utiliza chatarreros para la gestión de sus RAEE?	122
Figura 79: ¿Sabe qué hace su gestor de RAEE con los aparatos que le entrega?	122
Figura 80: Oportunidades de negocio identificadas en la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	124
Figura 81: Diagrama de flujo de la Plaza RAEE	142
Figura 82: Propuesta de distribución de planta de la Plaza RAEE	143
Figura 83: Organigrama de puestos en la Plaza RAEE	155

## 13. Anexos

### 13.1. Modelo de encuesta para determinar el AEE con mayor grado de obsolescencia

#### ENCUESTA GESTIÓN INTEGRAL DE RAEE

##### Proyecto Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (GI-RAEE) 2021

- Según Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España

##### INFORMACIÓN GENERAL

- Dirección de correo electrónico
- SECCIÓN
- NÚMERO DE GRUPO
- REGISTRO ACADÉMICO
- CUI
- NOMBRE COMPLETO
- CARRERA

##### DATOS DEL HOGAR DEL ENCUESTADO

- APELLIDOS FAMILIA ENCUESTADA
- MAYOR NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO EN EL HOGAR
- COMUNIDAD LINGÜÍSTICA
- Cantidad de personas que viven en el domicilio
- Cantidad de hombres mayores de edad
- Cantidad de mujeres mayores de edad
- Cantidad de hombres de la tercera edad
- Cantidad de mujeres de la tercera edad
- Cantidad de niñas (0 a 10 años)
- Cantidad de niños (0 a 10 años)
- Cantidad de niñas (11 a 17 años)
- Cantidad de niños (11 a 17 años)
- Cantidad de personas con discapacidades
- Tipo de discapacidad

##### CONDICIONES DE DOMICILIO

- DEPARTAMENTO DEL DOMICILIO
- MUNICIPIO
- ZONA
- TIPO
- ¿Tiene acceso al agua potable?
- ¿Hay alcantarillado donde se ubica su vivienda?
- ¿Tiene acceso a luz eléctrica?
- ¿Tiene acceso a salud pública?
- ¿Tiene acceso a educación?

### CANTIDAD DE APARATOS EN FUNCIONAMIENTO EN CASA (0 A 15)

- CATEGORÍA 1: Grandes electrodomésticos
  - Grandes equipos refrigeradores.
  - Frigoríficos.
  - Congeladores.
  - Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos.
  - Lavadoras.
  - Secadoras.
  - Lavavajillas.
  - Cocinas.
  - Estufas eléctricas.
  - Placas de calor eléctricas.
  - Hornos de microondas.
  - Otros grandes aparatos utilizados para cocinar y en otros procesos de transformación de alimentos.
  - Aparatos de calefacción eléctricos.
  - Radiadores eléctricos.
  - Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse.
  - Ventiladores eléctricos.
  - Aparatos de aire acondicionado.
  - Otros aparatos de aireación, ventilación aspirante y aire acondicionado.
  
- CATEGORÍA 2: Pequeños electrodomésticos
  - Aspiradoras.
  - Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles.
  - Planchas y otros aparatos utilizados para planchar y para dar otro tipo de cuidados a la ropa.
  - Tostadoras.
  - Freidoras.
  - Molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes.
  - Cuchillos eléctricos.
  - Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitarse, aparatos de masaje y otros cuidados corporales.
  - Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo.
  - Balanzas.
  
- CATEGORÍA 3: Equipos de informática y telecomunicaciones
  - Grandes ordenadores.
  - Miniordenadores.
  - Unidades de impresión.
  - Ordenadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles tipo «notebook».
  - Ordenadores portátiles tipo «notepad».
  - Impresoras.
  - Copiadoras.
  - Máquinas de escribir eléctricas o electrónicas.
  - Calculadoras de mesa o de bolsillo.

- Otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica.
  - Sistemas y terminales de usuario.
  - Terminales de fax.
  - Terminales de télex.
  - Teléfonos.
  - Teléfonos de pago.
  - Teléfonos inalámbricos.
  - Teléfonos celulares.
  - Contestadores automáticos.
  - Otros productos o aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.
- CATEGORÍA 4: Aparatos electrónicos de consumo
    - Radios.
    - Televisores.
    - Videocámaras.
    - Vídeos.
    - Cadenas de alta fidelidad.
    - Amplificadores de sonido.
    - Instrumentos musicales.
    - Otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación.
  - CATEGORÍA 5: Aparatos de alumbrado
    - Luminarias para lámparas fluorescentes, excluidas las luminarias de hogares particulares.
    - Lámparas fluorescentes rectas.
    - Lámparas fluorescentes compactas.
    - Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.
    - Lámparas de sodio de baja presión.
    - Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz, excluidas las bombillas de filamentos.
  - CATEGORÍA 6: Herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales)
    - Taladradoras.
    - Sierras.
    - Máquinas de coser.
    - Herramientas para torneear, molturar, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar, encorvar o trabajar la madera, el metal u otros materiales de manera similar.
    - Herramientas para remachar, clavar o atornillar o para sacar remaches, clavos, tornillos o para aplicaciones similares.
    - Herramientas para soldar (con o sin aleación) o para aplicaciones similares.
    - Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas por otros medios.
    - Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería.
    - Otras herramientas.

- CATEGORÍA 7: Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre
  - Trenes eléctricos o coches en pista eléctrica.
  - Consolas portátiles.
  - Videojuegos.
  - Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, remar, etc.
  - Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos.
  - Máquinas tragaperras.
  - Otros juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre.
  
- CATEGORÍA 8: Aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados):
  - Aparatos de radioterapia.
  - Cardiología.
  - Diálisis.
  - Ventiladores pulmonares.
  - Medicina nuclear.
  - Aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro.
  - Analizadores.
  - Congeladores.
  - Pruebas de fertilización.
  - Otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades.
  
- CATEGORÍA 9: Instrumentos de vigilancia y control
  - Detector de humos.
  - Reguladores de calefacción.
  - Termostatos.
  - Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio.
  - Otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control).
  
- CATEGORÍA 10: Máquinas expendedoras
  - Máquinas expendedoras de bebidas calientes.
  - Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes.
  - Máquinas expendedoras de productos sólidos.
  - Máquinas expendedoras de dinero.
  - Todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos.

### **CANTIDAD DE APARATOS DESCOMPUESTOS EN CASA (0 A 15)**

- **CATEGORÍA 1: Grandes electrodomésticos**
  - Grandes equipos refrigeradores.
  - Frigoríficos.
  - Congeladores.
  - Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos.
  - Lavadoras.
  - Secadoras.
  - Lavavajillas.
  - Cocinas.
  - Estufas eléctricas.
  - Placas de calor eléctricas.
  - Hornos de microondas.
  - Otros grandes aparatos utilizados para cocinar y en otros procesos de transformación de alimentos.
  - Aparatos de calefacción eléctricos.
  - Radiadores eléctricos.
  - Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse.
  - Ventiladores eléctricos.
  - Aparatos de aire acondicionado.
  - Otros aparatos de aireación, ventilación aspirante y aire acondicionado.
  
- **CATEGORÍA 2: Pequeños electrodomésticos**
  - Aspiradoras.
  - Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles.
  - Planchas y otros aparatos utilizados para planchar y para dar otro tipo de cuidados a la ropa.
  - Tostadoras.
  - Freidoras.
  - Molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes.
  - Cuchillos eléctricos.
  - Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitarse, aparatos de masaje y otros cuidados corporales.
  - Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo.
  - Balanzas.
  
- **CATEGORÍA 3: Equipos de informática y telecomunicaciones**
  - Grandes ordenadores.
  - Miniordenadores.
  - Unidades de impresión.
  - Ordenadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles tipo «notebook».
  - Ordenadores portátiles tipo «notepad».
  - Impresoras.
  - Copiadoras.
  - Máquinas de escribir eléctricas o electrónicas.
  - Calculadoras de mesa o de bolsillo.

- Otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica.
  - Sistemas y terminales de usuario.
  - Terminales de fax.
  - Terminales de télex.
  - Teléfonos.
  - Teléfonos de pago.
  - Teléfonos inalámbricos.
  - Teléfonos celulares.
  - Contestadores automáticos.
  - Otros productos o aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.
- CATEGORÍA 4: Aparatos electrónicos de consumo
    - Radios.
    - Televisores.
    - Videocámaras.
    - Vídeos.
    - Cadenas de alta fidelidad.
    - Amplificadores de sonido.
    - Instrumentos musicales.
    - Otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación.
  - CATEGORÍA 5: Aparatos de alumbrado
    - Luminarias para lámparas fluorescentes, excluidas las luminarias de hogares particulares.
    - Lámparas fluorescentes rectas.
    - Lámparas fluorescentes compactas.
    - Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.
    - Lámparas de sodio de baja presión.
    - Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz, excluidas las bombillas de filamentos.
  - CATEGORÍA 6: Herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales)
    - Taladradoras.
    - Sierras.
    - Máquinas de coser.
    - Herramientas para torneear, molturar, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar, encorvar o trabajar la madera, el metal u otros materiales de manera similar.
    - Herramientas para remachar, clavar o atornillar o para sacar remaches, clavos, tornillos o para aplicaciones similares.
    - Herramientas para soldar (con o sin aleación) o para aplicaciones similares.
    - Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas por otros medios.
    - Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería.
    - Otras herramientas.

- CATEGORÍA 7: Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre
  - Trenes eléctricos o coches en pista eléctrica.
  - Consolas portátiles.
  - Videojuegos.
  - Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, remar, etc.
  - Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos.
  - Máquinas tragaperras.
  - Otros juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre.
  
- CATEGORÍA 8: Aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados):
  - Aparatos de radioterapia.
  - Cardiología.
  - Diálisis.
  - Ventiladores pulmonares.
  - Medicina nuclear.
  - Aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro.
  - Analizadores.
  - Congeladores.
  - Pruebas de fertilización.
  - Otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades.
  
- CATEGORÍA 9: Instrumentos de vigilancia y control
  - Detector de humos.
  - Reguladores de calefacción.
  - Termostatos.
  - Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio.
  - Otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control).
  
- CATEGORÍA 10: Máquinas expendedoras
  - Máquinas expendedoras de bebidas calientes.
  - Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes.
  - Máquinas expendedoras de productos sólidos.
  - Máquinas expendedoras de dinero.
  - Todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos.

**¿Cuáles son las razones frecuentes por las que adquiere o cambia sus aparatos eléctricos y electrónicos en su hogar?**

- Caída
  - Sobrecarga
  - Derrame de líquidos
  - El sistema está obsoleto
  - Desperfectos por el uso continuo
  - En el mercado hay uno más moderno
  - En el mercado hay uno con mejores características
  - (Otro)
- 
- **CATEGORÍA 1: Grandes electrodomésticos**
    - Grandes equipos refrigeradores.
    - Frigoríficos.
    - Congeladores.
    - Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos.
    - Lavadoras.
    - Secadoras.
    - Lavavajillas.
    - Cocinas.
    - Estufas eléctricas.
    - Placas de calor eléctricas.
    - Hornos de microondas.
    - Otros grandes aparatos utilizados para cocinar y en otros procesos de transformación de alimentos.
    - Aparatos de calefacción eléctricos.
    - Radiadores eléctricos.
    - Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse.
    - Ventiladores eléctricos.
    - Aparatos de aire acondicionado.
    - Otros aparatos de aireación, ventilación aspirante y aire acondicionado.
  
  - **CATEGORÍA 2: Pequeños electrodomésticos**
    - Aspiradoras.
    - Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles.
    - Planchas y otros aparatos utilizados para planchar y para dar otro tipo de cuidados a la ropa.
    - Tostadoras.
    - Freidoras.
    - Molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes.
    - Cuchillos eléctricos.
    - Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitar, aparatos de masaje y otros cuidados corporales.
    - Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo.
    - Balanzas.

- CATEGORÍA 3: Equipos de informática y telecomunicaciones
  - Grandes ordenadores.
  - Miniordenadores.
  - Unidades de impresión.
  - Ordenadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles tipo «notebook».
  - Ordenadores portátiles tipo «notepad».
  - Impresoras.
  - Copiadoras.
  - Máquinas de escribir eléctricas o electrónicas.
  - Calculadoras de mesa o de bolsillo.
  - Otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica.
  - Sistemas y terminales de usuario.
  - Terminales de fax.
  - Terminales de télex.
  - Teléfonos.
  - Teléfonos de pago.
  - Teléfonos inalámbricos.
  - Teléfonos celulares.
  - Contestadores automáticos.
  - Otros productos o aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.
  
- CATEGORÍA 4: Aparatos electrónicos de consumo
  - Radios.
  - Televisores.
  - Videocámaras.
  - Vídeos.
  - Cadenas de alta fidelidad.
  - Amplificadores de sonido.
  - Instrumentos musicales.
  - Otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación.
  
- CATEGORÍA 5: Aparatos de alumbrado
  - Luminarias para lámparas fluorescentes, excluidas las luminarias de hogares particulares.
  - Lámparas fluorescentes rectas.
  - Lámparas fluorescentes compactas.
  - Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.
  - Lámparas de sodio de baja presión.
  - Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz, excluidas las bombillas de filamentos.

- CATEGORÍA 6: Herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales)
  - Taladradoras.
  - Sierras.
  - Máquinas de coser.
  - Herramientas para torneear, molturar, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar, encorvar o trabajar la madera, el metal u otros materiales de manera similar.
  - Herramientas para remachar, clavar o atornillar o para sacar remaches, clavos, tornillos o para aplicaciones similares.
  - Herramientas para soldar (con o sin aleación) o para aplicaciones similares.
  - Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas por otros medios.
  - Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería.
  - Otras herramientas.
  
- CATEGORÍA 7: Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre
  - Trenes eléctricos o coches en pista eléctrica.
  - Consolas portátiles.
  - Videojuegos.
  - Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, remar, etc.
  - Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos.
  - Máquinas tragaperras.
  - Otros juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre.
  
- CATEGORÍA 8: Aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados):
  - Aparatos de radioterapia.
  - Cardiología.
  - Diálisis.
  - Ventiladores pulmonares.
  - Medicina nuclear.
  - Aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro.
  - Analizadores.
  - Congeladores.
  - Pruebas de fertilización.
  - Otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades.
  
- CATEGORÍA 9: Instrumentos de vigilancia y control
  - Detector de humos.
  - Reguladores de calefacción.
  - Termostatos.
  - Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio.
  - Otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control).
  
- CATEGORÍA 10: Máquinas expendedoras
  - Máquinas expendedoras de bebidas calientes.
  - Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes.
  - Máquinas expendedoras de productos sólidos.
  - Máquinas expendedoras de dinero.
  - Todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos.

### FRECUENCIA CON LA QUE CAMBIA O ADQUIERE UN APARATO ELÉCTRICO O ELECTRÓNICO

- 0 a 6 meses
  - 6 a 12 meses
  - 1 a 2 años
  - 3 a 5 años
  - 5 a 10 años
  - 11 a 15 años
  - 16 a 20 años
  - 21 años en adelante
  - Nunca
- 
- CATEGORÍA 1: Grandes electrodomésticos
    - Grandes equipos refrigeradores.
    - Frigoríficos.
    - Congeladores.
    - Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos.
    - Lavadoras.
    - Secadoras.
    - Lavavajillas.
    - Cocinas.
    - Estufas eléctricas.
    - Placas de calor eléctricas.
    - Hornos de microondas.
    - Otros grandes aparatos utilizados para cocinar y en otros procesos de transformación de alimentos.
    - Aparatos de calefacción eléctricos.
    - Radiadores eléctricos.
    - Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse.
    - Ventiladores eléctricos.
    - Aparatos de aire acondicionado.
    - Otros aparatos de aireación, ventilación aspirante y aire acondicionado.
  
  - CATEGORÍA 2: Pequeños electrodomésticos
    - Aspiradoras.
    - Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles.
    - Planchas y otros aparatos utilizados para planchar y para dar otro tipo de cuidados a la ropa.
    - Tostadoras.
    - Freidoras.
    - Molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes.
    - Cuchillos eléctricos.
    - Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitar, aparatos de masaje y otros cuidados corporales.
    - Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo.
    - Balanzas.

- CATEGORÍA 3: Equipos de informática y telecomunicaciones
  - Grandes ordenadores.
  - Miniordenadores.
  - Unidades de impresión.
  - Ordenadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles tipo «notebook».
  - Ordenadores portátiles tipo «notepad».
  - Impresoras.
  - Copiadoras.
  - Máquinas de escribir eléctricas o electrónicas.
  - Calculadoras de mesa o de bolsillo.
  - Otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica.
  - Sistemas y terminales de usuario.
  - Terminales de fax.
  - Terminales de télex.
  - Teléfonos.
  - Teléfonos de pago.
  - Teléfonos inalámbricos.
  - Teléfonos celulares.
  - Contestadores automáticos.
  - Otros productos o aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.
  
- CATEGORÍA 4: Aparatos electrónicos de consumo
  - Radios.
  - Televisores.
  - Videocámaras.
  - Vídeos.
  - Cadenas de alta fidelidad.
  - Amplificadores de sonido.
  - Instrumentos musicales.
  - Otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación.
  
- CATEGORÍA 5: Aparatos de alumbrado
  - Luminarias para lámparas fluorescentes, excluidas las luminarias de hogares particulares.
  - Lámparas fluorescentes rectas.
  - Lámparas fluorescentes compactas.
  - Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.
  - Lámparas de sodio de baja presión.
  - Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz, excluidas las bombillas de filamentos.

- CATEGORÍA 6: Herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales)
  - Taladradoras.
  - Sierras.
  - Máquinas de coser.
  - Herramientas para torneear, molturar, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar, encorvar o trabajar la madera, el metal u otros materiales de manera similar.
  - Herramientas para remachar, clavar o atornillar o para sacar remaches, clavos, tornillos o para aplicaciones similares.
  - Herramientas para soldar (con o sin aleación) o para aplicaciones similares.
  - Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas por otros medios.
  - Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería.
  - Otras herramientas.
  
- CATEGORÍA 7: Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre
  - Trenes eléctricos o coches en pista eléctrica.
  - Consolas portátiles.
  - Videojuegos.
  - Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, remar, etc.
  - Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos.
  - Máquinas tragaperras.
  - Otros juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre.
  
- CATEGORÍA 8: Aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados):
  - Aparatos de radioterapia.
  - Cardiología.
  - Diálisis.
  - Ventiladores pulmonares.
  - Medicina nuclear.
  - Aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro.
  - Analizadores.
  - Congeladores.
  - Pruebas de fertilización.
  - Otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades.
  
- CATEGORÍA 9: Instrumentos de vigilancia y control
  - Detector de humos.
  - Reguladores de calefacción.
  - Termostatos.
  - Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio.
  - Otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control).
  
- CATEGORÍA 10: Máquinas expendedoras
  - Máquinas expendedoras de bebidas calientes.
  - Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes.
  - Máquinas expendedoras de productos sólidos.
  - Máquinas expendedoras de dinero.
  - Todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos.

**De acuerdo con lo visto en esta encuesta ¿Qué aparato eléctrico y/o electrónicos desecha con mayor frecuencia?**

- CATEGORÍA 1: Grandes electrodomésticos
  - Grandes equipos refrigeradores.
  - Frigoríficos.
  - Congeladores.
  - Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos.
  - Lavadoras.
  - Secadoras.
  - Lavavajillas.
  - Cocinas.
  - Estufas eléctricas.
  - Placas de calor eléctricas.
  - Hornos de microondas.
  - Otros grandes aparatos utilizados para cocinar y en otros procesos de transformación de alimentos.
  - Aparatos de calefacción eléctricos.
  - Radiadores eléctricos.
  - Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse.
  - Ventiladores eléctricos.
  - Aparatos de aire acondicionado.
  - Otros aparatos de aireación, ventilación aspirante y aire acondicionado.
  
- CATEGORÍA 2: Pequeños electrodomésticos
  - Aspiradoras.
  - Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles.
  - Planchas y otros aparatos utilizados para planchar y para dar otro tipo de cuidados a la ropa.
  - Tostadoras.
  - Freidoras.
  - Molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes.
  - Cuchillos eléctricos.
  - Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitarse, aparatos de masaje y otros cuidados corporales.
  - Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo.
  - Balanzas.
  
- CATEGORÍA 3: Equipos de informática y telecomunicaciones
  - Grandes ordenadores.
  - Miniordenadores.
  - Unidades de impresión.
  - Ordenadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado).
  - Ordenadores portátiles tipo «notebook».
  - Ordenadores portátiles tipo «notepad».
  - Impresoras.
  - Copiadoras.
  - Máquinas de escribir eléctricas o electrónicas.

- Calculadoras de mesa o de bolsillo.
  - Otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica.
  - Sistemas y terminales de usuario.
  - Terminales de fax.
  - Terminales de télex.
  - Teléfonos.
  - Teléfonos de pago.
  - Teléfonos inalámbricos.
  - Teléfonos celulares.
  - Contestadores automáticos.
  - Otros productos o aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.
- CATEGORÍA 4: Aparatos electrónicos de consumo
    - Radios.
    - Televisores.
    - Videocámaras.
    - Vídeos.
    - Cadenas de alta fidelidad.
    - Amplificadores de sonido.
    - Instrumentos musicales.
    - Otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación.
  - CATEGORÍA 5: Aparatos de alumbrado
    - Luminarias para lámparas fluorescentes, excluidas las luminarias de hogares particulares.
    - Lámparas fluorescentes rectas.
    - Lámparas fluorescentes compactas.
    - Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.
    - Lámparas de sodio de baja presión.
    - Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz, excluidas las bombillas de filamentos.
  - CATEGORÍA 6: Herramientas eléctricas y electrónicas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente de gran envergadura, instaladas por profesionales)
    - Taladradoras.
    - Sierras.
    - Máquinas de coser.
    - Herramientas para torneear, molturar, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar, encorvar o trabajar la madera, el metal u otros materiales de manera similar.
    - Herramientas para remachar, clavar o atornillar o para sacar remaches, clavos, tornillos o para aplicaciones similares.
    - Herramientas para soldar (con o sin aleación) o para aplicaciones similares.
    - Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas por otros medios.
    - Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería.
    - Otras herramientas.

- CATEGORÍA 7: Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre
  - Trenes eléctricos o coches en pista eléctrica.
  - Consolas portátiles.
  - Videojuegos.
  - Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, remar, etc.
  - Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos.
  - Máquinas tragaperras.
  - Otros juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre.
  
- CATEGORÍA 8: Aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados):
  - Aparatos de radioterapia.
  - Cardiología.
  - Diálisis.
  - Ventiladores pulmonares.
  - Medicina nuclear.
  - Aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro.
  - Analizadores.
  - Congeladores.
  - Pruebas de fertilización.
  - Otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades.
  
- CATEGORÍA 9: Instrumentos de vigilancia y control
  - Detector de humos.
  - Reguladores de calefacción.
  - Termostatos.
  - Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio.
  - Otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control).
  
- CATEGORÍA 10: Máquinas expendedoras
  - Máquinas expendedoras de bebidas calientes.
  - Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes.
  - Máquinas expendedoras de productos sólidos.
  - Máquinas expendedoras de dinero.
  - Todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos.

#### **GENERACIÓN DE RAEE**

- ¿Contrata algún servicio especial para la gestión de sus RAEE?
- Si su respuesta anterior es sí, ¿cómo se llama la empresa que contrata?
- ¿Utiliza la infraestructura municipal para la gestión de sus RAEE ?
- ¿Utiliza chatarreros para la gestión de sus RAEE?
- ¿Sabe qué hace su gestor de RAEE con los aparatos que le entrega?

### 13.2. Modelo de cuestionario para entrevistas

<b>CUESTIONARIO PARA ENTREVISTAS GESTIÓN INTEGRAL RAEE-GT</b>		
NO.		
1	Fecha:	
2	Lugar:	
3	Nombre de institución o entidad donde labora:	
4	Puesto:	
Preguntas centrales		
5	¿Conoce el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos?	
6	¿Sabe usted qué sucede con los residuos generados por los aparatos eléctricos y electrónicos?	
Preguntas de investigación		
7	¿Conoce el sistema de gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?	
8	¿Sabe usted cuáles son los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) con mayor grado de obsolescencia?	
9	¿Conoce alguna mipyme de minería urbana relacionada a la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?	
Comentarios y observaciones adicionales		
16	Experiencia en RAEE:	
17	Comentarios adicionales del entrevistado:	
18	Observaciones de la entrevista:	

ANEXO (si aplica al entrevistado)

Preguntas de generación de RAEE		
I	¿Cuáles son los aparatos eléctricos y/o electrónicos que desechan con mayor frecuencia?	
II	¿Cuáles son las razones por las que adquieren o cambian sus aparatos eléctricos y electrónicos?	
III	¿Cuál es la frecuencia con la que cambian o adquieren un aparato eléctrico o electrónico?	
IV	¿Cuántos aparatos en funcionamiento se encuentran en la entidad?	
V	¿Cuántos aparatos descompuestos se encuentran en la entidad?	
VI	¿Contrata algún servicio especial para la gestión de sus RAEE?	
	¿Cómo se llama la empresa que contrata?	
	¿Utiliza la infraestructura municipal para la gestión de sus RAEE ?	
	¿Utiliza chatarreros para la gestión de sus RAEE?	
	¿Sabe qué hace su gestor de RAEE con los aparatos que le entrega?	



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE  
**ARQUITECTURA**  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**Modelo de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) aplicado en la  
identificación de microempresas, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES)  
de minería urbana en la Ciudad de Guatemala.**

**Caso de estudio: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)**

**Maestría en Ciencias en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental**

---

**Inga. Márylyn Caribel Rojas Maldonado**

**Sustentante**

---

**M. Sc. Arq. Dafné Adriana Acevedo Quintanilla**

**Asesora**

---

**Dra. Susana Isabel Palma Rodríguez**

**Examinadora**

---

**Dr. Danilo Ernesto Callén Álvarez**

**Examinador**

**IMPRÍMASE**

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

---

**Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini**

**DECANO**

Rosa Amelia González Domínguez  
Licenciada en Letras  
Email: [rosgon@yahoo.es](mailto:rosgon@yahoo.es)  
Teléfono: 56961166

Guatemala, 11 de julio de 2022

MSc. Arquitecto  
Edgar Armando López Pazos  
Decano de la Facultad de Arquitectura  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento que he realizado la revisión de estilo del proyecto de graduación: **Modelo de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) aplicado en la identificación de microempresas, pequeñas y medianas empresas (mipymes) de minería urbana en la ciudad de Guatemala. Caso de estudio: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)** de la estudiante de la Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental: **Marilyn Caribel Rojas Maldonado** de la Facultad de Arquitectura, carné universitario **200714988**, previamente a conferírsele el título de **Maestra en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental**.

Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta cumple con la calidad técnica y científica requerida. Además de poseer el sistema de citas utilizado para referencias del método Chicago.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente.



Rosa Amelia González Domínguez  
LICENCIADA EN LETRAS  
Colegiado No. 5284

Rosa Amelia González Domínguez  
Número de colegiado: 5284