



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA
**MODELO DE GESTIÓN PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS
DE TELÉFONOS MÓVILES EN LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.**

Presentado por:

Ing. Puentes Moreno, Iraida Rosa

Para optar al título de
Magíster en Ingeniería Ambiental

Tutor

MSc. Melone Mazzarella, Antonietta

Caracas, febrero de 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA
**MODELO DE GESTIÓN PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS
DE TELÉFONOS MÓVILES EN LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.**

Presentado por:

Ing. Puentes Moreno Iraida Rosa

Para optar al título de
Magíster en Ingeniería Ambiental

Tutor

MSc. Melone Mazzarella, Antonietta

Caracas, febrero de 2019



ACTA DE EVALUACIÓN DE PRESENTACIÓN Y DEFENSA DE TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Nosotros, Profesores ANTONIETTA MELONE MAZZARELLA (tutor), BERARDO DIATTANASIO FALCONI y JOAQUÍN BENITEZ MAAL, designados por el Consejo de Postgrado de la Facultad de Ingeniería a los treinta días del mes de enero del año dos mil diecinueve, para conocer y evaluar en nuestra condición de jurado del Trabajo de Grado de Maestría " MODELO DE GESTIÓN PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES EN LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA ", presentado por la ciudadana Puentes Moreno, Irida Rosa, C.I. N°. 16093368, para optar al grado de Magister en Ingeniería Ambiental.

Declaramos que:

Después de haber estudiado dicho trabajo, presenciamos la exposición del mismo, a los dieciocho días del mes de febrero del año dos mil diecinueve, en la sede de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello.

Hechas por nuestra parte, las preguntas y aclaratorias correspondientes y, una vez terminada la exposición y el ciclo de preguntas, hemos considerado formalizar el siguiente veredicto:

APROBADO

Hemos acordado calificar la presentación y defensa del Trabajo de Grado de Maestría con Diecinueve (19) puntos.

(Observaciones o declaratoria de recomendación)

*Agregar las Recomendaciones dichas por el jurado.
 * Publicar un artículo en Revista Técnica por la sociedad del Tercer*

En fe de lo cual, nosotros los miembros del jurado designado, firmamos la presente acta en Caracas, a los dieciocho días del mes de febrero del año dos mil diecinueve.

Nombre y firmas del jurado evaluador:

Antonietta Melone Mazzarella
 C.I.: 1014741

Berardo Di Attanasio Falconi
 C.I.: 5.418.246

Joaquín Benitez Maal
 C.I.: 553899A



Carta de Aceptación del Tutor
CARTA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

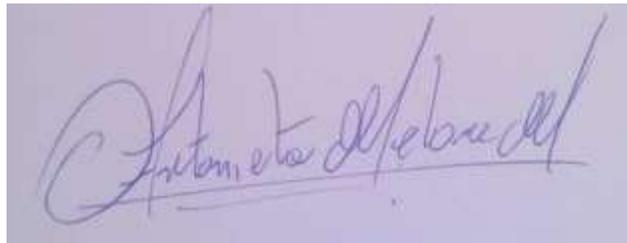
Estudios de Postgrado: Maestría en Ingeniería Ambiental.

Universidad Católica Andrés Bello

Presente. -

Por medio de la presente, hago constar que he leído el Trabajo de Grado de Maestría, presentado por el ciudadano (a) Iraida Rosa Puentes Moreno. C.I. N° V-16.093.368, como requisito para optar al grado de **“Magíster en Ingeniería Ambiental”**, cuyo título es **“Modelo de Gestión para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles en La República Bolivariana de Venezuela”**; y manifiesto que cumple con los requisitos exigidos por la Dirección General de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello, y que por lo tanto, lo considero apto para ser evaluado por el jurado que se decida designar a tal fin.

En la ciudad de Caracas, a los 29 días del mes de enero de 2019.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is cursive and appears to read 'Antonietta Melone Mazzarella'.

MSc. Melone Mazzarella, Antonietta

C.I. N° E-1014741



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

MODELO DE GESTIÓN PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES EN LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.

Autor: Ing. Puentes Moreno Iraida Rosa
Tutor: MSc. Melone Mazzarella, Antonietta
Año: 2019

RESUMEN

En la actualidad la evolución de la raza humana, está estrechamente relacionada con el avance tecnológico, dentro del cual destacan las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Todo este desarrollo trae consigo la generación indiscriminada de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, situación que amerita ser controlada de la mejor forma posible. Uno de los aparatos electrónicos que es desechado rápidamente es el teléfono móvil, ya que esta industria se caracteriza por introducir al mercado modelos cada vez más actualizados que son elaborados en materiales como plástico, vidrio, cerámica y metales (oro, plata, platino, cobalto, cobre, entre otros) que tienen la particularidad de poder ser reciclados o aprovechados nuevamente en distintos procesos productivos. Cabe mencionar, que sí estos residuos son dispuestos sin ningún tipo de control pueden ocasionar daños al ambiente y la salud, es por ello que es necesario establecer políticas, normativas y modelos de gestión para regular el manejo de los mismos, razón por la que esta investigación se llevó a cabo. La colecta de información se realizó a través de la revisión bibliográfica de documentos emitidos por organismos internacionales y nacionales con competencia en la materia, además de realizar la consulta a usuarios de dichos equipos, con la finalidad de elaborar un modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles aplicable en la República Bolivariana de Venezuela.

Palabras Clave: gestión, manejo, residuo, reciclaje, aprovechamiento, disposición y ciclo de vida útil.

Línea de Investigación: Ambiente.

DEDICATORIA

Ante todo quiero dedicar este Trabajo de Grado de Maestría, a la energía creadora del Universo "Dios", a mi madre Rosa Linda Moreno Pernia, por enseñarme que soy capaz de lograr todo lo que me proponga en la vida, y a mi esposo Luis Arturo Zea, por ser mi apoyo incondicional en todas las aventuras que decido emprender para mi crecimiento personal y profesional.

Gracias

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi tutora la MSc. Antonietta Melone, por su apoyo incondicional para lograr esta meta, así como a todos los profesores de la Maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), por los conocimientos impartidos, sin excepción muchas gracias.

MSc. Joaquín Benítez

MSc. Debbie Mendéz

MSc. Rafael Santana

MSc. Nicola Ceci

MSc. Juan José Lucas Riestra

Dr. Ludwig Schmidt

MSc. Eric Omaña

MSc. Juan Carlos Martínez

MSc. Gloria Aponte

MSc. Eduardo Buroz

MSc. Carlos Roa

MSc. Lewis Valero

MSc. Ahmed Irazábal

De igual forma, a los profesores Dr. Gustavo Peña, Dra. Gemma Utrera, Dra. Beatriz Soledad, Dra. María Isabel López Echeverría, Dr. José Pirrone y Dr. Rafael Muñiz.

Además, quiero agradecer a mis colegas y amigos, por su apoyo y compañía durante estos cuatro (04) años de estudio:

MSc. Ubaldo Joel Zorrilla Ramírez

Ing. Sabrina Michelangeli

Lic. Henry Martínez

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: EL PROBLEMA.....	4
1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.2 Objetivos	7
1.3 Justificación de la Investigación	7
1.4 Alcance y Limitaciones de la Investigación.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Definición de Términos.....	9
2.2 Antecedentes	11
2.3. Fundamentos Teóricos.....	15
2.4 Marco Referencial	30
2.5 Bases Legales.....	32
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	35
3.1 Tipo de Investigación.....	35
3.2 Diseño de la Investigación.....	35
3.3 Población y Muestra	36
3.4 Técnicas de Recolección de Datos.....	37
3.5 Fases de la Investigación	39
3.6 Procedimiento por objetivos	39
3.7 Variables, Definición Conceptual y Operacional e Indicadores	40
3.8 Estructura Desagregada de Trabajo.....	42
3.9. Aspectos Éticos.....	43
CAPÍTULO IV: ESTADO DEL ARTE.....	44
4.1 Minería Urbana de e-Waste.....	46
4.2 Tendencias de Consumo de TIC y AEE	48
4.3 Incidencia de bajos costos de los AEE en el consumo y la generación de RAEE...	49
4.4 Estado y tendencia global de los RAEE	50
4.5 Estado y tendencia regional “Continente Americano”	52
4.6 Estatus de legislación a nivel de Sur América.	55
4.7 Aprovechamiento de RAEE en la República Bolivariana de Venezuela.....	56
4.8 Capacidad actual de tratamiento de RAEE en la República Bolivariana de Venezuela	59

4.9 Contribución del Gobierno de Suiza, a la aplicación del Convenio de Basilea.....	61
CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	62
5.1. Datos Generales	62
5.2. Datos Específicos.....	63
5.3 Interpretación General de Resultados	76
CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC	80
6.1 Modelo de Gestión para el manejo y aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles y otros RAEE/TIC.....	82
6.2 Etapas de Sistema Gestión de Residuos de teléfonos móviles y otros RAEE/TIC..	85
6.3 Procesos de Sistema de Gestión de Residuos de Teléfonos Móviles y RAEE/TIC.	88
6.4 Requisitos Transversales que se aplican en todas las Etapas del Sistemas de Gestión de RAEE/TIC	98
6.5 Ventajas del Reciclaje de Residuos de Teléfonos Móviles y otros RAEE/TIC	101
CAPÍTULO VII: PRINCIPIO DE RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR (REP).....	103
7.1 Ventajas ambientales y económicas de la implementación de la REP	104
7.2 Lineamientos para la evaluación de la implementación de la (REP).....	104
7.3 Recomendaciones para la implementación de la REP	106
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXOS I.....	116
Instrumento de consulta trabajo de grado de maestría	116
ANEXO II	117
Instrumento de validación de cuestionario	117
ANEXO III	122
Instrumento de validación de modelo de gestión	122
ANEXO IV.....	126
Alternativas de recuperación, aprovechamiento y disposición final de residuos peligrosos presentes en los residuos de teléfonos móviles y otros rae/tic.....	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Evolución del tamaño y forma de un teléfono móvil promedio.....	17
2. Composición simplificada de un teléfono móvil.....	18
3. Dinámica de los metales pesados en el suelo.....	22
4. Mochila ecológica de un teléfono móvil.....	24
5. Etapas del manejo al final del ciclo de vida de los teléfonos móviles.....	28
6. Modelo de sistema de gestión ambiental.....	30
7. Estructura desagregada del trabajo.....	42
8. Las seis categorías de RAEE.....	44
9. Modelo de Economía Circular.....	48
10. Generación de RAEE en el Continente Americano.....	54
11. Diagrama de causas y efectos del manejo inadecuado de Residuos de Teléfonos móviles y otros RAEE/TIC.....	79
12. Mecanismo de acción para un modelo de gestión de residuos de teléfonos móviles aplicable en la República Bolivariana de Venezuela.....	81
13. Modelo de Gestión para el manejo y aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles y otros RAEE/TIC.....	84
14. Etapas de Sistema de Gestión de RAEE/TIC.....	85
15 Etapas y procesos de sistema de Gestión de Residuos de Teléfonos móviles y otros RAEE/TIC.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
1. Clasificación de los materiales que componen los teléfonos móviles.....	19
2. Legislación aplicable en el manejo de RAEE.....	32
3. Valores y criterios del Coeficiente Alfa de Cronbach.....	38
4. Procedimiento por objetivos específicos.....	40
5. Definición del sistema de variables e indicadores de la investigación.....	41
6. Valor potencial de las materias primas en los desechos electrónicos en 2016.....	47
7. Generación y recolección de desechos electrónicos por continente.....	52
8. Estadística descriptiva de la edad.....	62
9. Estadística descriptiva de la ocupación.....	62
10. Estadística descriptiva del género.....	62
11. Frecuencia ítem N° 1.....	63
12. Frecuencia ítem N° 2.....	63
13. Frecuencia ítem N° 3.....	64
14. Análisis de Varianza entre variables dependientes Ocupación y género e ítem N° 3...	64
15. Frecuencia ítem N° 4.....	66
16. Estadística descriptiva de los ítems 5 al 13.....	67
17. Frecuencia ítem N° 5.....	68
18. Frecuencia ítem N° 6.....	68
19. Frecuencia ítem N° 7.....	69
20. Frecuencia ítem N° 8.....	70
21. Frecuencia ítem N° 9.....	71
22. Frecuencia ítem N° 10.....	72
23. Frecuencia ítem N° 11.....	73
24. Frecuencia ítem N° 12.....	74
25. Frecuencia ítem N° 13.....	75
26. Causas y efectos de la gestión inadecuada de Residuos de Teléfonos Móviles.....	78
27. Ventajas ambientales y económicas de la implementación de la REP.....	104

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Pág.
1. Porcentaje de hogares con acceso a Internet y una computadora, y porcentaje de la población que usa Internet (2007- 2017).....	49
2. Estimaciones totales de e-Waste por categoría durante el año 2016	50
3. Tasas de crecimiento de desechos electrónicos por categoría.....	51
Representación del comportamiento de las variables dependientes (ocupación y género) con respecto al ítem N° 3 (Sí) de expectativa general.....	65
Representación del comportamiento de las variables dependientes (ocupación y género) con respecto al ítem N° 3 (No) de expectativa general.....	65
4. Frecuencia ítem N° 5.....	68
5. Frecuencia ítem N° 6.....	69
6. Frecuencia ítem N° 7.....	70
7. Frecuencia ítem N° 8.....	71
8. Frecuencia ítem N° 9.....	72
9. Frecuencia ítem N° 10.....	73
10. Frecuencia ítem N° 11.....	74
11. Frecuencia ítem N° 12.....	75
12. Frecuencia ítem N° 13.....	76

ABREVIATURAS

AEE: Aparatos Eléctricos y Electrónicos
AMPS: Advanced Mobile Phone System
CDMA: Code Division Múltiple Access
CONATEL: Comisión Nacional de Telecomunicaciones
COP: Conferencia de las Partes
DE: Desechos Electrónicos
EMPA: Laboratorios Federales Suizos de Pruebas e Investigación de Materiales
EPP: Equipos de Protección Personal
GPS: Global Position System
GSM: Global System for Mobile Communications
ITU: International Telecommunications Unión
ISWA: International Solid Waste Association
IVIC: Instituto Venezolano de Investigaciones
MINAM: Ministerio del Poder Popular para El Ambiente
MINEC: Ministerio del Poder Popular para El Ecosocialismo
MPPI: Mobile Phone Partnership Initiative
MGA: Modelo de Gestión Ambiental
OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONG: Organización No Gubernamental
PACE: Pacific Association Computer Equipment
PCS: Personal Communications Services
PDC: Personal Digital Communications.
PHVA: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar
RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
REP: Responsabilidad Extendida del Productor
RESPEL: Residuos Peligrosos
SECO: Secretaría de Estado de Asuntos Económicos
SENIAT: Servicio Nacional Integrado de Administración Tributaria
SGA: Sistema de Gestión Ambiental
SMS: Short Message Service
TIC: Tecnologías de la Información y de la Comunicación
UNU: United Nations University
UNCTAD: Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo

INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), promueven transformaciones sin precedentes en el mundo contemporáneo. La humanidad ha evolucionado tecnológicamente y esto se ve reflejado en los medios de comunicación, entretenimiento, trabajo, negocios y formas de socializar, teniendo como base el uso de las TIC a escala global. El ritmo de vida en que la sociedad se encuentra inmersa está originando serios problemas al ambiente, debido a que los procesos productivos son ineficientes ya que requieren un gran consumo de energía para tratar los residuos que se generan, cuya composición química es compleja resultando difícil hacerlos inocuos para el ambiente y la salud. A su vez, el tiempo de vida útil de algunos Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE), se ha reducido y los avances tecnológicos han provocado que se incremente el volumen de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) (televisores, computadoras, teléfonos móviles, tabletas, entre otros). Así, mientras en otros tiempos estos AEE podían ser reparados por un técnico, hoy en día resulta más barato obtener uno nuevo y deshacerse del anterior convirtiéndose en un RAEE, lo que no siempre implica un manejo y deposición adecuado (Colegio de la Frontera Norte, 2012).

Según United Nations University (UNU, 2017), el resultado de la creciente producción y uso de AEE durante el año 2016, incrementó la cantidad de RAEE generado a nivel mundial en cuarenta y cuatro millones setecientos mil (44.700.000) toneladas métricas. Del total global, el continente Americano generó once millones trescientos mil (11.300.000) toneladas métricas de desechos electrónicos, de los que sólo se recolectaron y reciclaron un millón novecientos mil (1.900.000) toneladas métricas, la mayoría provenientes de América del Norte. La distribución geográfica y las características de gestión de los RAEE son muy diferentes en todo el continente Americano, ya que los países desarrollados (EE.UU. y Canadá) producen la mayor cantidad de residuos por habitante (20 kg/hab).

Con base en lo publicado por (UNU, 2017) se conoció que en América Latina, durante el año 2016 se generaron cuatro millones doscientos mil (4.200.000) toneladas métricas de RAEE, con un promedio de 7.1 kg/hab. Los países latinoamericanos con mayores tasas de generación son: Brasil (1.500.000 Tm), México (1.000.000 Tm) y Argentina (400.000 Tm), en cuanto a cantidades relativas destacan Uruguay (10,8 kg/hab), Chile (8,7 kg/hab) y Argentina (8,4 kg/hab); enfatizando que el principal problema de la subregión es la falta de regulación de los RAEE ya que son pocos los países que disponen de legislación en esta materia, siendo la República Bolivariana de Venezuela, uno de ellos.

Razón por la cual esta investigación se plantea el desarrollo de un **Modelo de Gestión para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles en la República Bolivariana de Venezuela**, a fin de promover acciones que permitan regular el manejo de RAEE a nivel nacional.

Esta investigación está constituida por siete (07) capítulos los cuales se describen a continuación:

Capítulo I “EL PROBLEMA”, describe el planteamiento del problema, las interrogantes de la investigación, los objetivos planteados, justificación, alcances y limitación.

Capítulo II “MARCO TEÓRICO”, detallada los antecedentes de la investigación, los fundamentos teóricos, las bases legales y los diferentes conceptos que conforman el basamento teórico.

Capítulo III “MARCO METODOLÓGICO”, plantea la metodología utilizada, el tipo y diseño de investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección de datos, las fases de la investigación, los procedimientos por objetivos, las variables su definición conceptual, operacional e indicadores, la estructura desagregada del trabajo y los aspectos éticos.

Capítulo IV “ESTADO DEL ARTE”, describe la tendencia actual de RAEE a nivel Global, Regional y Nacional de los RAEE.

Capítulo V “ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN”, se presentan los datos, análisis y resultados de la aplicación del instrumento de consulta, así como el diagrama de causas y efectos del manejo inadecuado de RAEE en el país.

Capítulo VI “MODELO DE GESTIÓN PARA EL MANEJO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC”, presenta el modelo de gestión diseñado para el manejo de los residuos de teléfonos móviles que puede ser aplicable a la República Bolivariana de Venezuela.

Capítulo VII “PRINCIPIO DE RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR”, se identifican las ventajas ambientales y económicas de la implementación del modelo de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y los lineamientos para su evaluación.

Por último se presentan las Referencias Bibliográficas utilizadas durante el proceso de investigación y los Anexos.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

El estilo de vida moderno de un creciente número de personas que habitan el planeta depende cada vez más de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE), causando la acumulación de basura electrónica: “***El tipo de residuo de mayor crecimiento a escala mundial.*** (UNU, 2015).

1.1 Planteamiento del Problema

La producción mundial de AEE, en particular aquellos relacionados con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como computadoras, impresoras, teléfonos móviles, teléfonos fijos, tabletas, entre otros, se enfrenta a la mayor expansión industrial de la historia: según cifras de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2004), el comercio mundial de las TIC alcanzó el 7,7% del producto bruto mundial en 2004, en gran parte procedente de China. Todo esto implica, un constante crecimiento en la producción y venta global de AEE, los cuales están elaborados con materias primas escasas y valiosas que ameritan ser recuperadas. Sin embargo, pueden contener elementos o compuestos peligrosos, que no representan un riesgo durante su uso, pero al momento de ser desechados sí no se manejan adecuadamente pasan a ser un problema para el ambiente y la salud, convirtiéndose en una fuente creciente de residuos, denominados RAEE o residuos de aparatos eléctricos o electrónicos, conocidos también como WEEE o e-waste en el idioma inglés.

Según el Parlamento Europeo y del Consejo sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, en la Directiva 2002/96/CE (2003), se define como: “Aquellos aparatos eléctricos y electrónicos que pasan a ser residuos, así como, sus componentes, consumibles y subconjuntos que los conforman en el momento en que se desechan”.

Uno de los AEE que pasan a ser rápidamente RAEE, son los teléfonos móviles, según lo planteado por el Convenio de Basilea, (2008), en la nota de información

“Mobile Phone Partnership Initiative”, el uso de estos ha crecido exponencialmente desde los primeros usuarios en la década de 1970, de un millón setecientos sesenta mil (1.760.000) en 2004, a más de tres mil millones (3.000.000.000) en 2008 y casi seis mil millones (6.000.000.000) de suscripciones en 2011, que tarde o temprano serán descartados ya sea completos o en partes. En los países desarrollados, a menudo esta situación tiene lugar antes de que los equipos dejen de funcionar. Según algunos estudios recientes, el primer propietario generalmente reemplazará su teléfono móvil dentro de dos (2) años, motivado por adquirir modelos más avanzados en cuanto a software, diseño y compatibilidad con la oferta de nuevos servicios.

Según (UNU, 2015) en el informe titulado eWaste para América Latina, se establece que durante el año 2014 se descartaron diecisiete mil (17.000) toneladas de teléfonos móviles y se espera que esta cantidad aumente en un 6% para el año 2018. En cuanto a la República Bolivariana de Venezuela, actualmente no se cuenta con cifras oficiales sobre la cantidad de RAEE generados, ni se dispone de informes detallados sobre la segregación por tipo de RAEE o planes de gestión de los mismos. Sin embargo, según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, 2015) en el informe de Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina, indica que para el año 2014 a nivel nacional se habían generado doscientas treinta y tres mil toneladas (233.000 t) con una tasa anual per cápita de 7,6 Kg/hab ocupando el quinto lugar a nivel de Suramérica.

Una vez que estos residuos son dispuestos en rellenos sanitarios o vertederos a cielo abierto sin contar con las medidas de seguridad requeridas para el caso, se crea el riesgo que los contaminantes se mezclen con lixiviados afectando suelos, cuerpos de agua subterráneos y superficiales, así como el impacto a los ecosistemas; en las personas pueden causar daños que van desde una simple infección o alergia hasta efectos cancerígenos y mutaciones en mujeres embarazadas.

1.1.1 Formulación del Problema

En las últimas décadas en la República Bolivariana de Venezuela, se ha observado que todos los estratos sociales hacen uso de teléfonos móviles como herramientas de telecomunicación. Esto conlleva riesgos e impactos ambientales, ya que actualmente a nivel nacional no se dispone de normativas técnicas específicas o modelos de gestión que permitan un manejo eficiente de los residuos generados al final del ciclo de vida de estos AEE; evidenciándose que la población joven es la que mayormente tienden a sustituir los dispositivos móviles para adquirir otros con mejores tecnologías y mayor innovación, situación que dio origen a la presente investigación y que tiene como finalidad responder a la siguiente pregunta:

¿Cómo estaría conformado un modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles en la República Bolivariana de Venezuela, que integre al fabricante, comerciante, gobierno municipal, regional, nacional y a los ciudadanos?

1.1.2 Sistemización del Problema

¿Cómo identificar la problemática causada por el manejo inadecuado de los residuos de teléfonos móviles y sus efectos sobre el ambiente y salud humana?

¿Por qué analizar los componentes de teléfonos móviles y las alternativas para su reciclaje, manejo y disposición final?

¿Cuál sería la conformación de las fases de un modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles?

¿Por qué identificar las ventajas ambientales y económicas de la implementación del modelo de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y los lineamientos para su evaluación?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar un modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles aplicable en la República Bolivariana de Venezuela.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Definir el Estado del arte de la gestión de los RAEE.
- ❖ Identificar la problemática causada por el manejo inadecuado de los residuos de teléfonos móviles y sus efectos sobre el ambiente y salud humana.
- ❖ Definir y aplicar un instrumento de consulta que permita evaluar la importancia establecer un modelo de gestión de residuos de teléfonos móviles en la República Bolivariana de Venezuela.
- ❖ Diseñar las fases de un modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles a nivel nacional.
- ❖ Identificar las ventajas ambientales y económicas de la implementación del modelo de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y los lineamientos para su evaluación.

1.3 Justificación de la Investigación

Los equipos de telefonía móvil que entran en desuso se convierten en una fuente importante de contaminación, ya que entre sus componentes se encuentran materiales que tienen características peligrosas, aunado a otro factor que son las grandes cantidades generadas. El hecho de que el sector de las telecomunicaciones sea tan dinámico y las principales empresas traten de estar a la vanguardia tecnológica, crea como resultado que a pesar que los equipos de telefonía móvil no hayan cumplido su periodo de vida útil, se incentiva a los usuarios a adquirir nuevas tecnologías, este fenómeno contribuye innegablemente al incremento de los residuos e influye en la contaminación y el uso inadecuado de los recursos naturales.

Según, lo establecido por la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL, 2017) en la presentación anual (1997-2017) titulada Cifras del Sector Telecomunicaciones, en la República Bolivariana de Venezuela se evidencia un aumento considerable de usuarios de teléfonos móviles desde el año 1997 cuando se tenía 1.102.948 líneas activas para una población de 22.839.679 habitantes, mientras que para el tercer trimestre del año 2017 se tenían 26.927.297 suscriptores, de los cuales 25.401.795 poseen líneas activas (81 líneas activas por cada 100 habitantes), para una población de 31.338.270, lo que representa una penetración del 87,65% a nivel nacional de la telefonía móvil; que depende de tres (03) empresas operadoras como son Corporación Digitel, C.A., Telefónica Venezolana C.A. (Movistar) y Telecomunicaciones Movilnet, C.A. También se establece que 13.247.355 usuarios cuentan con teléfonos móviles inteligentes.

Una vez verificados los datos estadísticos de la cantidad de usuarios de teléfonos móviles a nivel nacional, se evidencia la necesidad de establecer un modelo de gestión de residuos de teléfonos móviles que permita el manejo y aprovechamiento adecuado de éstos para reducir el impacto ambiental y posibles daños a la salud.

1.4 Alcance y Limitaciones de la Investigación

Al finalizar esta investigación se espera marcar pauta con la creación de un modelo sistemático de gestión para el manejo, aprovechamiento y disposición de residuos de teléfonos móviles, dentro del cual se plantearán alternativas que el estado podrá evaluar para su posible implementación a nivel local, regional y nacional.

La principal limitación de esta investigación radica en que no se dispone de datos estadísticos a nivel nacional sobre la generación de RAEE y su clasificación por tipo de residuo generado. Aunado a que no se cuenta con un marco legal diseñado específicamente para gestionar el reciclaje, manejo y aprovechamiento de este tipo de residuos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Según (UNU, 2015) la creciente demanda de AEE está impactando en el consumo a escala global, en el caso de metales como el Cobalto (Co) y el Paladio (Pd), la industria de teléfonos móviles consume más del diez por ciento (10%) de la producción global anual.

Razón por la cual en este capítulo de la investigación se presentan la definición de términos, los antecedentes más relevantes relacionados con la misma, así como los fundamentos teóricos, marco referencial y bases legales aplicables a la gestión de DE y RAEE a nivel internacional y nacional.

2.1 Definición de Términos

Aprovechamiento o reúso de RAEE: consiste en utilizar el equipo completamente sin descomponerlo, solo que este ya no se va a vender al mismo precio que uno nuevo en el mercado, por su uso anterior este baja de precio lo que permite que personas menos favorecidas económicamente puedan acceder a él con una mayor facilidad. (MAVDT, 2010).

Ciclo de vida de un producto: etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de un producto (o servicio), desde la adquisición de la materia prima o su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final. (Norma Técnica Colombiana ISO 14040, 2007).

Daño ambiental: toda alteración que ocasione pérdida, disminución, degradación, deterioro, detrimento, menoscabo o perjuicio al ambiente o algunos de sus elementos. (Ley Orgánica del Ambiente, 2006).

Desarrollo sostenible: satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias (CEPAL, 2013).

Desecho sólido: todo material o conjunto de materiales remanentes de cualquier actividad, proceso u operación, para los cuales no se prevé otro uso o destino

inmediato posible, el cual debe ser eliminado, aislado o dispuesto de forma permanente. (Ley de Gestión Integral de la Basura, 2010).

Gestión del Ambiente: conjunto de actividades humanas encaminadas a procurar el orden del ambiente y contribuir al desarrollo sustentable (Banco Interamericano de Desarrollo, 1991).

Indicador: representación medible de la condición o el estado de las operaciones, la gestión y las condiciones (Norma ISO 14001:2015).

Manejo: prácticas destinadas a garantizar el aprovechamiento sustentable y la conservación de los recursos naturales, así como, aquellas orientadas a prevenir y minimizar afectos adversos por actividades capaces de degradarlos. (Ley Orgánica del Ambiente, 2006).

Mejora continua: actividad recurrente para mejorar el desempeño (Norma ISO 14001:2015).

Modelo de Gestión: es la forma como se organizan y combinan los recursos con el propósito de cumplir las políticas, objetivos y regulaciones de una institución (Artaza, 2015).

Obsolescencia programada: es la determinación o programación del fin de la vida útil de un producto, de modo que, tras un período de tiempo calculado de antemano por el fabricante o por la empresa durante la fase de diseño de dicho producto o servicio, éste se torne obsoleto, no funcional, inútil o inservible (Arrollo,

Reciclaje: proceso mediante el cual los materiales aprovechables segregados de los residuos son reincorporados como materia prima al ciclo productivo (Ley de Gestión Integral de la Basura, 2010).

Residuo sólido: material remanente o sobrante de actividades humanas, que por sus características físicas, químicas y biológicas puede ser utilizado en otros procesos (Ley de Gestión Integral de la Basura, 2010).

Responsabilidad Extendida por el Productor (REP): principio de política que promueve mejoramientos medioambientales en todo el ciclo de vida de los sistemas de productos a través de la extensión de las responsabilidades de los fabricantes del producto, hacia distintos momentos de todo el ciclo de vida y especialmente a su retiro, reciclaje y tratamiento final (Lindhqvist, 2000).

Riesgo: es el efecto de la incertidumbre (Norma ISO 14001:2015).

Sistema de Gestión: es el conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas y procesos para el logro de objetivos (Norma ISO 14001:2015).

Sistema de Gestión Ambiental: parte del sistema de gestión usada para gestionar aspectos ambientales, cumplir los requisitos legales y otros, además de abordar los riesgos y oportunidades (Norma ISO 14001:2015).

2.2 Antecedentes

Se realizó una revisión bibliográfica y dentro de los antecedentes que aportan información relevante para la elaboración de un modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles, destacan las siguientes investigaciones:

Tesis Doctorales

Ortuño (2014). *Descomposición térmica de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: estudio cinético de formación de contaminantes*. Universidad de Alicante, España. Plantea que la creciente generación de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), debe gestionarse adecuadamente para recuperar las materias primas valiosas que contienen y asegurar la protección de la salud y el ambiente. La mayoría de los polímeros que conforman los equipos electrónicos están tratados con retardantes de la llama, siendo los bromados o BFR,s (del inglés *Brominated Flame Retardants*) los agentes ignífugos más efectivos de los que dispone el sector plástico en la actualidad y por lo tanto los más comúnmente empleados. Se establece el estudio de procesos de

degradación térmica de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), realizándose tanto un estudio cinético como los análisis de los contaminantes generados durante estos procesos, con especial atención en la formación de dioxinas y furanos bromados, compuestos que afectan la calidad del aire e inciden sobre la salud de las poblaciones.

Palabras clave: RAEE, retardantes de la llama, dioxinas, furanos.

Tesis de Maestría

Gutiérrez (2015). *Estructuración de un modelo de negocio basado en el aprovechamiento de residuos eléctricos y electrónicos*. Universidad AEFIT, Medellín, Colombia. Esta investigación se basa en la problemática ambiental, social y económica que se genera a partir de los residuos eléctricos y electrónicos, cuyo objetivo principal es el desarrollo de un modelo de negocio para una empresa que se encarga de la gestión y aprovechamiento de RAEE derivados de equipos informáticos y de telecomunicaciones. Además, se presentan metodologías para la elaboración de modelos de negocios aplicándose técnicas de creatividad, lluvia de ideas y relaciones forzadas, obteniéndose como resultado que la metodología Canvas es la que mayor potencial presenta para la ejecución de la idea central del proyecto. Esta metodología, se describe en nueve (9) bloques a través de los que se crea, desarrolla y captura el valor, arrojando como resultado una forma óptima de emprendimiento que es viable llevar a la práctica.

Aportes: establece una visión de las posibles alternativas para gestionar de forma metódica y estructurada el manejo de la problemática generada por los residuos eléctricos y electrónicos, bajo el enfoque de la comercialización y gestión de activos.

Palabras clave: modelo de negocio, RAEE, Canvas, emprendimiento, reciclaje.

Villareal (2014). *Estudio de viabilidad para proponer un proyecto piloto de Gestión de Residuos Eléctricos y Electrónicos en el distrito de Cartagena de Indias, Colombia, basado en el Sistema de Gestión Español*. Universidad de Andalucía, España. El objetivo de este proyecto es proponer un sistema de gestión para los RAEE en Cartagena de Indias, con inclusión de las cooperativas existentes de

aseo urbano en la ciudad, de manera que sean parte fundamental en la dinámica del ciclo del distribuidor-consumidor-gestor. Con base en los siete (7) pilares del sistema de gestión de RAEE de Bornand y en el concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) planteado por Lindhqvist (2000), y que a partir de la experiencia de sistemas de gestión como el Español, se puedan plantear y adoptar algunos elementos como la dinámica de la gestión de RAEE entre el consumidor final, el sector industrial e institucional y el gestor, así como las diferentes formas de tratamiento de los RAEE en planta.

Aportes: conocimientos teóricos de cómo plantear un proyecto de gestión de RAEE, teniendo en cuenta las mejores tecnologías a implementar y la viabilidad económica del mismo.

Palabras Clave: sistema de gestión, residuos eléctricos y electrónicos, inclusión social, participación ciudadana, responsabilidad extendida del productor.

Facuy (2014). *Viabilidad financiera de una empresa recuperadora de materiales (oro, plata y cobre) en la chatarra electrónica*. Universidad de Guayaquil, Ecuador. El objetivo de esta investigación es valorar la viabilidad financiera de una empresa recicladora de oro, plata y cobre contenido en la chatarra electrónica, en el cantón Guayaquil. Estableciendo como meta la recuperación de metales pesados de la chatarra electrónica, actividad que es viable económicamente y constituye una alternativa generadora de recursos sustentables, permitiendo, a su vez, disminuir la contaminación ambiental.

Aportes: detalla la composición de los distintos tipos de residuos eléctricos y electrónicos, la factibilidad económica del reciclaje de metales pesados y el proceso para la instalación de una planta recicladora de RAEE.

Palabras clave: RAEE, viabilidad financiera, recuperación, marco legal.

Pérez (2012). *Propuesta de un proceso de recolección de residuos electrónicos para motivar la participación en poblaciones definidas*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. El objetivo que busca este trabajo es diseñar un proceso para incrementar la participación de las personas en los programas de recolección de residuos electrónicos, analizando la situación problema como un

sistema suave, para identificar algunos factores que lo hagan atractivo para todos los actores; verificar su viabilidad en una población definida, lanzando una prueba piloto y emitir recomendaciones para el establecimiento de programas similares.

Aportes: información teórica sobre el tratamiento y manejo de residuos eléctricos electrónicos, efectos ambientales de los RAEE y la implementación de la logística inversa que aplican las empresas con responsabilidad extendida del productor.

Palabras clave: RAEE, logística inversa, cadena de valor, proceso de recolección.

Oliveros (2011). *Metodología para recuperar metales preciosos: oro, plata y grupo del platino, presentes en desechos electrónicos*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Durante esta investigación se desarrolló a nivel de laboratorio una metodología de extracción de los metales preciosos oro, plata y del grupo del platino (platino, paladio, iridio y rodio) presentes en desechos electrónicos. Con base en que los AEE (aparatos eléctricos y electrónicos) contienen metales valiosos como el oro, la plata y el platino, pero además en muchas ocasiones elementos halógenos, mercurio, cadmio y plomo que son de gran preocupación ambiental. Por ejemplo un teléfono móvil puede contener más de cuarenta (40) elementos que van desde cobre, estaño, oro, plata y el paladio, hasta los elementos como litio y cobalto que son de gran impacto ambiental, en una proporción conjunta de aproximadamente el veintitrés por ciento (23%) del peso total y en el caso de los metales valiosos hasta de doscientas o trescientas partes por millón (200 o 300 ppm), lo que representa una oportunidad económica para las empresas recicladoras por la generación de residuos de teléfonos celulares a nivel mundial, pero que a la vez es una amenaza para el planeta, sino se recurre a una metodología de recuperación técnica y tecnológica desarrollada.

Aportes: la evaluación de distintas metodologías para extraer metales, con aprovechamiento económico que permiten establecer un ciclo sustentable en el manejo de AEE.

Palabras clave: desecho electrónico, lixiviación, componente electrónico, metales preciosos.

Artículo Técnico

Bautista, Cabrera, Rolón, Pichardo y Gordillo (2015). *Revisión de políticas de manejo de residuos de equipos eléctricos y electrónicos para su aplicación en México*. Revista Tlamati, 6(3), 66-72. Abarca el estudio de las políticas del manejo de REEE (Residuos de Equipos Eléctricos y Electrónicos) a nivel internacional para comparar su aplicación en México, a través de un análisis de comparación sistemática, el cual consistió en la elaboración de una matriz de criterio para identificar los aspectos técnicos, sociales y de las políticas de manejo de los RAEE en el contexto internacional y mexicano. Se determinó que el modelo más completo para el manejo de RAEE es el de Suiza.

Aportes: permite verificar a nivel internacional cuales son los países con una gestión eficiente de RAEE y políticas que establecen responsabilidad extendida del productor.

Palabras Clave: residuos eléctricos, políticas, legislación.

2.3. Fundamentos Teóricos

La industria de dispositivos o componentes electrónicos está atravesando un periodo de rápida transformación, donde los teléfonos móviles como los Smartphone y tablets son los más destacados en cuanto a servicios y aplicaciones se refiere. En este sentido, la Secretaría del Convenio de Basilea (2012) en el Documento de Orientación sobre el Manejo Ambientalmente Racional de Teléfonos Móviles Usados y al Final de su Vida Útil, define que el teléfono móvil o teléfono celular como un mecanismo avanzado de doble dirección que envía y recibe señales de radio, con la finalidad de transmitir la voz y establecer comunicación en tiempo real con cualquier contacto, ya sea utilizando una línea telefónica o conexión a internet.

Según Fernández, González y Rubio (2002), en las últimas décadas se ha observado la evolución tecnológica de los teléfonos móviles, la cual está dividida en cuatro (04) generaciones:

- ❖ **La primera generación 1G**, hizo su aparición en 1979 donde la tecnología predominante era la AMPS (Advanced Mobile Phone System), se caracterizó por ser analógica y solo se podían realizar llamadas de voz, la velocidad de los enlaces era de baja (2400 bauds) y no contaba con ningún tipo de seguridad.
- ❖ **La segunda generación 2G**, fue implantada en 1990 y a diferencia de la primera se caracteriza por ser digital, soporta velocidades de información más altas para voz, pero limitadas en comunicaciones de datos, ofrece servicios auxiliares tales como: datos, fax y SMS (Short Message Service), la mayoría de los protocolos cuentan con diferentes niveles de encriptación (seguridad), además, utiliza protocolos de codificación más sofisticados que aún son utilizados. En los Estados Unidos y otros países, se le conoce como PCS (Personal Communications Services). Dentro de las tecnologías predominantes son: GSM (Global System for Mobile Communications); IS-136 (conocido también como TIA/EIA-136 o ANSI-136) y CDMA (Code Division Multiple Access) y PDC (Personal Digital Communications), éste último usado en Japón.
- ❖ **La generación 2.5G**, tiene características extendidas para ofrecer capacidades adicionales que los sistemas 2G tales como GPRS (General Packet Radio System), HSCSD Transmisión y Redes de datos Telefonía Móvil U.H.U. 10-VII-2002 7 (High Speed Circuit Switched Data), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), IS-136B, IS-95B, entre otros. Los carriers Europeos y de Estados Unidos se movían a 2.5G en el 2001, mientras que Japón fue directo de 2G a 3G también en el 2001.
- ❖ **La tercera generación 3G**, es tipificada por la convergencia de la voz y datos con acceso inalámbrico a internet, aplicaciones multimedia y altas velocidades en la transmisión. Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información enfocados para aplicaciones como audio (MP3), video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a internet, sólo por nombrar algunos.

- ❖ **La cuarta generación 4G**, se diferencia de las generaciones predecesoras en la capacidad para proveer velocidades de acceso mayores de 100 Mbit/s en movimiento y 1 Gbit/s en reposo, manteniendo una calidad de servicio de alta seguridad que permite ofrecer servicios de cualquier clase en todo momento y lugar.

Todo el avance tecnológico permitió que los dispositivos se hicieran más ligeros y pequeños, en la figura N° 1 se observa como ha sido la evolución de los equipos de telefonía móvil durante los últimos años.

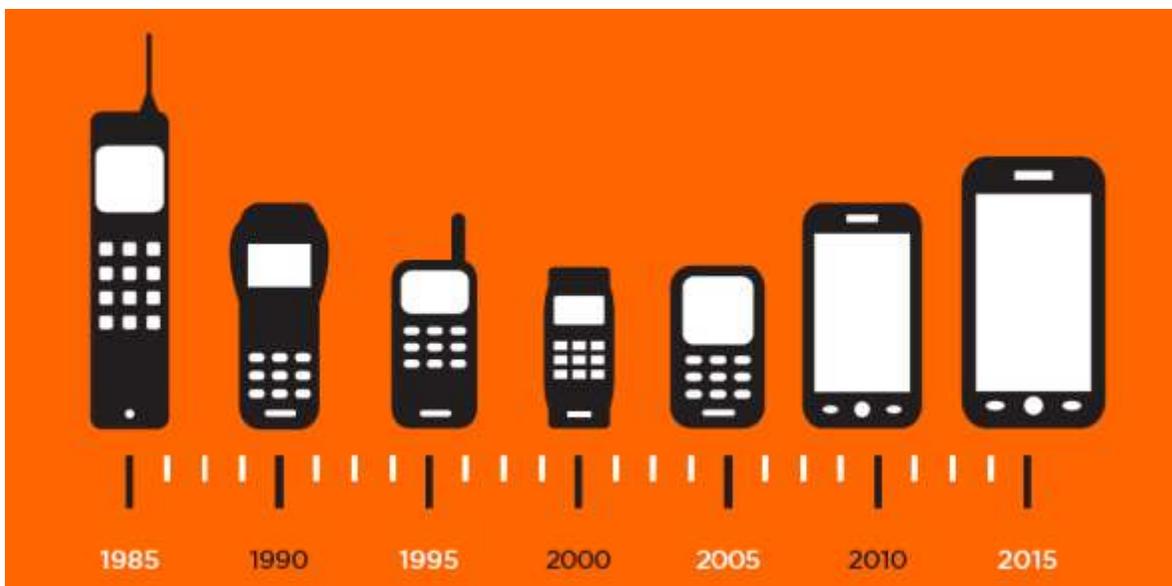


Figura N° 1. Evolución del tamaño y forma de un teléfono móvil promedio.

Fuente: (UNU, 2015).

2.3.1 Composición de los teléfonos móviles

En el Informe eWaste para Latino América, 2015 de la GSMA, se establece que la composición simplificada de un teléfono móvil es la planteada en la figura N° 2.

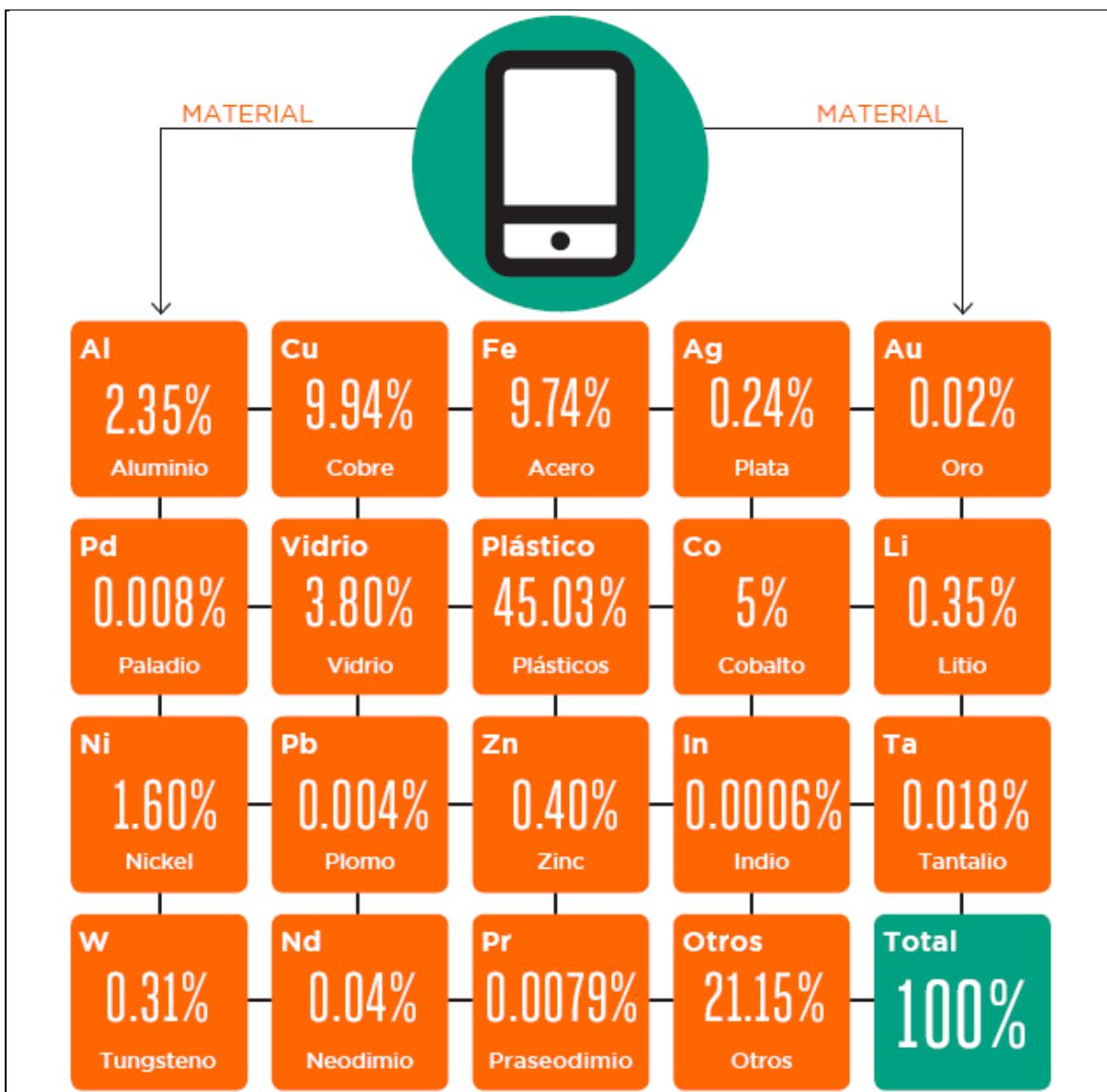


Figura N° 2. Composición simplificada de un teléfono móvil.
Fuente: (UNU, 2015).

En la tabla N° 1, se muestra la clasificación de los materiales que componen los teléfonos móviles, emitida por la Secretaria del Convenio de Basilea (2012), la cual se clasifica en tres (03) categorías.

Tabla N° 1. Clasificación de los materiales que componen los teléfonos móviles.

Constituyentes	Nombre del material	Ubicación en el teléfono móvil
Primarios	Plástico	Carcasa, tarjeta de circuitos
	Vidrio y cerámica	Pantalla LCD, chips
	Cobre (Cu), compuestos	Tarjeta de circuitos, cables, empalmes y baterías
	Níquel (Ni), compuestos	Baterías Ni-Cd y Níquel-Materiales de Hidruro (Ni-MH)
	Hidróxido de potasio (KOH)	Batería de iones de Litio (Li)
	Cobalto (Co)	Baterías
	Carbono (C)	Carcasa, armazón, cargador, baterías
	Aluminio (Al)	Tarjeta de circuitos
	Acero, metal ferroso (Fe)	
	Estaño (Sn)	
* Solo si se usan estos tipos de batería, de lo contrario serían constituyentes secundarios o residuales en trazas		
** Si se utiliza Aluminio en la carcasa la cantidad sería mayor al 20%		
Secundarios	Bromo (Br)	Tarjeta de circuitos
	Cadmio (Cd)	Batería Ni-Cd
	Cromo (Cr)	Carcasa, armazón
	Plomo (Pb)	Tarjeta de circuitos
	Polímero de cristal líquido	Pantalla LCD
	Litio (Li)	Batería de iones de Litio (Li)
	Manganeso (Mn)	Tarjeta de circuitos
	Plata (Ag)	Tarjeta de circuitos, teclado
	Tantalio (Ta)	Tarjeta de circuitos
	Titanio (Ti)	Carcasa, armazón
	Tungsteno o Wolframio (W)	Tarjeta de circuitos
	Zinc (Zn)	Tarjeta de circuitos
Residual o en trazas	Antimonio (Sb)	Carcasa, tarjeta de circuitos
	Arsénico (As)	LED de arsenurio de galio
	Bario (Ba)	Tarjeta de circuitos
	Berilio (Be)	Empalmes
	Bismuto (Bi)	Tarjeta de circuitos
	Calcio (Ca)	Tarjeta de circuitos
	Flúor (F)	Batería de iones de Litio
	Galio (Ga)	LED de Arsenurio de Galio
	Oro (Au)	Empalmes, tarjeta de circuitos
	Magnesio (Mg)	Tarjeta de circuitos
	Paladio (Pd)	Tarjeta de circuitos
	Rutenio (Ru)	Tarjeta de circuitos
	Estroncio (Sr)	Tarjeta de circuitos
	Azufre (S)	Tarjeta de circuitos
	Ytrio (Y)	Tarjeta de circuitos
	Zirconio (Zr)	Tarjeta de circuitos

Fuente. Convenio de Basilea (2012).

En las figuras N° 1 y 2, se evidencia que los teléfonos móviles son elaborados con materiales como plásticos, metales, cerámicas y vidrios especiales, destacando que cada fabricante produce diferentes dispositivos y variedades de modelos, es por ello que las sustancias o materiales empleados difieren de una empresa a otra. Además de los metales comúnmente conocidos (aluminio, cobre, acero) y los plásticos, otros metales pueden encontrarse en los teléfonos móviles, a veces en porcentajes muy pequeños, estos se utilizan sobre todo por sus propiedades fisicoquímicas que permiten desarrollar distintas funciones:

- ❖ La Plata y el Oro, se utilizan ampliamente en la industria electrónica por su naturaleza maleable y dúctil, su buena conductividad eléctrica y solubilidad en soldaduras a base de estaño.
- ❖ El Cobalto, se emplea en medios de grabación magnética y también en conexiones para la difusión del Oro en sustratos, además, se utiliza en baterías recargables.
- ❖ Tungsteno o Wolframio, por su alta densidad se emplea como un contrapeso en el extremo del eje del motor diminuto que hace vibrar los teléfonos celulares.
- ❖ Tantalio, se usa en los condensadores.
- ❖ Indio, se utiliza en la pantalla LCD.

Dentro de los metales empleados en la elaboración de teléfonos móviles, se encuentran los metales pesados, los cuales se caracterizan por ser elementos inorgánicos con densidad mayor o igual a cinco gramos por centímetros cúbicos ($\geq 5 \text{ gr/cm}^3$) o números atómicos mayor a veinte (> 20) excluyendo los elementos alcalinos y alcalinotérreos; estos elementos son Zinc, Cromo, Cobre, Cobalto, Níquel, Plomo, Arsénico, Molibdeno, Cadmio, Selenio y Mercurio.

Dentro de los metales pesados hay dos (02) grupos los cuales se describen a continuación:

- ❖ *Oligoelementos o micronutrientes*, que son los requeridos en pequeñas cantidades o trazas por plantas y animales para que los organismos completen su ciclo vital. Dentro de este grupo están: Arsénico, Boro, Cobalto, Cromo, Cobre, Molibdeno, Manganeso, Níquel, Selenio y Zinc. Estos elementos minoritarios se encuentran en muy bajas concentraciones en el suelo y agua, sin embargo la ausencia de estos micronutrientes causa enfermedades y su exceso intoxicaciones.
- ❖ *Metales pesados*, su presencia en determinadas cantidades en los seres vivos, generan disfunciones en el funcionamiento de sus organismos, produciendo inhibición de las actividades enzimáticas. Son altamente tóxicos y presentan la propiedad de acumularse en los organismos vivos. A este grupo pertenecen principalmente: Cadmio, Mercurio, Plomo, Cobre, Níquel, Antimonio, Bismuto. La toxicidad de estos metales se debe a su capacidad de combinarse con una gran variedad de moléculas orgánicas, pero la reactividad de cada metal es diferente y consecuentemente lo es su acción tóxica.

La peligrosidad de los metales pesados, radica en que no son química ni biológicamente degradables y que algunos de estos elementos tienden a bioacumularse en los tejidos del cuerpo humano amenazando la salud. Cuando los metales pesados, son dispuestos sin ningún tipo de control al ambiente, el principal recurso afectado es el suelo, que además de sus funciones como soporte físico y productor de alimentos, juega un papel crítico en la calidad del aire, almacenamiento de agua, nutrientes y microorganismos como medio purificador de contaminantes mediante procesos físicos, químicos y biológicos. En el figura N° 3, se visualiza el ciclo biogeoquímico general de los metales pesados en el suelo.

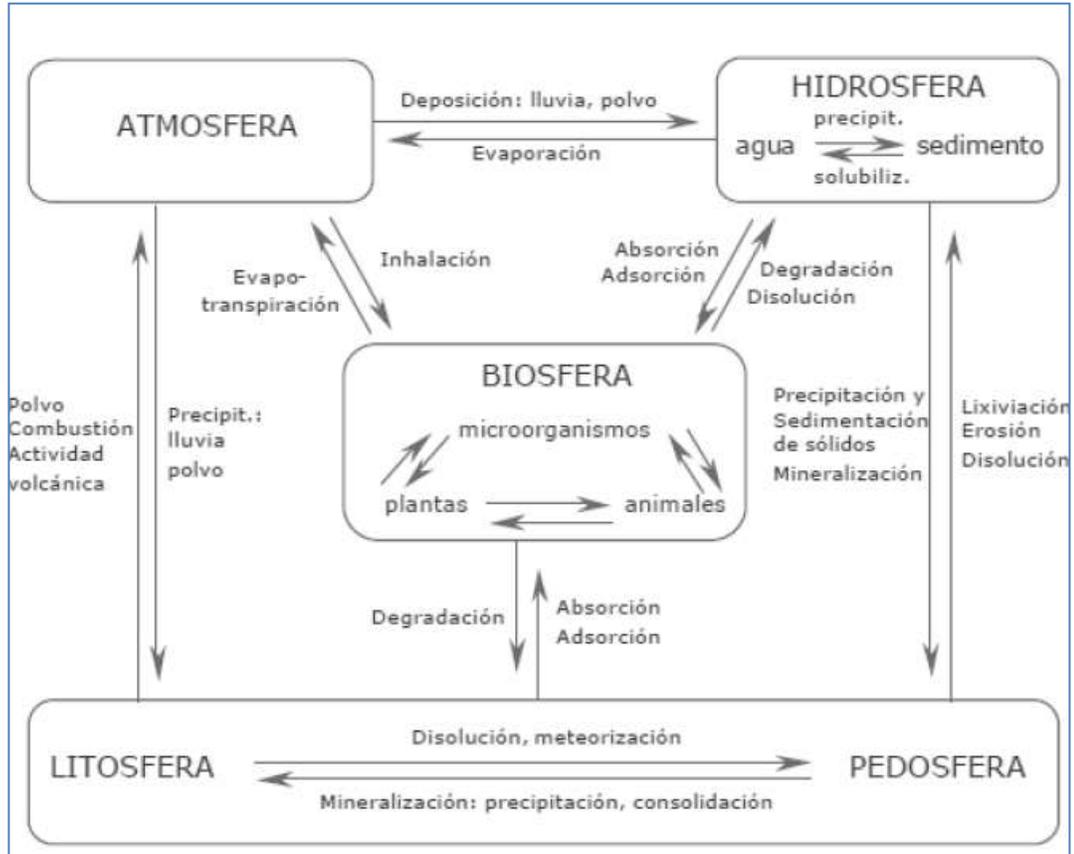


Figura N° 3. Ciclo biogeoquímico de los metales pesados en el suelo.
Fuente: (Rosas, 2005).

En este sentido (García, Moreno, Hernández, & Polo, 2002), llevaron a cabo diversos estudios sobre la calidad del suelo contaminado con metales pesados, indicando que el Cadmio y Níquel, influyen negativamente sobre el desarrollo de la actividad microbiana, en parámetros como carbono de biomasa microbiana, respiración basal (emisión de CO_2), coeficiente metabólico ($q\text{CO}_2$) y ATP (Adenosin Trifosfato). En cuanto a las plantas, estas pueden adsorber los metales en el suelo, inhibiendo su crecimiento o pueden ver alterada su fisiología, así como, pasar los metales a la cadena trófica (paso en la cadena alimenticia de las plantas a los animales y luego a los seres humanos). La acumulación de los metales pesados en el suelo se reduce ligeramente por la lixiviación, adsorción de las plantas, erosión, etc., pero sin duda puede convertirse en un almacén de estos contaminantes durante cientos de miles de años, puesto que contendrá aquellos metales que no hayan sido capaces de salir del sistema.

Dentro de la dinámica de los metales pesados en el suelo, se visualiza como estos entran en el ciclo hidrológico afectando cuerpos de agua donde son fácilmente absorbidos por la biota acuática; es decir, tienen una alta biodisponibilidad en este medio (capacidad de interacción de un contaminante en el sistema biológico). Los metales que se bioconcentran en las algas marinas son el Aluminio, Cobre, Mercurio, Manganeso, Níquel, Plomo y Zinc. En la biota se acumulan principalmente el Cadmio y el Mercurio; el Manganeso en el esqueleto de los peces. Esta acumulación depende de la acidez del medio acuoso y de la disminución de la concentración acuática del calcio. De los metales, el más tóxico para los peces es el Aluminio, ya que de la concentración total sólo ciertas formas químicas son tóxicas para los organismos. Otro problema que causa la contaminación de cuerpos de agua con metales pesados, es la falla en los procesos de tratamientos biológicos convencionales, afectando los ecosistemas receptores.

Otro componente de los teléfonos móviles, que representa un riesgo al final de su ciclo de vida es el plástico, el cual constituye el 45% del equipo. Según Plastics Industry Association (2017) en el informe titulado *Watching: Consumer Technology*, se establece que durante el año 2016 los teléfonos móviles inteligentes fueron los primeros productos de tecnología de la información con mayor consumo de plástico, observando un aumento del 4% con respecto al año anterior, generando ganancias de 55.000 millones de dólares americanos a la industria. De igual forma, indica que algunos de los plásticos utilizados en la fabricación de teléfonos móviles son:

- ❖ **Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)**, está constituido por propileno, amoníaco y oxígeno, se caracteriza por ser resistente y es ampliamente utilizado en la elaboración de carcasas (Massó, 2015).

- ❖ **Resinas epoxídicas**, conformadas por Bifenol A y Epiclorohidrina, que son aislantes eléctricos empleados en el encapsulado de los circuitos integrados, transistores y la fabricación de circuitos impresos.

- ❖ **Policarbonato**, es altamente resistente y se emplea en la fabricación de carcasas.
- ❖ **Policloruro de vinilo**, es utilizado como aislante de cables, dentro de sus componentes se encuentran Ftalatos y Cadmio (Ortuño, 2014).

Dentro de los plásticos utilizados en esta rama, se encuentran compuestos identificados como **Retardantes de la llama bromados**, que son utilizados para reducir la inflamabilidad de los mismos y poseen dentro de su estructura química aditivos como polibromodifenil éteres (PBDEs), polibromobifenilos (PBBs) o hexabromociclododecano (HBCD), compuestos que pueden pasar al ambiente, bioacumularse en la sangre, leche materna, en tejidos grasos de animales y humanos, así como afectar el desarrollo del sistema nervioso y hormonal (Ortuño, 2014).

2.3.2 Riesgos del manejo inadecuado de los teléfonos móviles

Los teléfonos móviles, están constituidos por materiales que deben ser manejados adecuadamente al final de su vida útil para no convertirse en un riesgo latente para el ambiente, ya que se pudiese afectar la calidad del suelo, agua, aire y fauna de la zona donde sean dispuestos. Según lo planteado por (Convenio de Basilea, 2012) cuando un teléfono móvil y sus accesorios son desechados en vertederos a cielo abierto o incinerados sin tomar medidas de control, se corren los siguientes riesgos:

Disposición de teléfonos móviles en vertederos a cielo abierto

- ❖ Según el Departamento de medio ambiente y patrimonio de Australia (1999), en el documento titulado Hazard Status of Waste Electrical and Electronic Assemblies or Scrap, establece que al disponer teléfonos móviles y sus componentes conjuntamente con desechos sólidos comunes, estos entran en contacto con los ácidos generados durante el proceso de lixiviación, causando la solubilización de los metales contenidos en los mismos. Situación que ha sido corroborada con varios estudios del Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), en los que se observa que las tarjetas

con circuitos impresos y baterías desprenden metales en condiciones de vertedero, las cuales fueron simuladas bajo el procedimiento de lixiviación característica de la toxicidad o TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure).

- ❖ Si un vertedero a cielo abierto no está delimitado por una barrera impermeable, todas las sustancias contenidas en los lixiviados pueden migrar hacia aguas subterráneas y con el tiempo llegar a manantiales, lagos, ríos, embalses y mares, creando condiciones para la posible exposición de ecosistemas y seres humanos.
- ❖ El principal riesgo para la disposición final en vertederos a cielo abierto, está asociado a la migración de sustancias peligrosas a lo largo de la cadena alimenticia como consecuencia de la ingestión directa de contaminantes por el suelo y agua. Situación que es evidente en los vertederos de las regiones pobres, que son visitados por personas incluyendo niños que se ganan la vida con la extracción de materiales que se consideren valiosos.

Incineración de teléfonos móviles sin medidas de control

- ❖ La incineración de teléfonos móviles y sus accesorios, se lleva a cabo con el fin de extraer metales, para la recuperación y el reciclado. Pero cuando esta práctica se utiliza sin establecer parámetros de control o medidas de seguridad trae como consecuencia la oxidación del plástico contenido en la carcasa y la tarjeta de circuitos, produciéndose partículas de hidrocarburo y hollín.
- ❖ Algunos metales, como el Cadmio y el Plomo, tienen temperaturas de fusión relativamente bajas (321,1 y 327,5 °C), que pueden fundirse durante la incineración y generar la emisión de partículas de óxidos metálicos que se esparcen por las poblaciones aledañas.
- ❖ De igual forma, si la incineración no se ejecuta bajo los parámetros de control (temperatura y tiempo) establecidos según sea la naturaleza de los componentes, los plásticos y otros hidrocarburos quizá no se oxiden

completamente y no lleguen a transformarse en dióxido de carbono (CO₂) y agua, creándose las condiciones necesarias para formar hidrocarburos halogenados con inclusión de dioxinas y furanos.

2.3.3 Ciclo de vida de un teléfono móvil

El ciclo de vida de un teléfono móvil, durante todas sus fases puede ser presentado como su "mochila ecológica". Este concepto científico reúne todos los recursos utilizados para cada fase del ciclo de vida del producto desde la extracción de recursos hasta la disposición final y cuantifica el uso completo de recursos de cada producto. La *Mochila Ecológica*, sin embargo es muy pesada para la mayoría de los AEE, por lo general es mucho mayor que el peso real de un producto. El siguiente desglose de (UNU, 2015) establece que la mochila ecológica de un teléfono móvil estándar es de 44,4 Kilogramos, donde sólo se incluyen materiales abióticos y bióticos.



Figura N° 4. Mochila ecológica de un teléfono móvil.

Fuente: (UNU, 2015).

Por lo tanto, todos los esfuerzos para disminuir la mochila ecológica son favorables desde el punto de vista ecológico. Esto puede hacerse ya sea cerrando bucles, asegurando el reciclaje y extendiendo la vida útil de los componentes o todo el producto a través del reuso.

2.3.4 Etapas del manejo al final del ciclo de vida de los teléfonos móviles

Para aprovechar los materiales que constituyen los teléfonos móviles al final de su ciclo de vida útil, la empresa Mobile Muster (2016), ubicada en Australia, aplica el siguiente proceso productivo:

- 1. Clasificación.** En primer lugar, los teléfonos se desmontan y se clasifican en los siguientes componentes: baterías Níquel Cadmio (NiCd), Níquel Metal Hidruro (NiMetHyd) o Ion de Litio (Li), placas de circuitos impresos, auriculares, cargadores, accesorios, plásticos, metales y embalajes de papel y cartón.
- 2. Baterías.** Se clasifican de acuerdo al tipo de elementos químicos, las de iones de Litio y (NiMetHyd) se procesan para extraer el Co, Li y Ni. De las baterías de NiCd, se extrae el Níquel para fabricar acero inoxidable y el Cadmio para elaborar nuevas baterías.
- 3. Circuitos.** Las tarjetas de circuitos se procesan para extraer los metales preciosos Oro, Plata, Cobalto y Platino.
- 4. Carcasas.** Los plásticos se trituran y se utilizan para producir productos plásticos compuestos como paletas.
- 5. Accesorios y plásticos mixtos.** El cableado de Cobre se envía a los recicladores de metales locales para su recuperación.
- 6. Otros accesorios y plásticos mezclados.** Se trituran y los plásticos se separan de los metales ferrosos y no ferrosos para su reutilización.
- 7. Empaquetado.** Se separan en plástico y papel, se envía a los recicladores locales para su procesamiento.



Figura N° 5. Etapas del manejo al final del ciclo de vida de los teléfonos móviles.
Fuente: Mobile Muster (2016)

Este proceso además de ser altamente eficiente, proporciona un desglose completo de los compuestos químicos, evitando que los metales pesados, dioxinas y furanos amenacen el ambiente y la salud.

2.3.5 Sistemas de Gestión Ambiental (SGA)

En la actualidad las expectativas sociales para el desarrollo sostenible, hacen cada vez más estricta la legislación ambiental, con el objeto de manejar eficaz y eficientemente los recursos naturales y evitar la gestión inadecuada de los residuos y desechos peligrosos.

Razón por la cual los *Sistemas de Gestión Ambiental (SGA)*, están enfocados hacia la protección del medio ambiente utilizando la prevención, mitigación de los impactos ambientales, ayudando a cumplir con la legislación, controlando la forma en la que se diseñan los productos y servicios que ofrecen las organizaciones, permitiendo que la información ambiental llegue a las partes interesadas (Norma ISO 14001:2015).

Modelo de Gestión Ambiental

Consiste en establecer una metodología para organizar y combinar los recursos disponibles con el propósito de cumplir las políticas, objetivos y regulaciones ambientales de una institución.

Asimismo, el **Modelo de Gestión Ambiental (MGA) para el Manejo de Residuos de Teléfonos Móviles**, se fundamenta en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) a través del cual se promueve un proceso interactivo, que es utilizado e implementado por las organizaciones para conseguir la mejora continua de sus SGA. Según lo establecido en la Norma ISO 14001:2015 el ciclo PHVA consiste en:

- ❖ **Planificar:** establecer los objetivos ambientales y los procesos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con la política ambiental de la organización.

- ❖ **Hacer:** implantar los procesos según lo planificado.

- ❖ **Verificar:** seguimiento y medición los procesos respecto a la política ambiental, incluyendo los compromisos, objetivos ambientales, criterios operacionales e información de resultados.

- ❖ **Actuar:** emprender acciones para la mejora continua.



Figura N° 6. Modelo de Sistema de Gestión Ambiental.

Fuente: Norma ISO 14001, (2105)

2.4 Marco Referencial

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (2015), reseña que en la República Bolivariana de Venezuela, se genera el 9 % de los RAEE de Latino América, destacando, que en la actualidad el país no cuenta con una legislación específica que permita controlar el manejo de este tipo de residuos, sin embargo, se toman como referencia las normativas establecidas en materia de desechos sólidos comunes, en las cuales solo se hace mención a los RAEE, pero no se establecen lineamientos para su gestión.

Según lo planteado por Fernández (2007), en el estudio sobre los circuitos formales e informales de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Sudamérica, se especifica que durante el año 2007 se llevó a cabo en el país el primer taller nacional de Elaboración de Políticas Públicas para el Manejo y Aprovechamiento de RAEE, el cual fue organizado por el Ministerio de Ciencias y Tecnologías, con una amplia asistencia de organismos públicos e internacionales como el Centro Regional del Convenio de Basilea para Sudamérica, entre otros, estableciéndose como objetivos:

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

- ❖ Elaborar propuestas a partir de experiencias exitosas sobre legislaciones y regulaciones nacionales e internacionales, en el manejo y aprovechamiento de RAEE.
- ❖ Definir estrategias generales para la operacionalización del manejo y aprovechamiento de RAEE en la República Bolivariana de Venezuela.
- ❖ Proponer estrategias y/o métodos para operativizar el Convenio de Basilea y el Protocolo de Kyoto.
- ❖ Diseñar estrategias apropiadas para educar a los funcionarios públicos y la sociedad en general sobre la corresponsabilidad en el correcto manejo y aprovechamiento de RAEE en la República Bolivariana de Venezuela.
- ❖ Proponer mecanismos para incentivar la creación de la industria para el manejo y aprovechamiento de RAEE República Bolivariana de Venezuela.
- ❖ Elaborar propuestas de articulación entre la empresa privada y el sector público para la participación y responsabilidad en el manejo y aprovechamiento de RAEE en la República Bolivariana de Venezuela.
- ❖ Establecer estrategias que incentiven la investigación científica sobre el manejo y aprovechamiento de RAEE en la República Bolivariana de Venezuela.
- ❖ Diseñar propuestas y estrategias para determinar el ciclo de vida del hardware en la Administración Pública Nacional.

Resaltando que este taller ha sido el primer paso que ha dado la República Bolivariana de Venezuela hacia la gestión de los RAEE, aun cuando en la actualidad no hay nada concreto, se tienen algunas bases de lo que deben hacer los organismos responsables como son el Ministerio del Poder Popular para El Ecosocialismo (MINEC), Ministerio del Poder Popular para Ciencia Tecnología y Educación Universitaria, SENIAT, Ministerio de Poder Popular para la Salud, Ministerio del Poder Popular para la Industria y Comercio, entre otros.

2.5 Bases Legales

Dentro de la legislación aplicable en el manejo y de RAEE, a nivel internacional y nacional se destacan las siguientes:

Tabla N° 2. Legislación aplicable en el manejo de RAEE

Normativa	Objetivo
<p>Convenio de Basilea sobre el control de movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Fue Adoptado por la Conferencia de Plenipotenciarios del 22 de marzo de 1989 y entró en vigor el 5 de mayo de 1992. En el país entró en vigencia el 16 de febrero de 1998, G.O. N° 36.396.</p>	<p>Cuenta con 170 países miembros (Partes) dentro de los cuales se encuentra la República Bolivariana de Venezuela. Tiene como objetivo proteger el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos derivados de la generación, el manejo, los movimientos transfronterizos y la eliminación de los desechos peligrosos y otros desechos.</p>
<p>Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Fue firmado el 22 de mayo del año 2001 y entró en vigor el 17 de mayo del 2004. A nivel nacional entró en vigencia el 3 de enero del 2005, G.O. N° 5.754.</p>	<p>Tiene como finalidad la eliminación de compuestos orgánicos persistentes como pesticidas, Bifenilos Policlorados (PCBs), Bifenilos Polibromados (PBDEs), dioxinas y furanos, ya que estos poseen propiedades tóxicas, son resistentes a la degradación, se bioacumulan y se transportan por el aire, agua y las especies migratorias, a través de las fronteras internacionales y depositados lejos del lugar de su liberación, acumulándose en ecosistemas terrestres y acuáticos.</p>
<p>Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (30 de diciembre de 1999/G.O. N° 36.860)</p>	<p>Artículo 127. Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.</p>
<p>Ley Orgánica del Ambiente. (22 de diciembre de 2006/G.O. N° 5.833)</p>	<p>Establecer las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad.</p>
<p>Ley Orgánica de la Salud. (11 de noviembre de 1998/G.O.N° 35.579)</p>	<p>Establecer las directrices y bases de salud como proceso integral, además determina la organización, funcionamiento, financiamiento y control de la prestación de los servicios de salud de acuerdo con los principios de adaptación científico-tecnológica, de conformidad y de gratuidad, este último en los términos establecidos en la Constitución de la República. Regula igualmente los</p>

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

	deberes y derechos de los beneficiarios, el régimen cautelar sobre las garantías en la prestación de dichos servicios, las actividades de los profesionales y técnicos en las ciencias de la salud, y la relación entre los establecimientos de atención médica de carácter privado y los servicios públicos de salud.
Ley Penal del Ambiente. (2 de mayo de 2012/G.O. N° 39.913)	Tipificar como delito los hechos atentatorios contra los recursos naturales y el ambiente e imponer sanciones penales.
Ley de Aguas. (2 de enero de 2007/G.O.N° 6.207)	Establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas, como elemento indispensable para la vida, el bienestar humano y el desarrollo sustentable del país, y es de carácter estratégico e interés de Estado.
Ley de la Calidad de las Aguas y el Aire. (28 de diciembre de 2015/G.O.N° 6.207)	Establecer las disposiciones sobre la calidad del agua y el aire; las molestias ambientales y las condiciones bajo las cuales se debe realizar el manejo de los residuos líquidos y gaseosos con el fin de proteger la salud de los seres vivos y los ecosistemas.
Ley Sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos. (13 de noviembre de 2001/G.O.N° 5554)	Regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre con el fin de proteger la salud y el ambiente.
Ley de Gestión Integral de la Basura. (30 de diciembre de 2010)	Establecer las disposiciones regulatorias para la gestión integral de la basura, con el fin de reducir su generación y garantizar que su recolección, aprovechamiento y disposición final sea realizada en forma sanitaria y ambientalmente segura.
Decreto 2635 Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos. (3 de agosto de 1998/G.O.N° 5.245)	Regular la recuperación de materiales y el manejo de desechos, cuando los mismos presenten características, composición o condiciones peligrosas representando una fuente de riesgo a la salud y al ambiente.
Decreto 638. Normas Sobre Calidad del Aire y Control de la Contaminación Atmosférica. (19 de mayo de 1995/G.O.N° 4.899)	Establecer las normas para el mejoramiento de la calidad del aire y la prevención y control de la contaminación atmosférica producida por fuentes fijas y móviles capaces de generar emisiones gaseosas y partículas.
Decreto 883. Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. (18 de diciembre de 1998/G.O. N° 5.021)	Establecer las Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos.
Decreto 2216. Normas para el Manejo de los Desechos Sólidos de Origen Doméstico, Comercial, Industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos. (23 de abril de 1992/G.O.N°4.418)	Regular las operaciones de manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza no peligrosa, con el fin de evitar riesgos a la salud y al ambiente
Decreto 1257. Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente. (26 de abril de 1996/G.O.N° 35.946)	Establecer los procedimientos conforme a los cuales se realizará la evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente
Decreto 2795. (30 de marzo de 2017/G.O.N° 41.125)	Se reserva al ejecutivo nacional la compra de residuos sólidos de aluminio, cobre, hierro, bronce, níquel u otro tipo de metal o chatarra ferrosa en cualquier condición; así como de residuos sólidos no metálicos, fibra óptica; y fibra secundaria producto del reciclaje de papel y cartón
Resolución N° 73. Requisitos para la	Establecer los requisitos que deben cumplir las personas

Autorización de Manejadores de Sustancias, Materiales o Desechos Peligrosos y Registro de Generadores de Desechos Peligrosos.	naturales y jurídicas, públicas o privadas para obtener la autorización como manejadores de sustancias, materiales o desechos peligrosos ante el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (actualmente Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo).
---	--

Fuente: Elaboración propia.

Según lo establecido en el Informe e-Waste para América Latina (UNU, 2015), la República Bolivariana de Venezuela, a pesar de las disposiciones de carácter general en materia de protección del medio ambiente y gestión de residuos, aún no cuenta con una ley específica sobre la gestión de Residuos de Aparatos Electrónicos y electrónicos (RAEE).

Sin embargo, a través de consultas con personal técnico de la Dirección General de Gestión de Calidad Ambiental del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEC), en la actualidad este organismo trabaja en un proyecto de ley que lleva por nombre “**Normas para la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos**”, el cual tiene como objetivo principal establecer los lineamientos para la gestión ambiental integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), así como incentivar la creación de mercados secundarios para los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) que hayan entrado en obsolescencia programada o percibida, que por sus características sigan siendo útiles, reusables o reciclables. Cuyo ámbito de aplicación comprenderá: grandes electrodomésticos, pequeños electrodomésticos, máquinas expendedoras, instrumentos de vigilancia y control, equipos de informática y telecomunicaciones, aparatos de consumo, aparatos de alumbrado, herramientas eléctricas y electrónicas, juguetes o equipos deportivos de tiempo libre, aparatos médicos, aparatos de laboratorio, baterías y pilas.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico, está definido como:

El conjunto de procedimientos lógicos, tecno-operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados. (Balestrini, 2009, p. 125).

En este sentido, el marco metodológico de esta investigación desarrolla los siguientes aspectos: tipos de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas de recolección de datos, fases de la investigación, procedimientos por objetivos, variables, definición conceptual y operacional e indicadores, estructura desagregada del trabajo, aspectos éticos, cronogramas y recursos, a través de los que se podrán lograr los objetivos planteados.

3.1 Tipo de Investigación

La metodología de investigación a emplear fue de tipo documental, ya que se fundamentó en el análisis de textos, informes técnicos, consulta de base de datos a nivel nacional e internacional, entre otros. Todo esto enfocado en un alcance descriptivo, ya que se buscó especificar las propiedades, características y procesos del fenómeno RAEE específicamente los residuos de teléfonos móviles, desde el origen hasta el final del ciclo de vida del producto. El estudio de alcance descriptivo, se llevó a cabo realizando la revisión de los modelos de gestión para el manejo de RAEE implementados en países de Latino América y Europa, a fin de diseñar un modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles en la República Bolivariana de Venezuela.

3.2 Diseño de la Investigación

Teniendo como base la ausencia de políticas gubernamentales en cuanto al fenómeno RAEE, la escasa publicación de información oficial y que no se cuenta

con Modelos de Gestión para el manejo y aprovechamiento de los residuos de teléfonos móviles en la República Bolivariana de Venezuela, se plantea la aplicación de una investigación de tipo documental no experimental, que según Hernández, Fernández, y Baptista (2010), se define como “Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”. (p.149). Aplicando un diseño de investigación de tipo *No Experimental* transeccional o transversal exploratorio, el cual según Hernández, Fernández, y Baptista (2010), se trata de una exploración inicial en un momento específico que permite “Comenzar a conocer una variable o un conjunto de variables, una comunidad, un contexto, un evento o una situación”. (p.152).

3.3 Población y Muestra

En esta investigación se realizó la selección de la población y muestra, estableciendo como **Unidad de Análisis** (participantes, objetos, sucesos, casos, elementos que se estudie) los usuarios de líneas de telefonía móvil que se encuentran activas a nivel nacional. Asimismo, la muestra es de tipo **Probabilística estratificada**, definida por Hernández, Fernández, y Baptista (2010) como “Muestreo en el que la población se divide en segmentos y se selecciona una muestra para cada segmento.” (p.180).

Tomando como base, lo planteado por la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL, 2017) en la República Bolivariana de Venezuela, hasta el tercer trimestre del año 2017 se tenían 26.927.297 suscriptores, de los cuales 25.401.795 poseen líneas activas para una población de 31.338.270. Se procedió a seleccionar como **Población de la Investigación** el Distrito Capital, por ser la aglomeración urbana más grande del país y contar con **4.159.651 líneas activas de telefonía móvil**; asimismo para la selección de la muestra se utilizó la ecuación estadística para proporciones poblacionales finitas, determinándose un resultado de 385 personas.

$$n = \frac{N * Z^2 * \sigma^2}{(N - 1) * \varepsilon^2 + Z^2 * \sigma^2} = \text{Tamaño de la muestra}$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra

N= Población= 4.159.651.

Z= Nivel de confianza (95%)=1.96

σ = Porcentaje de variabilidad o varianza= (50%)

ε = Margen de error (5%)

3.4 Técnicas de Recolección de Datos

Para llevar a cabo la recolección de datos e información, necesarios para elaborar el modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles en la República Bolivariana de Venezuela, se diseñó un **Instrumento de Medición**, definido por Hernández, Fernández, y Baptista (2010) como “Recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente”. (p. 200), en este caso un **Cuestionario** “Consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir”. (p. 217), conformado por tres (03) preguntas obligatorias (edad, sexo y ocupación) y trece (13) preguntas cerradas, de las cuales una (01) es de tipo dicotómica y once (11) policotómicas, destacando que para ponderar las últimas nueve (09) preguntas se utilizó la escala de Likert. (Anexo I).

Asimismo, para determinar la Confiabilidad del Cuestionario, definida por Hernández, Fernández, y Baptista (2010) como “Grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes”. (p. 200), se calculó el Coeficiente Alfa de Cronbach, que consiste en una fórmula que determina el grado de consistencia y precisión que poseen los instrumentos de medición, teniendo como base la siguiente escala:

Tabla N° 3. Valores y criterios del Coeficiente Alfa de Cronbach

Rango	Criterio
-1 a 0	No es confiable
0.01 a 0.49	Baja confiabilidad
0.50 a 0.75	Moderada confiabilidad
0.76 a 0.89	Fuerte confiabilidad
0.90 a 1.00	Alta confiabilidad

Fuente: Hernández, Fernández y Batista, (2003)

Para ello se realizó una prueba piloto, que consistió en aplicar el cuestionario a cuarenta (40) personas de la población que no pertenecían a la muestra objeto de estudio pero que tenían características similares a la misma, obteniendo como resultado un Coeficiente Alfa de Cronbach de $\alpha = 0.76$, determinándose que el instrumento de consulta diseñado tiene “**Fuerte confiabilidad**”.

Para ello se utilizó la siguiente fórmula estadística:

$$\alpha = \frac{I}{I-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Dónde: α = Coeficiente de Alfa de Cronbach

I = Número de ítems utilizados para el cálculo

$\sum S_i^2$ = Suma de la varianza de cada ítem

S_t^2 = Varianza total de los ítems

En cuanto a la validez del cuestionario esta se realizó a través de la consulta a expertos, la cual esta definida por Hernández, Fernández, y Baptista (2010) como “Se refiere al grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión, de acuerdo con expertos en el tema.” (P. 204). El instrumento fue evaluado y validado por tres (03) expertos de la Universidad Católica Andrés Bello, en cuanto al contenido, criterio y constructo, tomando como consideración que las dimensiones medidas por el instrumento fueran representativas de la(s) variable(s) de interés. (Anexo II).

3.5 Fases de la Investigación

Las fases para llevar a cabo la investigación, son las siguientes:

1. **Consulta bibliográfica:** revisión de información técnica a nivel nacional e internacional.
2. **Estado del arte:** investigación a través de la cual se conoció los avances a nivel mundial, regional y local del manejo de RAEE y gestión de teléfonos móviles.
3. **Colecta de datos e información:** se procedió a consultar al personal técnico del ente gubernamental responsable en materia ambiental a nivel nacional. Además, se aplicó el cuestionario elaborado para la recolección de datos a la población del Distrito Capital, a través de correo electrónico utilizando la aplicación Google Forms.
4. **Análisis de datos y procesamiento de información:** se evaluó y analizó la información obtenida durante la recolección de datos a través del cuestionario, a fin de conocer el manejo de los teléfonos móviles en la población objeto de estudio y la pertinencia social o importancia de un modelo de gestión de teléfonos móviles en el país.
5. **Diseño del modelo de gestión:** con base en el diagnóstico y análisis realizado se procederá a elaborar el modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles.

3.6 Procedimiento por objetivos

Los procedimientos para desarrollar los objetivos de investigación deben expresarse con claridad pues son las guías del estudio Hernández, Fernández, y Baptista (2010). En la tabla N° 4, se plantea los procedimientos para cumplir con los objetivos planteados.

Tabla N° 4. Procedimiento por objetivos específicos.

N°	Objetivo	Procedimiento a seguir
1	Definir el Estado del arte de la gestión de los RAEE	Revisión bibliográfica de información técnica: se consultó textos, informes técnicos, artículos científicos indexados, patentes de organizaciones internacionales en el ámbito ambiental, asociaciones de productores de teléfonos móviles, Secretarías de Convenios Internacionales, la Organización Mundial de la Salud, entre otros.
2	Identificar la problemática causada por el manejo inadecuado de los residuos de teléfonos móviles y sus efectos sobre el ambiente y salud humana.	Consulta bibliográfica de información técnica: se consultó textos, informes técnicos, artículos científicos indexados, patentes de organizaciones internacionales en el ámbito ambiental, asociaciones de productores de teléfonos móviles, Secretarías de Convenios Internacionales, la Organización Mundial de la Salud, entre otros. Identificación de los componentes de los teléfonos móviles y los materiales necesarios para su elaboración.
3	Definir y aplicar un instrumento de consulta que permita evaluar la importancia de un modelo de gestión de residuos de teléfonos móviles en la República Bolivariana de Venezuela.	Elaboración de un cuestionario debidamente validado por profesionales de trayectoria académica, a fin de coleccionar e información sobre el manejo de residuos de teléfonos móviles a nivel nacional.
4	Diseñar las fases de un modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles a nivel nacional.	Recolectar datos e información a través de instrumentos de medición. Procesamiento de datos obtenidos por consulta a expertos, representantes de entes gubernamentales y empresas privadas. Análisis de la información y elaboración de las fases del modelo de gestión para el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles.
5	Identificar las ventajas ambientales y económicas de la implementación del modelo de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y los lineamientos para su evaluación.	Consulta de documentos internacionales y de las experiencias de países latinoamericanos en cuanto a la aplicabilidad de REP.

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Variables, Definición Conceptual y Operacional e Indicadores

Variables

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2010) “Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse”. (p. 93).

Definición conceptual

Hernández, Fernández, y Baptista (2010), argumentan que cuando se refiere a la definición conceptual o constitutiva de las variables "se trata de definiciones de

diccionarios o libros especializados y cuando describen la esencia o las características de una variable, objeto o fenómeno se les denomina definiciones reales". (p.110).

Definición operacional

Hernández, Fernández, y Baptista (2010), "La manera como hemos operacionalizado las variables es crucial para determinar el método para medirlas, lo cual a su vez, resulta fundamental para realizar inferencias de los datos" (p. 198).

Indicadores

Calderón y Luis (2010), indican que los indicadores en la investigación científica "Es toda cantidad, valor o elemento que permite conocer el estado de un hecho o fenómeno, también puede expresar la variación, el compromiso, la intensidad o la relación de dos o más características, hechos o fenómenos" (p.120).

En esta investigación se consideran 3 variables, y se formuló el mismo número de definiciones conceptuales y operacionales e indicadores, que se presentan en la tabla Nº 5.

Tabla Nº 5. Definición del sistema de variables e indicadores de la investigación.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
Manejo inadecuado de residuos de teléfonos móviles	Prácticas que no permiten garantizar el aprovechamiento sustentable de los materiales contenidos en equipos de telefonía móvil.	Investigación documental a nivel nacional e internacional.	*Datos oficiales sobre generación de RAEE a nivel nacional e internacional. *Estadística nacional e internacional sobre el manejo de teléfonos móviles en el país.
Modelo de gestión	Es la forma como se organizan y combinan los recursos con el propósito de cumplir las políticas, objetivos y regulaciones de una institución.	Aplicar el instrumento de consulta y analizar los datos, así como la revisión de planes de gestión de manejo de residuos de teléfonos móviles de países latinoamericanos y europeos.	*Datos sobre la cantidad de usuarios de teléfonos móviles en el país. *Información de entes gubernamentales sobre planes gestión de RAEE o incentivos para la elaboración e implementación de los mismos.

Fuente: Elaboración propia.

3.8 Estructura Desagregada de Trabajo

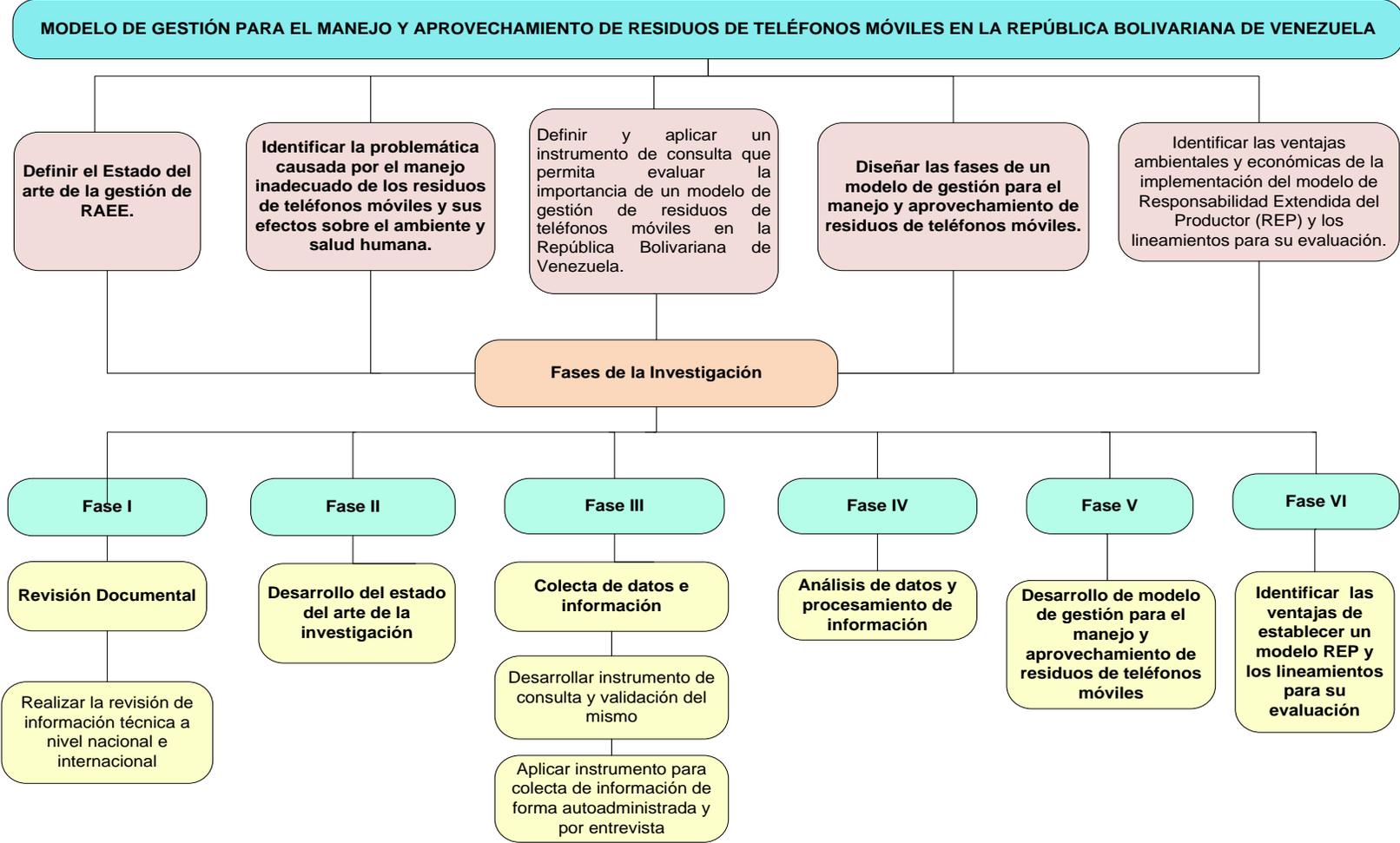


Figura N° 7. Estructura desagregada del trabajo

3.9. Aspectos Éticos

La información contenida en este proyecto de investigación cumple con el Reglamento General de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello. En cuanto a la información documental consultada se tuvo ética y respeto con los derechos de autor de cada concepto, documento, análisis y comentarios emitidos por terceras personas, por lo que se referenció el autor original de los mismos.

CAPÍTULO IV: ESTADO DEL ARTE

Los DE (Desechos Electrónicos) y RAEE, incluyen una amplia gama de productos, casi cualquier elemento doméstico o comercial con circuitos o componentes eléctricos con alimentación o suministro de batería. Según (UNU, 2017) en la metodología, definida por la Alianza para la Medición de las TIC para el Desarrollo, estos se clasifican seis categorías de desechos:



1. Equipos de intercambio de temperatura, (de enfriamiento y congelación), como refrigeradores, congeladores, aires acondicionados y bombas de calor, etc.
2. Pantallas, monitores, televisores, laptops y tablets, etc.
3. Lámparas fluorescentes, de descarga de alta intensidad y LED.
4. Equipos grandes, que incluyen lavadoras, secadoras de ropa, lavavajillas, estufas eléctricas, impresoras, equipos de copiado y paneles fotovoltaicos.
5. Equipos pequeños, como aspiradoras, microondas, ventiladores, tostadoras, hervidores eléctricos, máquinas de afeitar eléctricas, básculas, calculadoras, radios, cámaras de video, juguetes eléctricos, pequeñas herramientas eléctricas, dispositivos médicos, instrumentos de control.

Figura N° 8. Las seis categorías de RAEE.
Fuente: (UNU, 2017).

6. Pequeño equipo de TI y telecomunicaciones, como son teléfonos móviles, sistemas de posicionamiento global (GPS), calculadoras de bolsillo, enrutadores, computadoras personales, impresoras y teléfonos.

Cada producto de las seis categorías de DE tiene un perfil de vida diferente, lo que significa que cada categoría tiene diferentes cantidades de desechos, valores económicos, así como, posibles impactos ambientales y daños a la salud si se reciclan de manera inapropiada. En consecuencia, los procesos de recolección, logística y la tecnología de reciclaje difieren para cada categoría, de igual forma que las actitudes de los consumidores cuando se deshacen de los equipos eléctricos y electrónicos también varían.

En este sentido los DE y RAEE, se clasifican como materiales peligrosos ya que contienen elementos tóxicos como Mercurio, Plomo y retardadores bromados de la llama, entre otros, los cuales están regulados por el **Convenio de Basilea**, sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, el cual comenzó a abordar la temática relacionada con los DE y RAEE durante la sexta reunión de la Conferencia de las Partes (COP6), celebrada en Ginebra en el año 2002, tomando como premisa la gestión ambientalmente racional y la prevención del tráfico ilegal a los países subdesarrollados, destacando la aprobación de la Mobile Phone Partnership Initiative (MPPI) (Iniciativa de colaboración sobre teléfonos móviles) a través de la que se establecieron directrices para cada una de las etapas del manejo de los teléfonos móviles que han alcanzado el final de su vida útil.

Seguidamente, en la Declaración de Nairobi (2008) sobre el manejo ambientalmente racional de los DE y RAEE y la decisión IX/6 adoptada por la novena reunión de la Conferencia de las Partes (COP9), dieron un mandato a la Secretaría para implementar un plan de trabajo para la gestión ambientalmente racional de los e-Waste. Incluyendo actividades en las siguientes áreas de trabajo: programas de actividades para la gestión ambientalmente racional de los desechos electrónicos en África, Asia del Pacífico y América del Sur; se creó la

Asociación para la Acción en Equipos de Computación (PACE), preparación de directrices técnicas sobre movimientos transfronterizos de DE con respecto a la distinción entre desechos y no desechos (residuos).

4.1 Minería Urbana de e-Waste

Los DE y RAEE, contienen metales preciosos como Oro, Cobre, Níquel y materiales raros de valor estratégico como el Indio y el Paladio, que pueden recuperarse, reciclarse y usarse como fuente valiosa de materias primas secundarias. Sin embargo, existen situaciones en las que estos son enviados a países en vías de desarrollo donde a menudo no se manejan de manera ambientalmente racional, representando una grave amenaza para la salud humana y el ambiente.

Una gran variedad de materiales valiosos y plásticos están contenidos en AEE, se pueden encontrar hasta sesenta (60) elementos de la tabla periódica en dispositivos electrónicos y muchos de ellos son técnicamente recuperables, aunque existen límites económicos establecidos por el mercado. Los DE contienen metales preciosos como Oro, Plata, Cobre, Platino y Paladio, pero también contienen materiales valiosos voluminosos como Hierro y Aluminio, junto con plásticos que pueden reciclarse. En general, la ONU estima que la perspectiva de los recursos para las materias primas secundarias de los DE vale cincuenta y cinco mil (55.000) millones de Euros en materias primas. Además, los AEE también contienen metales de tierras raras, peligrosos y escasos como metales pesados (Mercurio, Plomo, Cadmio, etc.) y químicos (Clorofluorocarbono (CFC) o varios retardantes de llama bromados).

Se podría pensar que el precio de venta de un nuevo AEE refleja el valor intrínseco de los materiales a partir de los cuales se fabrican. Sin embargo, esto no es completamente cierto, por ejemplo, el precio promedio de venta de un teléfono inteligente nuevo en todo el mundo en el año 2016 fue de alrededor de 200 € (ITU, 2016). El precio promedio de venta de un teléfono inteligente usado en el mismo año fue de 118 euros (McCollum, 2017). Asimismo, según las

estimaciones de la ONU, el valor intrínseco de los metales preciosos y plásticos contenidos en un teléfono móvil con un peso promedio de noventa (90) gramos es de 2 Euros por pieza. Por lo tanto, el valor de la materia prima es una cantidad relativamente pequeña en comparación con el precio de segunda mano o nuevo, resaltando que durante el 2016 se desecharon alrededor de 435 kilotonnes (kt) de teléfonos móviles en todo el mundo, el equivalente a 9.4 billones de Euros desperdiciados. Situación que evidencia que si los teléfonos móviles, tuvieran una vida útil más larga y pudieran ingresar a un mercado de segunda mano, el valor podría ser incluso mayor (Tabla N° 6).

Tabla N° 6. Valor potencial de las materias primas en los desechos electrónicos durante el año 2016.

Material	Kilotoneladas (Kt)	Millones de Euros
Fe	16,283	3,582
Cu	2,164	9,524
Al	2,472	3,585
Ag	1.6	884
Au	0.5	18,840
Pd	0.2	3,369
Plásticos	12,230	15,043

Fuente: (ONU, 2017).

Si los objetivos del reciclaje se refieren al valor de los materiales, se incentivaría todo el ciclo de gestión de los residuos para recuperar materiales valiosos y preciosos incorporados en los AEE desechados (RAEE), lo que desencadenaría fácilmente un mecanismo de mercado que podría facilitar mejoras en la gestión de DE en todo el mundo.

Para recolectar de manera eficiente los recursos a través de esta "mina urbana", es necesario superar el modelo económico ineficiente "tomar-hacer-disponer" y adoptar el sistema de economía circular que tiene como finalidad mantener el valor en los productos durante el mayor tiempo posible y eliminar residuos. A este respecto, los países deberían elaborar marcos jurídicos que promuevan modelos de economía circular en los que los DE se traten como recursos en lugar de desechos. Deben promover la reutilización, reparación, redistribución, restauración y re-ensamblado antes de reciclar los materiales. Cerrar el círculo de materiales implica la reducción en la necesidad de nuevas materias primas, eliminación de

desechos y energía, mientras se crea crecimiento económico, nuevos empleos "verdes" y oportunidades comerciales (Figura N° 9).

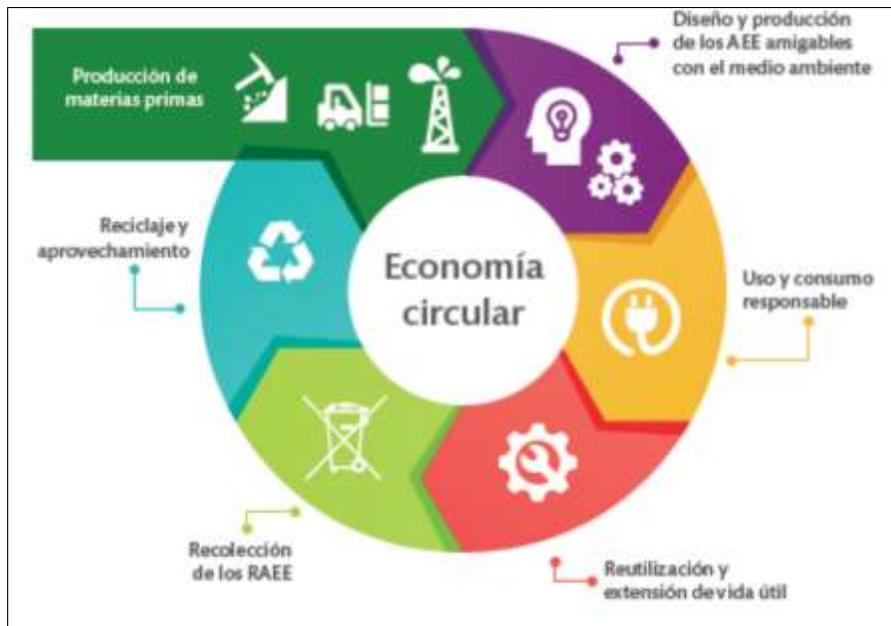


Figura N° 9. Modelo de Economía Circular.

Fuente: (UNU, 2017)

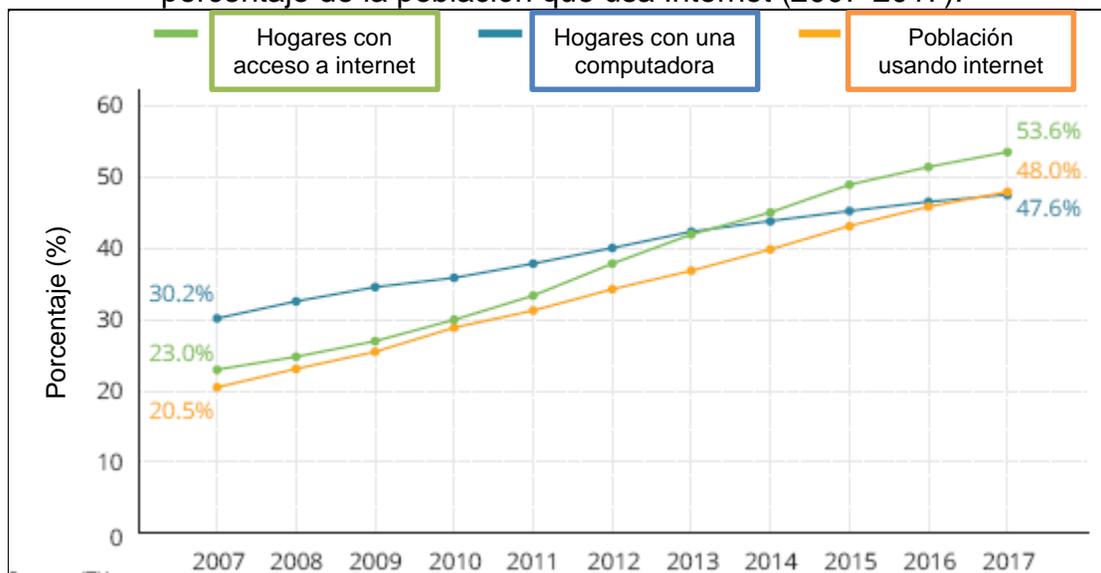
4.2 Tendencias de Consumo de TIC y AEE

La sociedad de la información global está creciendo a gran velocidad y las redes de comunicación cada vez son más rápidas con nuevas aplicaciones y servicios entregados a velocidades cada vez más altas, brindando nuevas oportunidades de desarrollo a muchas personas, especialmente en las áreas de salud, educación, gobierno, entretenimiento y comercio. La expansión de las redes, más usuarios de internet, negocios en línea, servicios de telefonía móvil y de banda ancha se han expandido rápidamente y permiten que más personas, especialmente en áreas rurales y no conectadas, tengan acceso a Internet.

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), en el Informe titulado *"The Global E-waste Monitor 2017"* aproximadamente 3.600 millones de personas, cerca de la mitad de la población mundial usan Internet y el mundo cuenta con 7.700 millones de suscripciones de telefonía móvil, 4.200 millones de suscripciones activas de banda ancha móvil. Más del 80% de la población mundial

está cubierta por una señal de banda ancha móvil. El 54% de los hogares tienen acceso a internet y el 48% tiene una computadora (Gráfico N° 1).

Gráfico N° 1. Porcentaje de hogares con acceso a Internet y una computadora, y porcentaje de la población que usa Internet (2007-2017).



Fuente: (UNU, 2017).

Paralelamente, cada vez más empresas tienen sitios web, reciben pedidos por internet y atienden a una población en línea. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2015) estimó que en el año 2015: El valor del comercio electrónico global de empresa a empresa (B2B) superó los 22 billones de dólares estadounidenses y el valor de empresa a consumidor (B2C) representó aproximadamente 3 billones de dólares, en cuanto a la Unión Europea (UE), en promedio el 40% de las grandes empresas reciben pedidos por internet.

4.3 Incidencia de bajos costos de los AEE en el consumo y la generación de RAEE.

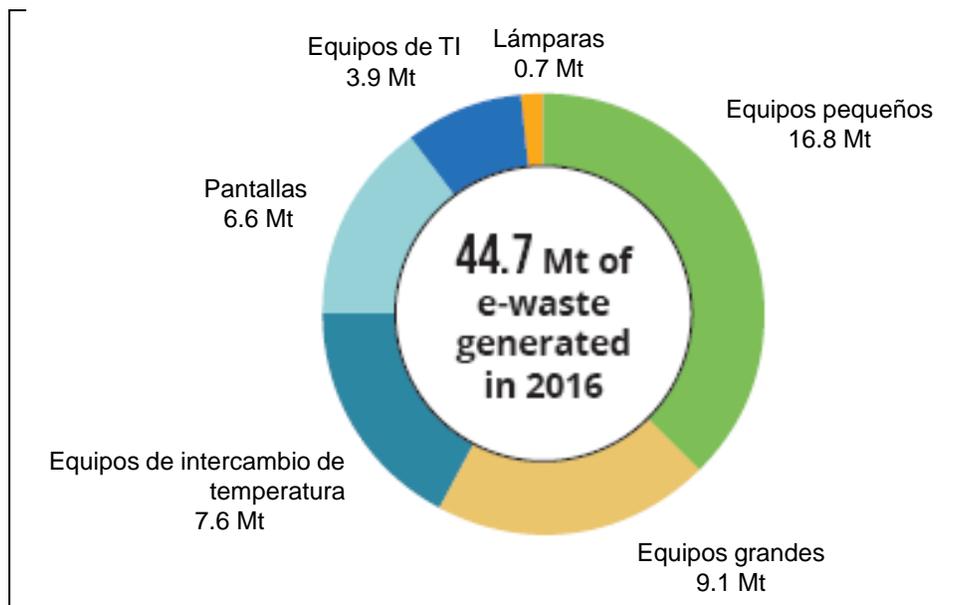
Los factores clave para el éxito y la difusión de AEE e Internet incluyen un alto grado de competencia en el mercado de las telecomunicaciones, avances tecnológicos, particularmente en el poder de cómputo y las tecnologías de banda ancha móvil, aunado a las disminuciones en el precio de los servicios de prepago móvil básico y dispositivos.

La disminución del precio de equipos de TI, son el resultado de los esfuerzos de los fabricantes para ofrecer teléfonos inteligentes de nivel de entrada cada vez más accesibles para usuarios de bajos ingresos. Razón por la que muchos teléfonos inteligentes, están a la venta por menos de 200 USD y los productores de India y China prometen incluso precios más bajos (ITU 2016), lo que significa que más personas podrán comprar nuevos equipos y que eventualmente descartaran los que ya disponen. Aunado a que en muchos países, las personas poseen más de un teléfono y múltiples dispositivos, incluidas laptops y lectores electrónicos, está creciendo.

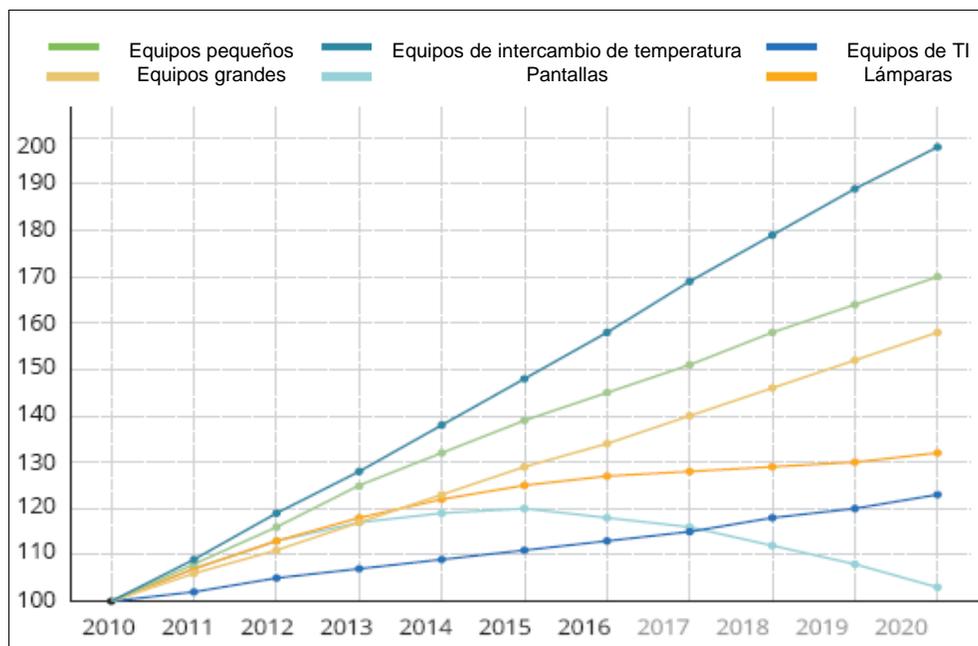
4.4 Estado y tendencia global de los RAEE

Según lo estimado en el Informe *The Global E-waste Monitor 2017*, la cantidad global de generación de desechos electrónicos en 2016 fue de alrededor de 44,7 millones de toneladas métricas (Mt) o 6,1 kg por habitante. Se espera que la cantidad de basura electrónica crezca a 52.2 Mt en 2021, con una tasa de crecimiento anual de 3 a 4%.

Gráfico N° 2. Estimaciones totales de e-Waste por categoría durante el año 2016.



Fuente: (UNU, 2017).

Gráfico N° 3. Tasas de crecimiento de desechos electrónicos por categoría.

Fuente: (UNU, 2017).

A través de estudios realizados por The Global E-waste Monitor 2017, la Universidad de las Naciones Unidas, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y la Asociación Internacional de Desechos Sólidos (Solid Waste Association) (ISWA), se determinó que en el continente **Asiático** produjo alrededor de 18.2 Millones de Toneladas (Mt) (4.2 kg/hab), de los cuales aproximadamente 2.7 Mt fueron documentados para ser recolectados y reciclados. Asimismo para el año 2016, **Oceanía** generó la mayor cantidad para cada habitante (17,3 kg/hab), sin embargo, emitió 0,7 Mt (la menor cantidad de DE del mundo) y solo pudo documentar el 6% de DE para ser recolectados y reciclados (43 kilotonnes (kt)). El continente **Europeo**, incluida Rusia produjo 16,6 Kg/hab de DE, para un total de toda la región de 12.3 Mt, de los cuales 4.3 Mt de fueron recolectados para ser reciclados, evidenciando la tasa de recolección más alta (35%). Donde, la menor cantidad de DE por habitante se generó en el continente **Africano** (1.9 kg/hab) con 2,2 Mt de DE y solo se documentaron 4 kt como recolectados y reciclados; esto es menos del 1%. El continente **Americano** produjo 11.3 Mt de DE: *América del Norte* (7 Mt), *Sudamérica* (3 Mt) y para

América Central (1.3 Mt). Todo el continente generó 11.6 kg/hab de DE y aproximadamente 1.9 Mt fueron recolectados y reciclados.

Tabla N° 7. Generación y recolección de desechos electrónicos por continente.

Indicador	Africa	América	Asia	Europa	Oceanía
Países en la región	53	35	49	40	13
Población en la región (millones)	1.174	977	4.364	738	39
Generación de RAEE (Kg/hab)	1.9	11.6	4.2	16.6	17.3
Indicador de Generación de RAEE (Mt)	2.2	11.3	18.2	12.3	0.7
Colecta y reciclaje documentado (Mt)	0.004	1.9	2.7	4.3	0.04
Rata de colecta en la región	0%	17%	15%	35%	6%

Fuente: (UNU, 2017).

Siendo preciso destacar, que la diferencia de e-waste generada en países desarrollados versus países en desarrollo es bastante grande. El país más rico del mundo durante el año 2016 generó un promedio de 19.6 kg/hab, mientras que el más pobre solo 0.6 kg/hab.

4.5 Estado y tendencia regional “Continento Americano”

El principal productor DE (Desechos Electrónicos) en el continente Americano, es los Estados Unidos de América (EE.UU.) (6.3 Mt). El segundo mayor productor es Brasil (1,5 Mt) y el tercero es México (1 Mt). Los estudios de estimación de la ONU, muestran que los EE.UU., recolectaron aproximadamente 1.4 Mt de DE (22% del total generado), desconociéndose el paradero del resto de los DE. Las estadísticas de la EPA muestran que solo se incluyen productos de audio y video, teléfonos, teléfonos móviles, fax, computadoras de escritorio, laptops, pantallas, impresoras y otros periféricos, en lugar de los 54 UNU-KEYS.

Es probable que algunos de los DE de los EE.UU., se exporten a otros países, ya que este país no ratificó el Convenio de Basilea que restringe el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos internacionales. Según, Duan, Hu, Tan, Liu, Wang y Li. (2013), estimaron que el 8.5% de las unidades recolectadas de

computadoras, televisores, monitores y teléfonos móviles se exportaron como unidades enteras (aproximadamente 26.5 kt), destacando que la mayoría de los artículos grandes, (televisores y monitores), se exportaban por tierra o por mar a destinos como México, República Bolivariana de Venezuela, Paraguay y China, mientras que las computadoras usadas, especialmente las laptops, son probablemente enviadas a países asiáticos y los principales destinos para teléfonos móviles fueron Hong Kong (China), los países de América Latina y el Caribe.

Además de los EE.UU., Canadá aún no cuenta con legislación nacional vigente sobre la gestión de los desechos electrónicos. Sin embargo, la mayoría de los estados tienen regulaciones locales, excepto Yukon y Nunavut. Varias organizaciones están trabajando en varias provincias para tratar la recolección y el reciclaje de desechos electrónicos, la cuales reciclaron aproximadamente el 20% del total de residuos electrónicos generados en 2016 (148 kt).

En América Latina, se estimó que se generarían 4,2 Mt de desechos electrónicos en 2016, con un promedio de 7.1 kg/hab. Los países latinoamericanos con mayor generación de desechos electrónicos son: Brasil 1.5 Mt, México 1 Mt y Argentina 0.4 Mt. Los tres principales países de América Latina con la mayor generación de desechos electrónicos en cantidades relativas en 2016 fueron Uruguay (10,8 kg/hab), Chile (8,7 kg/hab), Argentina (8,4 kg/hab) y la República Bolivariana de Venezuela (8,2 kg/hab).

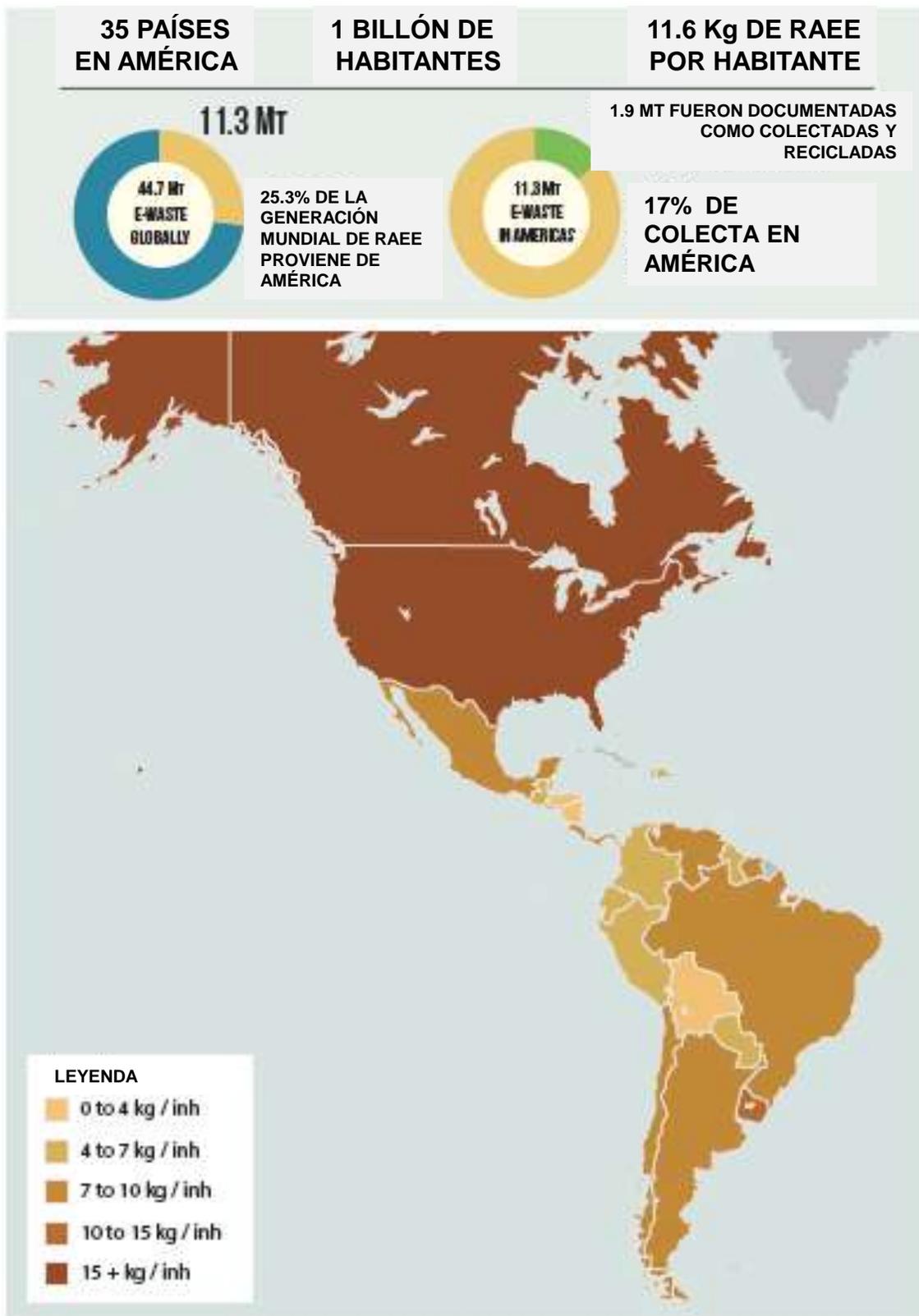


Figura N° 10. Generación de RAEE en el Continente Americano.

Fuente: (UNU, 2017)

4.6 Estatus de legislación a nivel de Sur América.

Actualmente, varios países de Sur América, como Colombia, Chile, Perú, Brasil y Ecuador, entre otros, cuentan con planes de gestión y leyes específicas que regulan el manejo de RAEE.

Resaltando, que Costa Rica inició dicho proceso con un Decreto Ejecutivo de Gestión Electrónica de Residuos en el año 2010, al mismo tiempo, Colombia adoptó el Sistema Nacional para la Recolección Selectiva y la Administración de Computadoras y/o la Resolución de Desechos Periféricos y en junio del 2017, promulgó una política nacional sobre la Gestión de los Equipos de Residuos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Perú promulgó una Regulación Nacional de Desechos Electrónicos en 2012, mientras que Ecuador adoptó reglas específicas para regular el Sistema de Devolución para algunas categorías de Desechos Electrónicos. Todos estos países usan el principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) como el enfoque común en sus leyes de desechos electrónicos (DE). En junio de 2016, Chile promulgó el Proyecto de Ley 20.290 "Ley marco sobre gestión de desechos, responsabilidad ampliada del productor y promoción del reciclaje". Hasta el momento, Argentina ha desarrollado marcos legales solo a nivel provincial, principalmente enfocados en la recolección de DE, sin embargo tres (03) proyectos de ley han sido presentados ante el congreso sin haber sido aprobados.

Solo unos pocos países a nivel de Latinoamérica tienen un marco regulatorio definido y pueden contar con sistemas formales de reciclaje, los cuales a menudo se encuentran en una fase inicial y es necesario realizar mejoras en toda la subregión. México, recolecta la mayor parte de los DE en América Latina (358 kt), lo que lleva a una tasa de recolección de aproximadamente 36% en comparación con los DE generados. La tasa de recolección en el resto de Latinoamérica es inferior al 3%. En Argentina, por ejemplo, solo se recolectaron y reciclaron 10,6 kt en comparación con los 368 kt de DE generados.

En el caso de países como Bolivia, Argentina, Uruguay, Paraguay y la República Bolivariana de Venezuela, se están debatiendo políticas públicas específicas y directrices técnicas en materia de RAEE, que aún deben pasar por el proceso legislativo para ser implementadas. Resaltando, que para el éxito de estos planes se debe contar con el apoyo de fabricantes, proveedores de servicios, minoristas y gobiernos municipales e informar a los consumidores acerca del rol fundamental que tienen en la cadena de reciclaje de RAEE. Además, la eliminación inadecuada de RAEE sobre todo de teléfonos móviles conjuntamente con otros desperdicios sin clasificar puede impedir para siempre la recuperación de materiales críticos.

El principal desafío con la gestión sostenible de RAEE en América Latina es la aceleración de todos los procesos legislativos, y en cuanto a los pocos países que ya tienen leyes de desechos electrónicos en vigencia, es necesaria su rápida implementación, recalcando que todos los demás países de la subregión tienen una necesidad urgente de abordar este tema.

Las mejoras también deben hacerse en el campo de la investigación. Solo unos pocos estudios se han realizado hasta ahora para abordar el problema de los DE en América Latina, y todos ellos se llevaron a cabo hace muchos años. La falta de una cultura ambiental histórica en América Latina alimenta la idea de que el usuario final de AEE no es responsable de la eliminación y el tratamiento adecuados.

4.7 Aprovechamiento de RAEE en la República Bolivariana de Venezuela

En cuanto a las empresas dedicadas al reúso, reciclaje y manejo de RAEE en la República Bolivariana de Venezuela, se conoció a través de una (01) entrevistas con el personal técnico de la Dirección General de Gestión de la Calidad Ambiental del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), que actualmente en el país se encuentran autorizadas cinco (05) empresas en este ramo, identificadas como:

Complejo Siderúrgico Nacional, en la actualidad es la empresa más grande e importante en cuanto al reciclaje de RAEE a nivel nacional. Sus actividades productivas van desde la recolección hasta el procesamiento de material ferroso (chatarra ferrosa), para la elaboración de productos de acero que son utilizados en la industria de la construcción y carpintería metálica. Cuenta con sucursales en catorce (14) ciudades del país y reciben RAEE, tales como: lavadoras, neveras desarmadas, planchas, cocinas, microondas y computadoras. De acuerdo a información suministrada por dicha empresa, se reciben alrededor de cincuenta y un kilotoneladas (51 kt) al año de RAEE, sin embargo, estos datos son conservadores por ser aproximados. En cuanto al tratamiento y disposición final de los desechos (mezclas de plásticos, metales, fibras de vidrios, etc.) generados durante su actividad productiva, se conoce que estos son enviados al relleno sanitario La Bonanza, sin ser sometidos a ningún tipo de tratamiento que minimice los posibles impactos ambientales.

KB de Venezuela R.P., C.A. (actualmente Metalmorfosis), es una empresa ubicada en el estado Miranda, que se dedica al desmantelamiento y reciclaje de RAEE, la cual inició sus operaciones en el año 2007 y ha manejado aproximadamente 1.000 t/año de estos residuos, distribuidos de la siguiente forma: cincuenta (50) t/año de línea Blanca, setecientas (700) t/año de la línea Marrón y doscientos cincuenta (250) t/año de la línea Gris. Las fracciones de materiales obtenidos en su proceso son cables, circuitos eléctricos, microprocesadores, baterías, plásticos, fibras, metales (aluminio, acero, cobre, bronce, latón y hierro) y pilas. Asimismo, las fracciones de cables, circuitos eléctricos y microprocesadores son exportadas a Europa; por otro lado, los plásticos, fibras y metales son vendidos al mercado local y las baterías y pilas son exportadas y también comercializadas en el mercado nacional.

En cuanto al manejo de los desechos peligrosos generados durante la recuperación de materiales, la empresa sólo genera pantallas CRT y restos de vidrio y plásticos, que son gestionados en celdas de seguridad en el relleno sanitario La Bonanza.

Ecoreciclaje Integral 2008, C.A. está ubicada en el Distrito Capital, e inició sus operaciones de recolección, clasificado y desmantelamiento de RAEE en el año 2008. En la actualidad procesa, aproximadamente unas cuatrocientas (400) t/año de RAEE donde destacan los TV LED, TV CRT, MODEM, servidores, antenas, router, equipos de impresión, laptops, computadoras de mesa, tablets, accesorios de computadoras y teléfonos móviles. En sus procesos productivos generan las siguientes fracciones materiales: cables, metales, plásticos, circuitos impresos. De estas fracciones los cables y circuitos impresos son exportados a Europa, los metales son vendidos al mercado local en especial al complejo siderúrgico nacional y los plásticos entran al mercado nacional cuando se logra reconocer su composición.

De igual forma, en su proceso productivo se generan desechos tales como vidrios, toners, pantallas CRT y plásticos. El vidrio y los plásticos son enviados a relleno sanitario La Bonanza, y los toners son entregados a las industrias cementeras donde son incinerados como combustible.

Vitaambiente, C.A. (DEVESA), inició sus labores en el año 2011 y se dedica especialmente a la recolección, clasificado y manejo de los bombillos fluorescentes. Además recolectan pilas, baterías y equipos de la línea gris para su manejo en otras empresas especializadas. Se encuentra ubicada en el municipio Urdaneta del estado Miranda, y según datos aportados manejan aproximadamente unas treinta (30) Ton/año de estos residuos.

Entre los años 2017 y 2018, se ha reportado el tratamiento de ochenta y un mil trescientos cuarenta y un (81.341) de luminarias (tubos fluorescentes de 0,60A 1,25 (T8-12), tubos fluorescentes 2,40 (T12), bombillos ahorradores de CFL y lámparas de vapor de mercurio, correspondiente al contenido de mercurio de sesenta y ocho 68 empresas generadoras.

Los desechos electrónicos recolectados por la empresa Vitaambiente, C.A., son enviados a la empresa KB de Venezuela S.P., C.A., para su manejo, sin embargo, las pilas alcalinas son almacenadas para luego transportarlas a la empresa Ferroven, C.A., donde se producen aleaciones de ferro-manganeso y las pilas

recargables de teléfonos móviles y de botón se manejan en la empresa Minera Loma de Níquel, C.A., por proceso de pirometalurgia. Por otro lado, las fracciones producidas en el reciclaje de los bombillos fluorescentes son las siguientes: Vidrio, polvo fosforado, plásticos, metales y filtros con mercurio. El vidrio más el polvo fosforado son utilizados para fabricación de pinturas texturizadas y como sustitutos de la arena en mezclas para concreto, los plásticos se envían al Relleno Sanitario La Bonanza, los metales son vendidos a recuperadoras de material ferroso o de aluminio, los filtros con mercurio son enviados al Instituto Venezolano de Investigaciones (IVIC), para la recuperación de mercurio y también a PEQUIVEN en la planta Cloro-Soda.

Complete Environmental Solutions, S.A., fue fundada en el año 2003 y se dedica al transporte, almacenamiento, reciclaje y disposición final de desechos peligrosos, en especial de RAEE. Posee dos (02) plantas ubicadas en el Municipio Rosario de Perijá en el estado Zulia y el municipio Anaco del estado Anzoátegui. Procesan aproximadamente unas mil (1000) t/año de RAEE, como modem, servidores, antenas, router, equipos de impresión, laptops, computadoras de mesa, accesorios de computadoras, teléfonos móviles, bombillos fluorescentes (CFLs), lámparas fluorescentes, pilas recargables y desechables AA⁺, AAA⁺, entre otros.

4.8 Capacidad actual de tratamiento de RAEE en la República Bolivariana de Venezuela

A través de la información aportada por el personal técnico de la Dirección General de Gestión de la Calidad Ambiental del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo (MINEC), en el país sólo se realiza tratamiento primario de los RAEE, lo cual abarca desmantelamiento manual, separación por gravedad y magnética. Las cinco (05) empresas que se encargan del reciclaje de RAEE a nivel nacional, tratan aproximadamente cincuenta y tres punto siete (53.7) kt/año, sin embargo, estas cifras no son del todo confiables, ya que dichas empresas no llevan registros exactos de sus inventarios (entradas y salidas), como es el caso

del Complejo Siderúrgico Nacional, empresa del estado Venezolano, que manifestó tratar cincuenta y un (51) kt/año de RAEE.

Además, precisaron que las únicas empresas que presentan datos confiables fueron KB de Venezuela R.P, C.A., Ecoreciclaje, C.A. y Vitaambiente, C.A, para un total de aproximadamente uno punto cuarenta y tres (1.43) kt/año de RAEE, lo cual sugiere que en el país la capacidad de tratamiento para estos residuos no debe ser mayor a 3 kt, si se toma la media del intervalo de generación de RAEE para el año 2016, esto da un porcentaje de tratamiento aproximado de 4.6%. En comparación con países como Canadá, USA, Japón, Suiza y Gran Bretaña, donde se tratan aproximadamente 17, 25, 23, 60 y 34% de los RAEE respectivamente, lo cual deja al descubierto el bajo porcentaje de tratamiento de RAEE a nivel nacional.

Con base a lo anteriormente planteado, se evidencia que a nivel nacional existen cinco (05) empresas autorizadas para realizar el manejo de RAEE, de las cuales sólo tres (03) ejecutan el manejo y aprovechamiento de residuos de Teléfonos Móviles, sin embargo, en cuanto a las alternativas aplicadas para el tratamiento y disposición final de los desechos peligrosos generados durante las actividades, las técnicas más aplicadas son la exportación de cables, tarjetas de circuitos y microprocesadores a empresas ubicadas en países Europeos, venta de material ferroso y plásticos (cuando se reconoce su composición) en el mercado nacional y la más utilizada es la disposición en rellenos sanitarios o vertederos a cielo abierto. Asimismo, se conoció a través del ente rector en materia ambiental MINEC, que como nación no se dispone de un Sistema de Gestión o Modelo de Gestión que permitan a las empresas públicas o privadas llevar a cabo de manera sustentable y segura el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles u otros AEE provenientes de TIC, sin embargo, se recalcó que se está trabajando en establecer mesas de trabajo entre el sector público y privado.

4.9 Contribución del Gobierno de Suiza, a la aplicación del Convenio de Basilea.

Consiste en apoyar a países con economías emergentes y desarrolladas como China, India, Sudáfrica, Perú, Colombia, Chile, entre otros, en el establecimiento de la Iniciativa "Resolviendo el problema de los desechos electrónicos" (StEP) y en los proyectos del Convenio de Basilea. Que permite establecer sistemas de recuperación de e-Waste, respetuosos del ambiente, con el apoyo de la Secretaría de Estado de Asuntos Económicos (SECO) y la asistencia técnica de los Laboratorios Federales Suizos de Pruebas e Investigación de Materiales (EMPA). La cooperación suiza para el desarrollo promueve la transferencia de tecnología desde el año 2003, el programa incluye la provisión de asesoramiento en las áreas de regulación (legislación, estándares), organización de sistemas de recogida y tecnologías de reciclaje (contacto con operadores suizos de reciclaje).

El objetivo de todos estos proyectos no es solo proteger la salud de los trabajadores y el ambiente, sino mediante el reciclaje de desechos electrónicos, abrir nuevas oportunidades de comercio y crear trabajos valiosos en la recuperación de recursos secundarios. Por ejemplo, las compañías globales especializadas logran una tasa de recuperación del 95% para preciosas metales contenidos en las placas de circuitos, tres veces más que las empresas informales de reciclaje en los países en desarrollo.

CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Durante la investigación se llevó a cabo la aplicación del instrumento de consulta (Cuestionario), en el Distrito Capital (Población de la Investigación) por ser la aglomeración urbana más grande del país y contar con 4.159.651 líneas activas de telefonía móvil, de las cuales se determinó una muestra de 385 usuarios, destacando que se utilizó como herramienta la aplicación Google Forms vía correo electrónico.

5.1. Datos Generales

Tabla N° 8. Estadística descriptiva de la edad

Parámetro	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	386	16	76	36	± 16

N: total de participantes

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: En cuanto a las edades de los 386 encuestados como usuarios de teléfonos móviles se observó un mínimo de 16 años y un máximo de 76 con una media de 36.

Tabla N° 9. Estadística descriptiva de la ocupación

Ocupación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Estudiante	130	33,7	33,7
Obrero	5	1,3	35,0
Profesional	156	40,4	75,4
Profesor	95	24,6	100
Total	386	100	

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: La ocupación de los usuarios de teléfonos móviles que participaron en la consulta, está representada en un 40,4% (156) por profesionales, seguido por 33,7% (130) de estudiantes, un 24,6% (95) de profesores y por último con 1,3% (5) de obreros. Cabe destacar, que la muestra de obreros no se tomó en cuenta para algunos cálculos ya que está no era significativa.

Tabla N° 10. Estadística descriptiva del género

Sexo	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Femenino	193	50	50
Masculino	193	50	100
Total	386	100	

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: En cuanto al género de los participantes en la consulta, se observó que la frecuencia está distribuida en 50% para el sexo femenino y 50% para el sexo masculino.

5.2. Datos Específicos

Es preciso mencionar que a través de las primeras cuatro (04) preguntas se midió el conocimiento de los usuarios sobre el manejo de los residuos de teléfonos móviles (expectativa general) y con las últimas nueve (09) preguntas, puntos más específicos sobre la gestión de los mismos (expectativa específica).

5.2.1. Expectativa general

Tabla N° 11. Frecuencia ítem N° 1

¿Por qué deja de utilizar un teléfono móvil?		
Codificación	Frecuencia	Porcentaje (%)
1.- Está dañado y no puede ser reparado	296	76,7
2.- Adquirí un modelo de última tecnología	54	14,0
3.- Está obsoleto	36	9,3
Total	386	100

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Se evidenció que el 76,7% de los encuestados indicó que deja de utilizar un teléfono móvil porque está dañado y no puede ser reparado, el 14% ya que adquiere un modelo de última tecnología y el 9,3% cuando está obsoleto.

Tabla N° 12. Frecuencia ítem N° 2

¿Qué hace usted con el teléfono móvil en desuso?		
Codificación	Frecuencia	Porcentaje (%)
1.- Lo guardo en algún lugar de mi casa	302	78,2
2.- Lo vendo para ser usado como repuesto	73	18,9
3.- Lo entrego a una empresa recicladora autorizada por el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC)	6	1,6
4.- Lo dispongo conjuntamente con desechos sólidos de origen doméstico	5	1,3
Total	386	100

Fuente: Elaboración propia

Análisis: En este caso se tiene que el 78,2% de los encuestados guarda los teléfonos móviles en desuso en algún lugar de su casa, el 18,9% los vende para que sean usados como repuestos, el 1,6% los entrega a empresas recicladoras autorizadas por el MINEC y el 1,3% los dispone conjuntamente con desechos sólidos de origen doméstico. Cabe destacar, que la tendencia de los usuarios a guardar los equipos en sus hogares y a venderlos para ser utilizados como repuestos indica que estos están conscientes del valor que tienen los mismos pero a su vez desconocen que existen empresas que pueden aprovechar el recurso.

Tabla N° 13. Frecuencia ítem N° 3

¿Sabía usted que los teléfonos móviles contienen materiales o elementos de alto valor comercial (Oro, Plata, Cobalto, entre otros) que al final de su ciclo de vida si no son gestionados adecuadamente pueden ser tóxicos para el ambiente?		
Codificación	Frecuencia	Porcentaje (%)
1 (Sí)	254	65,8
2 (No)	132	34,2
Total	386	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: A través del ítem N° 3 se visualiza que el 65,8% de los encuestados está en conocimiento de que los teléfonos móviles contienen materiales o elementos de alto valor comercial y que sí los mismos no son gestionados adecuadamente al final de su ciclo de vida pueden ser tóxicos para el ambiente y la salud.

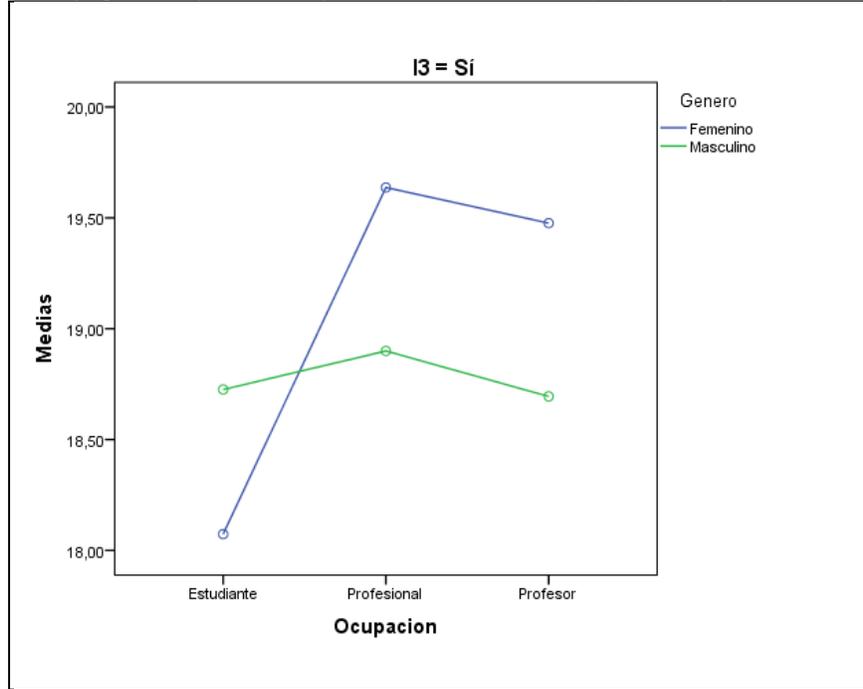
Tabla N° 14. Análisis Univariado de Varianza entre variables dependientes Ocupación y género e ítem N° 3 (Conocimiento del tema)

Variable	Escala	N
Ocupación	Estudiante	130
	Profesional	155
	Profesor	95
Género	Femenino	192
	Masculino	188
Ítem N° 3	Sí	250
	No	130

Fuente: Elaboración propia.

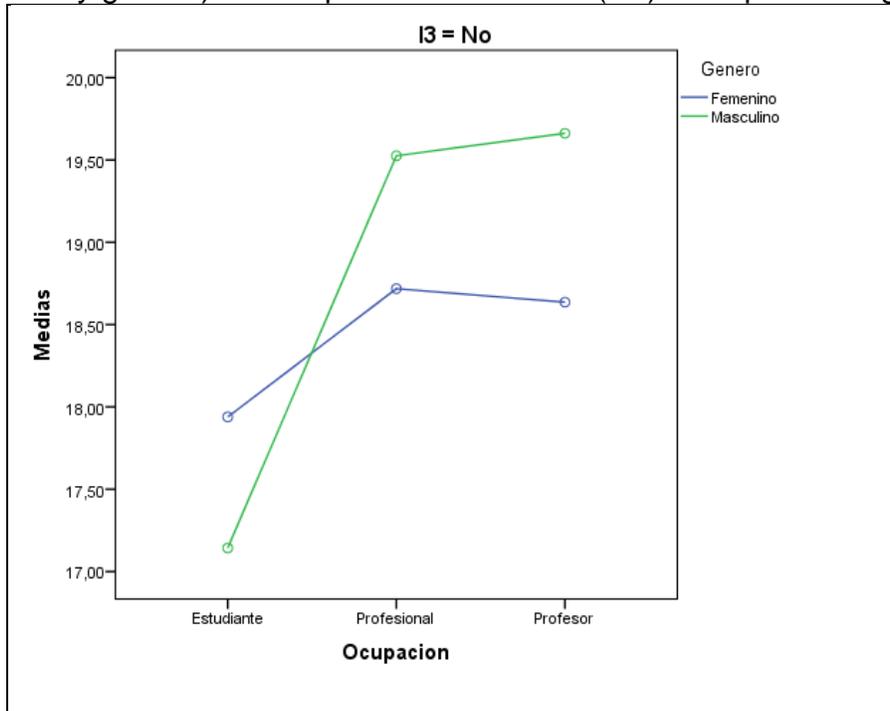
CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Gráfico N° 4. Representación del comportamiento de las variables dependientes (ocupación y género) con respecto al ítem N° 3 (Sí) de expectativa general.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 5. Representación del comportamiento de las variables dependientes (ocupación y género) con respecto al ítem N° 3 (No) de expectativa general.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 15. Frecuencia ítem N° 4

De ser positiva la respuesta anterior, indique como se enteró de esto:		
Codificación	Frecuencia	Porcentaje (%)
1.- Por campañas educativas en su comunidad	22	5,7
2.- Por campañas informativas en TV, radio, medios impresos, vía internet o redes sociales	223	57,8
3.- Por campañas de educación ambiental impartidas por el gobierno nacional	10	2,6
4.- Desconoce que los teléfonos móviles contienen materiales peligrosos	131	33,9
Total	386	100

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Mediante las respuestas del ítem N° 4 se observa que el 57,8% de los encuestados se enteró que los teléfonos móviles contienen materiales o elementos de alto valor comercial a través de campañas informativas (TV, radio, medios impresos, vía internet o redes sociales), seguido por el 33,9% que desconoce que dichos equipos contienen materiales peligrosos, asimismo el 5,7% mediante campañas educativas realizadas en sus comunidades y el 2,6% indicó haber adquirido esta información por campañas de educación ambiental impartidas por el gobierno nacional.

Teniendo en consideración las respuestas de todos los encuestados, se infiere que a través de la ejecución de programas de educación ambiental que sean impartidos mediante medios de comunicación digital y audiovisual, así como programas de educación primaria, secundaria y a nivel universitario se pudiese lograr concientizar a los usuarios de teléfonos móviles sobre los beneficios que trae el manejo adecuado de este tipo de residuos.

5.2.2. Expectativa específica

Tabla N° 16. Estadística descriptiva de los ítems 5 al 13

Ítem	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
15	4	5	4,9	±0,4
16	1	5	4,7	±0,6
17	1	5	4,8	±0,5
18	1	5	4,6	±0,7
19	1	5	4	±1
110	1	5	4,6	±0,7
111	1	5	4	±1
112	1	5	4	±1
113	1	5	4,4	±0,8

N: total de encuestados 386

Escala de Likert: 1 (Definitivamente No); 2 (Probablemente No); 3 (No estoy seguro); 4 (Probablemente Sí); 5 (Definitivamente Sí).

Fuente: Elaboración propia.

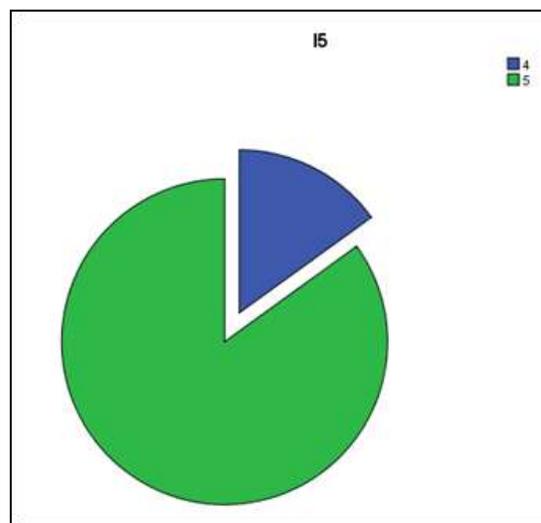
Tabla N° 17. Frecuencia ítem N° 5

¿Considera usted que es importante crear campañas de concientización sobre el manejo de residuos de teléfonos móviles?					
Escala de medición		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Probablemente Sí	4	58	15,0	15,0	15,0
Definitivamente Sí	5	328	85,0	85,0	100
Total		386	100	100	

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 6. Frecuencia ítem N° 5

A través del ítem N° 5, se observó que el 85% (328) de los encuestados está definitivamente de acuerdo y el 15% (58) posiblemente de acuerdo con crear campañas de concientización sobre el tema.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 18. Frecuencia ítem N° 6

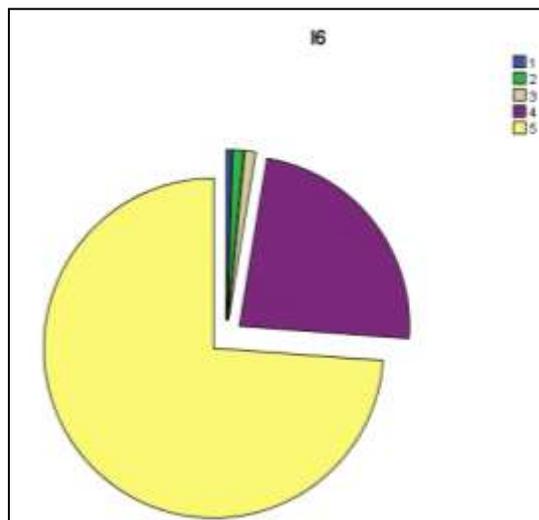
¿Cree usted que establecer un modelo o sistema de gestión de residuos de teléfonos móviles es importante para el país?					
Escala de medición		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente No	1	2	0,5	0,5	0,5
Probablemente No	2	4	1,0	1,0	1,6
No estoy Seguro	3	4	1,0	1,0	2,6
Probablemente Sí	4	91	23,6	23,6	26,2
Definitivamente Sí	5	285	73,8	73,8	100
Total		386	100	100	

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el ítem N° 6, se tiene que el 73,8% (285) de los encuestados definitivamente está de acuerdo, el 23,6% (91) está probablemente de acuerdo, el 1% (4) No está seguro, el 1% (4) probablemente no está de acuerdo y el 0,5% (2) definitivamente no está de acuerdo con establecer un modelo o sistema de gestión de residuos de teléfonos móviles es importante para el país, evidenciándose que la mayoría de los usuarios está a favor de la medida

Gráfico N° 7. Frecuencia ítem N° 6



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 19. Frecuencia ítem N° 7

Países de Sur América, como Colombia, Chile, Perú, Brasil y Ecuador, entre otros, cuentan con modelos de gestión y leyes específicas que regulan el manejo de residuos de teléfonos móviles. ¿Considera usted que la República Bolivariana de Venezuela, debería establecer políticas y mejoras con relación a este problema ambiental?

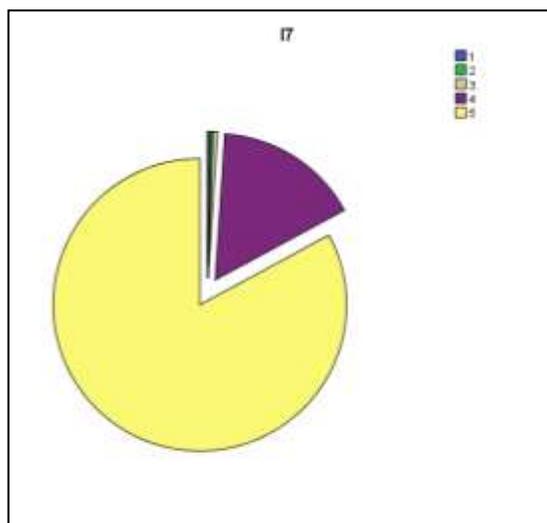
Escala de medición		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente No	1	1	0,3	0,3	0,3
Probablemente No	2	1	0,3	0,3	0,5
No estoy Seguro	3	2	0,5	0,5	1,0
Probablemente Sí	4	62	16,1	16,1	17,1
Definitivamente Sí	5	320	82,9	82,9	100
Total		386	100	100	

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Mediante el ítem N° 7, se visualiza que el 82,9% (320) de los participantes en la encuesta están definitivamente de acuerdo, que la República Bolivariana de Venezuela, debería establecer políticas y mejoras con relación al manejo de residuos de teléfonos móviles, el 16,1% (62) está probablemente de acuerdo, el 0,5% (2) no está seguro, y el 0,3% considera que no es probable o definitivamente no lo considera

Gráfico N° 8. Frecuencia ítem N° 7



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 20. Frecuencia ítem N° 8

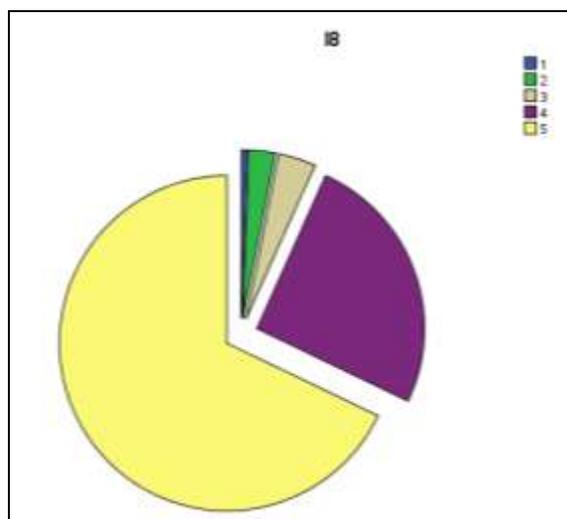
¿La participación entre los sectores públicos y privados permitiría establecer mejores modelos o sistemas de gestión para el manejo de residuos de teléfonos móviles a nivel nacional?					
Escala de medición		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente No	1	2	0,5	0,5	0,5
Probablemente No	2	10	2,6	2,6	3,1
No estoy Seguro	3	14	3,6	3,6	6,7
Probablemente Sí	4	98	25,4	25,4	32,1
Definitivamente Sí	5	262	67,9	67,9	100
Total		386	100	100	

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

De los 386 encuestados el 67,9% (262), considera que están definitivamente de acuerdo que la participación entre los sectores públicos y privados permitiría establecer mejores modelos o sistemas de gestión para el manejo de residuos de teléfonos móviles a nivel nacional, de igual forma el 25,4% (98) está probablemente de acuerdo, el 3,6% (14) no está seguro, el 2,6% (10) está probablemente de acuerdo y el 0,5% (2) definitivamente no está de acuerdo

Gráfico N° 9. Frecuencia ítem N° 8



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 21. Frecuencia ítem N° 9

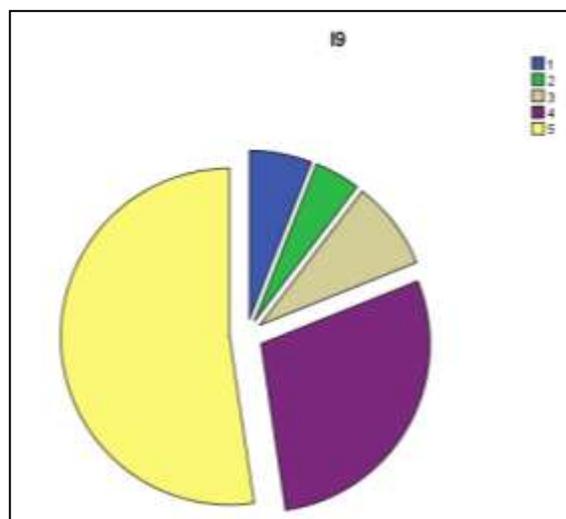
La minería urbana, consiste en reciclar materiales presentes en residuos electrónicos, tales como: oro, plata, cobre, platino, aluminio, acero, plásticos, entre otros, para ser reutilizados como materias primas secundarias. ¿Considera pertinente la minería urbana de residuos de teléfonos móviles en el país?					
Escala de medición		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente No	1	23	6,0	6,0	6,0
Probablemente No	2	17	4,4	4,4	10,4
No estoy Seguro	3	33	8,5	8,5	18,9
Probablemente Sí	4	111	28,8	28,8	47,7
Definitivamente Sí	5	202	52,3	52,3	100
Total		386	100	100	

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este caso el 52,3% (202) de los encuestados considera pertinente la minería urbana de residuos de teléfonos móviles en el país, asimismo el 28,8% (111) está probablemente de acuerdo, el 8,5% (33) no está seguro, el 4,4% (17) está probablemente de acuerdo y el 6% (23) no están de acuerdo.

Gráfico N° 10. Frecuencia ítem N° 9



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 22. Frecuencia ítem N° 10

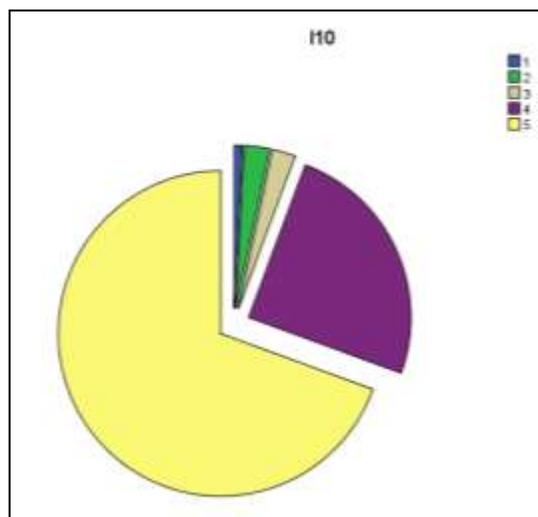
¿La creación de entes u organismos dedicados al reciclaje de residuos de teléfonos móviles, aportarían beneficios ambientales al país?					
Escala de medición		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente No	1	3	0,8	0,8	0,8
Probablemente No	2	10	2,6	2,6	3,4
No estoy Seguro	3	9	2,3	2,3	5,7
Probablemente Sí	4	96	24,9	24,9	30,6
Definitivamente Sí	5	268	69,4	69,4	100
Total		386	100	100	

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este caso el 69,4% (268) de los encuestados está de acuerdo que la creación de entes u organismos dedicados al reciclaje de residuos de teléfonos móviles, ya que aportarían beneficios ambientales al país, de igual forma el 24,9% (96) está probablemente de acuerdo, el 2,3% (9) no está seguro, el 2,6% (10) opina que probablemente no y el 0,8% (3) no está de acuerdo.

Gráfico N° 11. Frecuencia ítem N° 10



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 23. Frecuencia ítem N° 11

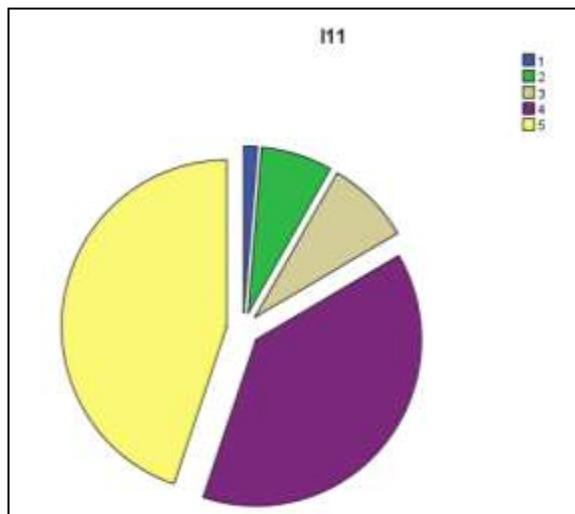
¿La creación de entes u organismos dedicados al reciclaje de residuos de teléfonos móviles, aportarían beneficios económicos al país?					
Escala de medición		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente No	1	5	1,3	1,3	1,3
Probablemente No	2	27	7,0	7,0	8,3
No estoy Seguro	3	32	8,3	8,3	16,6
Probablemente Sí	4	149	38,6	38,6	55,2
Definitivamente Sí	5	173	44,8	44,8	100
Total		386	100	100	

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En cuanto a los beneficios económicos que aportaría al país la creación de entes u organismos dedicados al reciclaje de residuos de teléfonos móviles, el 44,8% (173) de los encuestados está de acuerdo, de igual forma el 38,6% (149) está probablemente de acuerdo, el 8,3% (32) no está seguro, el 7% (27) opina que probablemente no y el 1,3% (5) no está de acuerdo

Gráfico N° 12. Frecuencia ítem N° 11



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 24. Frecuencia ítem N° 12

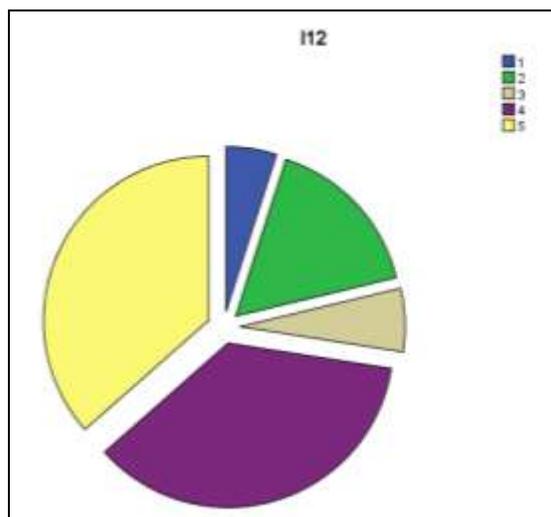
¿La recuperación y reciclaje de metales contenidos en los residuos de teléfonos móviles, ayudaría a disminuir la minería extractiva normalmente utilizada y traer beneficios ambientales al país?					
Escala de medición		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente No	1	19	4,9	4,9	4,9
Probablemente No	2	63	16,3	16,3	21,2
No estoy Seguro	3	24	6,2	6,2	27,5
Probablemente Sí	4	139	36,0	36,0	63,5
Definitivamente Sí	5	141	36,5	36,5	100
Total		386	100	100	

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este ítem se puede apreciar que existe mayor división en cuanto al criterio de los encuestados ya que el 36,5% (141) está definitivamente de acuerdo en que la recuperación y reciclaje de metales contenidos en los residuos de teléfonos móviles, ayudaría a disminuir la minería extractiva normalmente utilizada y traer beneficios ambientales al país, así como el 36% (139) está probablemente de acuerdo, el 6,2% (24) no está seguro, 16,3% (63) considera que probablemente no y el 4,9% (19) no está de acuerdo.

Gráfico N° 13. Frecuencia ítem N° 12



Fuente: Elaboración propia.

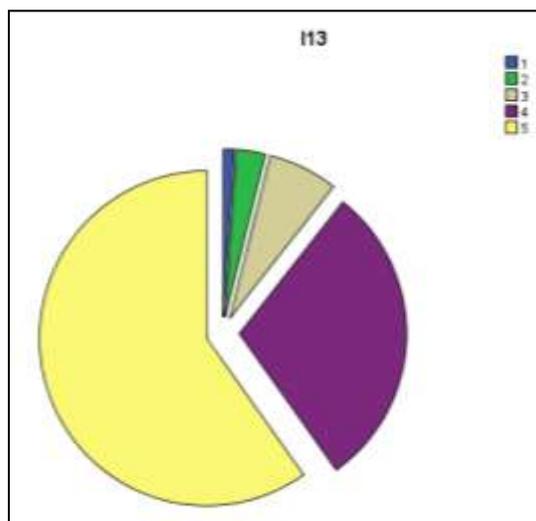
Tabla N° 25. Frecuencia ítem N° 13

¿Considera oportuno la aplicación del Principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) a nivel nacional, a través del cual los productores y distribuidores de teléfonos móviles tienen la responsabilidad de organizar y financiar la gestión sustentable de los residuos derivados de sus productos?					
Escala de medición		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente No	1	4	1,0	1,0	1,0
Probablemente No	2	11	2,8	2,8	3,9
No estoy Seguro	3	26	6,7	6,7	10,6
Probablemente Sí	4	114	29,5	29,5	40,2
Definitivamente Sí	5	231	59,8	59,8	100
Total		386	100	100	

Fuente: Elaboración propia.

Mediante este ítem se evidenció que el 59,8% (231) de los encuestados está definitivamente de acuerdo con la aplicación del Principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) a nivel nacional, de igual forma el 29,5% (114) está probablemente de acuerdo, el 6,7% (26) no está seguro, el 2,8% (11) indica que probablemente no y el 1% (4) definitivamente no está de acuerdo

Gráfico N° 14. Frecuencia ítem N° 13



Fuente: Elaboración propia.

5.3 Interpretación General de Resultados

Con base en la información colectada en el Distrito Capital (Población objeto de investigación) y la muestra determinada, se tiene lo siguiente:

1. Del total de las 386 personas que participaron en la encuesta 285 (73,8%) consideran que establecer un modelo o sistema de gestión de residuos de teléfonos móviles es importante para el país, así como 91 (23,6%) opina que probablemente es necesaria tal medida.
2. Se conoció que los usuarios dejan de utilizar un teléfono móvil porque está dañado y no puede ser reparado, seguido por la opción de que adquieren un modelo de última tecnología o este equipo está completamente obsoleto.
3. Los usuarios de teléfonos móviles, tienden a guardar los equipos en desuso en sus hogares y en algunos casos los venden para ser utilizados como repuestos, lo que indica que están conscientes del valor que tienen los mismos pero a su vez desconocen que existen empresas que pueden aprovechar de forma más adecuada los recursos.
4. De igual forma, se obtuvo que 254 de los encuestados (65,8%) está en conocimiento de que los teléfonos móviles contienen materiales o elementos de alto valor comercial y que sí los mismos no son gestionados adecuadamente al final de su ciclo de vida pueden ser tóxicos para el ambiente y la salud. Sin embargo, se observó que

132 de los participantes (34,2%) desconocía tal situación, razón por la cual se considera oportuno la ejecución de programas de educación ambiental que sean impartidos mediante medios de comunicación digital y audiovisual, así como programas de educación primaria, secundaria y universitaria para concientizar a los usuarios de teléfonos móviles sobre los beneficios que trae el manejo adecuado de este tipo de residuos.

5. En cuanto a las políticas y mejoras con relación al manejo de residuos de teléfonos móviles en la República Bolivariana de Venezuela, el 82,9% (320) de los participantes indican que estas deberían implementarse, con la participación del sector privado y las comunidades.
6. En cuanto a la aplicación de la minería urbana de residuos de teléfonos móviles 202 de los encuestados (52,3%) considera pertinente está alternativa, asimismo el 28,8% (111) está probablemente de acuerdo, tomando en consideración que se deberían crear entes u organismos especializados en la materia que aporten beneficios ambientales y económicos al país.
7. De igual forma, se apreció diversidad de opiniones en cuanto a cómo la minería urbana puede ayudar a disminuir el uso de la minería extractiva utilizada actualmente en el país, apreciándose que 141 (36,5%) de los encuestados está definitivamente de acuerdo, el 36% (139) está probablemente de acuerdo.
8. Para finalizar, la mayoría de los encuestados opina que sería una medida favorable para el país, la aplicación del Principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) a nivel nacional.

5.3.1. Causas y efectos de la gestión inadecuada de Residuos de Teléfonos Móviles y otros RAEE en la República Bolivariana de Venezuela.

A través de toda la investigación y la aplicación del instrumento de consulta se pudo determinar cuáles son algunas de las causas y efectos que generan el manejo inadecuado de residuos de teléfonos móviles y otros RAEE, los cuales se presentan en la tabla N° 26 y figura N° 11.

CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Tabla N° 26. Causas y efectos de la gestión inadecuada de Residuos de Teléfonos móviles y otros RAEE la República Bolivariana de Venezuela

Causas	Efectos
Desconocimiento por parte del consumidor sobre la gestión RESPEL contenidos en los RAEE	Manejo inadecuado de RAEE
Deficiencias en la gestión de las autoridades con competencia ambiental, salud, ciencia y tecnología, así como las reguladoras del comercio exterior e interior	Mercado informal de RAEE favorecido
Deficiencias en la coordinación interinstitucional entre el sector gubernamental y el sector privado	Acumulación de RAEE en casas, oficinas, entidades oficiales y empresas
Ausencia de programas de educación Ambiental a nivel nacional (ME, MINEC, MCT) sobre el consumo sostenible y responsable de AEE, que permita al consumidor entender sus deberes y derechos en la gestión de RAEE	RAEE en rellenos sanitarios, vertederos a cielo abierto y calles
Deficiencias en la valorización de materias primas secundarias y el costo de gestión de los RESPEL	Procesos inadecuados para la recuperación y valorización
Expectativa de valorización absoluta de los RAEE (sin contar con los costos asociados a la gestión Respel) por parte del consumidor	Desvalorización, pérdida de capacidad de reutilización o recuperación de materias primas secundarias
Oportunidad de generación de ingreso directo y expedito a partir de los RAEE no gestionados por los SGI de RAEE (informalidad)	Ineficacia de los SG de RAEE (posconsumo) existentes
Existen vacíos jurídicos en la legislación de RAEE	Contaminación ambiental y efectos adversos sobre la salud
Escasa información y difusión sobre la gestión adecuada y diferenciada de los RAEE, el contenido de RESPEL en algunos equipos y sus implicaciones	Incumplimiento de la Responsabilidad social y ambiental de los productores
El sector informal adquiere los RAEE	Percepción negativa del consumidor con respecto a la gestión gubernamental y la normativa ambiental
El consumidor asume costos de transporte desde su domicilio hasta los centros informales o vertederos a cielo abierto	Altos costos de gestión RAEE asociado al manejo inadecuado
Escaso seguimiento, vigilancia y control del manejo de RAEE	
Insuficiente difusión de los programas posconsumo, ubicación de los puntos de recolección y procedimientos de devolución	
Insuficiencia de puntos de recolección permanente y accesibles a los usuarios	
La valorización de los RAEE por parte del consumidor en circuitos informales	
Ausencia de REP y SG de RAEE	
Desconocimiento del consumidor sobre la gestión adecuada de RAEE	
Ausencia de logística e incentivos para la devolución del RAEE	

Fuente: Elaboración propia.

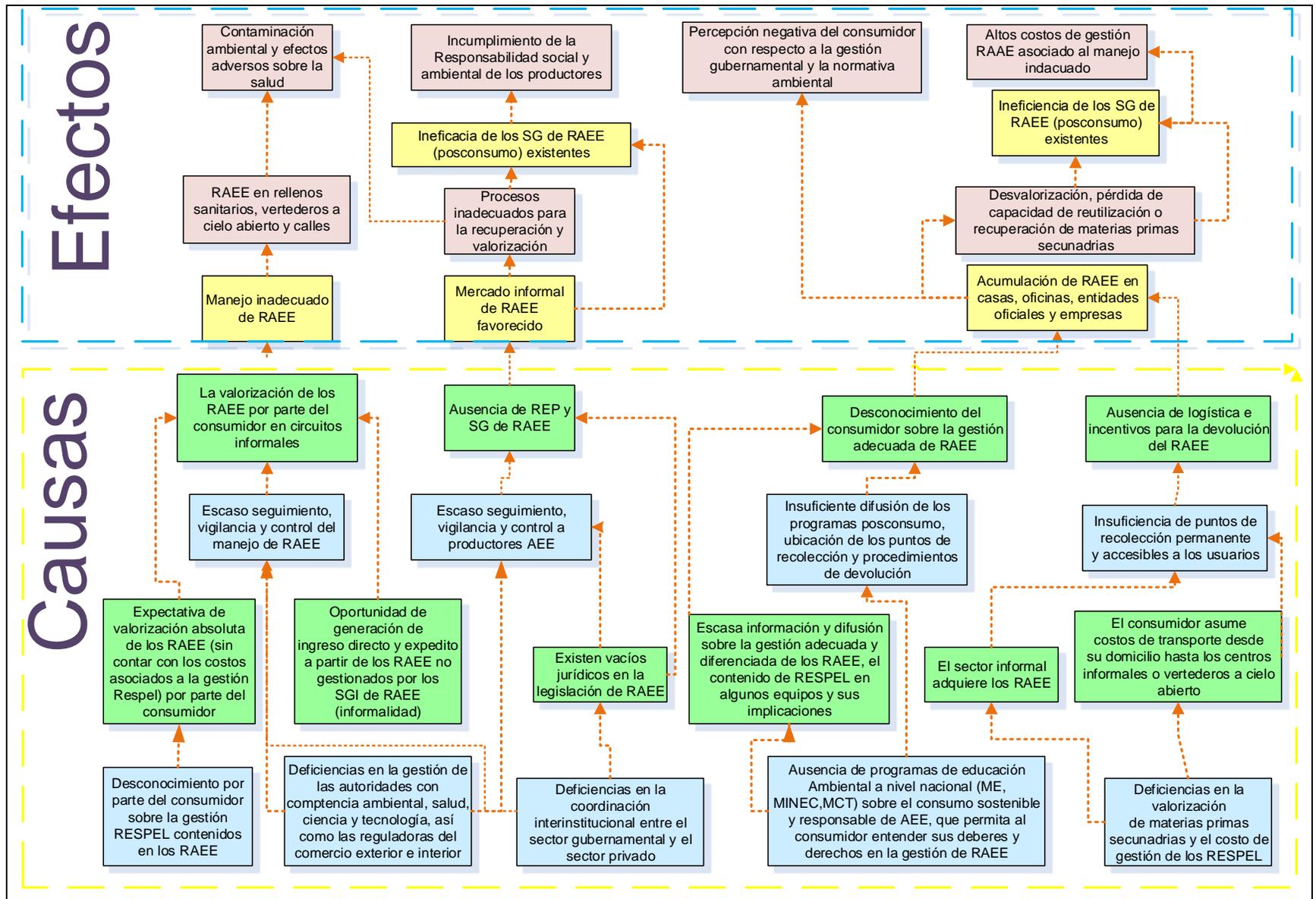


Figura N° 11. Diagrama de causas y efectos del manejo inadecuado de Residuos de Teléfonos móviles y otros RAEE/TIC

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

La gestión de residuos de teléfonos móviles y otros Aparatos Eléctrico y Electrónicos (RAEE), es uno de los mayores retos que afronta el sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Esta cadena requiere la gestión sostenible de productos al final de su vida útil, debido a las repercusiones ambientales, sociales y económicas que conlleva, ya que es importante comprender que estos residuos son heterogéneos y tienen características específicas; por consiguiente, su gestión, tratamiento y disposición final debe llevarse a cabo de manera responsable.

En este sentido y tomando como base las causas y efectos del manejo inadecuado de los residuos de teléfonos móviles determinadas durante la investigación, se diseñó un modelo de gestión que permita el aprovechamiento de dichos recursos como materias primas secundarias en la República Bolivariana de Venezuela, y que tenga como mecanismos de acción políticas y legislación eficiente, enfoque de negocios y finanzas viables económicamente, desarrollo tecnológico de vanguardia, monitoreo y control efectivo y programas continuos de marketing y sensibilización social. (Figura N° 12).

Cabe destacar, que dicho Modelo de Gestión fue sometido a validación por parte de Profesionales Expertos en la materia (Anexo III).

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

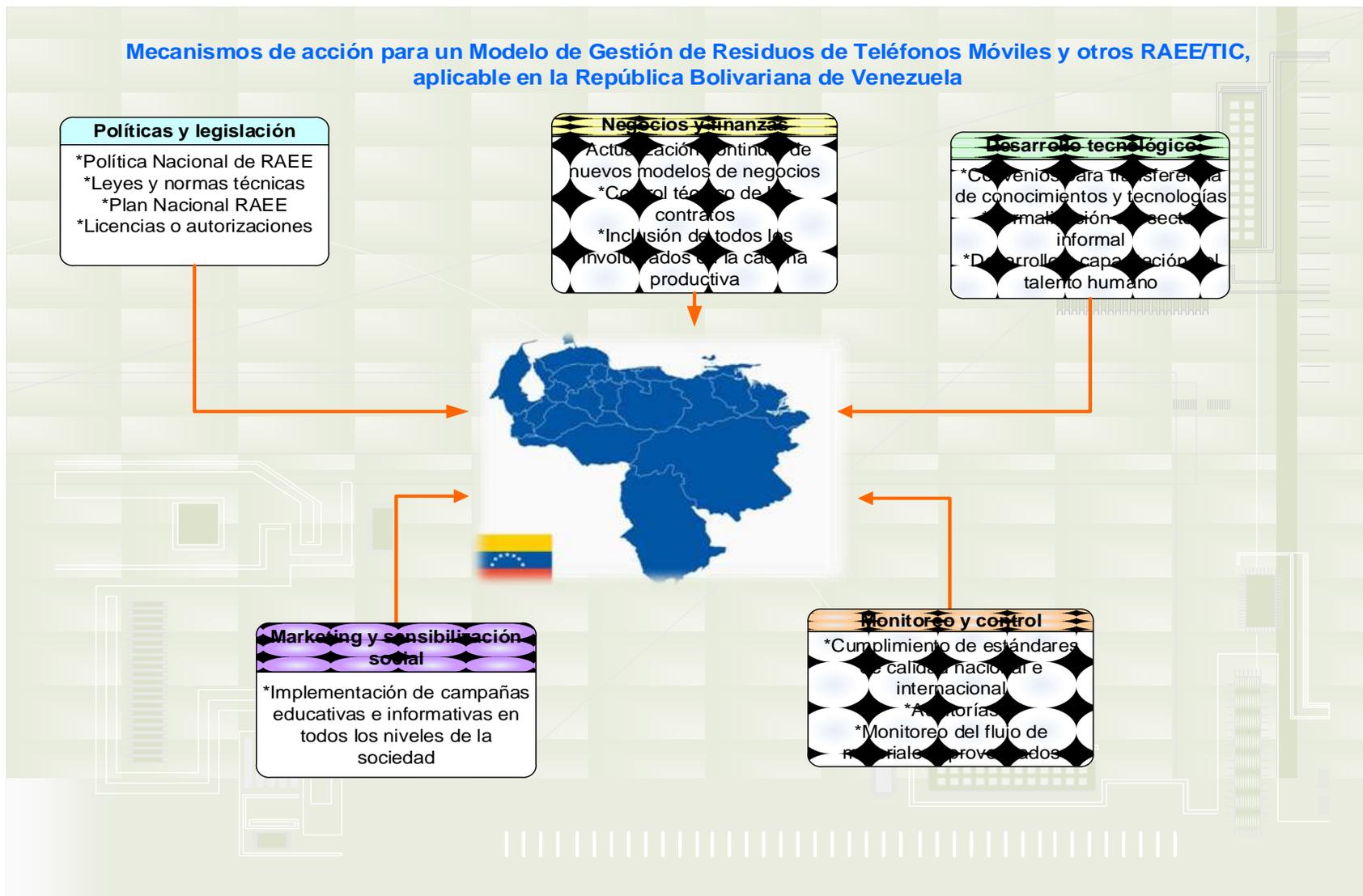


Figura N° 12. Mecanismo de acción para un modelo de gestión de residuos de teléfonos móviles aplicable en la República Bolivariana de Venezuela.

Fuente. Elaboración propia.

6.1 Modelo de Gestión para el manejo y aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles y otros RAEE/TIC.

El modelo de gestión está conformado por cinco (05) fases en las cuales se encuentran involucrados todos los mecanismos de acción y los actores del proceso de gestión (Figura N° 13):

1. Como punto de partida se debe establecer la **Política Nacional de Gestión de RAEE**, que garantice la protección del ambiente, la cual debe incluir, entre otras cosas, la misión y visión nacional, los objetivos, metas y planes de ejecución con sus respectivas fechas de implementación, leyes y normas técnicas, en las que se debe definir un marco claro de responsabilidades y autoridades encargadas de la supervisión y evaluación, así como las medidas para controlar los peligros que entraña la gestión ambiental de RAEE. Todo esto aplicando una metodología participativa, que involucre en las diferentes fases de su desarrollo la intervención de los Ministerios con competencia en materia ambiental, salud, educación, ciencia y tecnología, comunicación, industrias y comercio, relaciones interiores y exteriores, Servicio Nacional Integrado de Administración Aduanera y Tributaria (SENIAT), Gobiernos regionales y municipales, Cámara de comercio de equipos electrónicos, Industrias privadas y públicas de telefonía y tecnologías de la información, Empresas manejadoras de RAEE, sustancias, materiales y desechos peligrosos, Organizaciones No Gubernamentales (ONG), Organizaciones vecinales, entre otros que aporten al desarrollo del proyecto de ley.
2. **Los Negocios y finanzas**, consiste en la fase administrativa con la actualización continua de nuevos modelos de negocios, control técnico de los contratos, inclusión de todos los involucrados en la cadena productiva y comercial desde el productor o importador de AEE, distribuidor, revendedores, minoristas, usuarios de TM y AEE, punto de colecta o retorno de equipos, logística de transporte, empresas manejadoras de RAEE, sustancias, materiales y desechos peligrosos, reusó y aprovechamiento de materias primas secundarias, tratamiento y disposición final de desechos.

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

3. **Desarrollo tecnológico**, consiste en la fase de investigación donde están involucrados los centros de investigación y desarrollo tecnológico nacional e internacional, universidades, pequeñas y mediana industrias (PYMES), empresas manejadoras de RAEE, sustancias, materiales y desechos peligrosos, convenios para transferencia de conocimientos y tecnologías, formalización del sector informal y la capacitación del talento humano.
4. **Marketing y sensibilización**, permite la prevención y minimización del manejo inadecuado de RAEE a través de la implementación de programas de educación ambiental aplicados en todos los niveles educativos, campañas educativas en redes sociales, medios de comunicación digital, televisión y radio. Además, de desarrollar aplicaciones móviles para que los usuarios estén al tanto de la ubicación de los centros de acopio.
5. **Monitoreo y control**, consiste en la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental de residuos de teléfonos móviles y otros RAEE, los cuales deben cumplir con estándares de calidad nacional (leyes, decretos, resoluciones y normas técnicas) e internacional (normas ISO), aplicándose programas de auditorías, registros del control del flujo de materiales procesados, además de verificar el cumplimiento con la responsabilidad extendida del productor (REP), entre otros parámetros que permitan la mejora continua del proceso.



Figura N° 13. Modelo de Gestión para el manejo y aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles y otros RAEE/TIC
Fuente. Elaboración propia.

6.2 Etapas de Sistema Gestión de Residuos de teléfonos móviles y otros RAEE/TIC

Con base en el Modelo de Gestión anteriormente planteado, se describe un Sistema de Gestión ambiental racional de los residuos de teléfonos móviles y RAEE procedentes de las TIC, el cual se enmarca en la sostenibilidad y busca un equilibrio entre los aspectos económicos, ambientales y sociales de una organización, como se muestra en la figura N° 14, también se mencionan algunas alternativas para el tratamiento y disposición final de los mismos.



Figura N° 14. Etapas de Sistema de Gestión de RAEE/TIC.
Fuente: ITU, (2017)

Según lo planteado por (ITU, 2017), las fases o etapas que se dan hasta llegar a la reutilización o segundo ciclo de vida útil de los residuos de teléfonos móviles y otros RAEE/TIC, sirven de guía para establecer los requisitos mínimos que han de cumplir los gestores con la finalidad de favorecer la economía circular, desde la cuna (producción) hasta la tumba (tratamiento final de desechos y aprovechamiento de materias primas secundarias). (Figuras N° 15).

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

La colecta o recolección de RAEE, se debe llevar a cabo conjuntamente entre el sector público y privado a fin de asegurar un sistema eficiente que beneficie los dos (02) principales grupos de consumidores como son las corporaciones y ciudadanía en general. Esto implica la creación de centros de acopio adecuados a la normativa técnica con fácil acceso y costos convenidos.

La recuperación, consiste en el reúso o aprovechamiento de los RAEE, en centros de manejo especializados y autorizados en los que se clasifican, valorizan y comercializan.

La Disposición final, se refiere a los procesos de tratamiento de las sustancias, materiales y desechos peligrosos no aprovechables en la etapa de recuperación, para su posterior envío a rellenos de seguridad, cumpliendo con las normas y leyes establecidas para tal caso

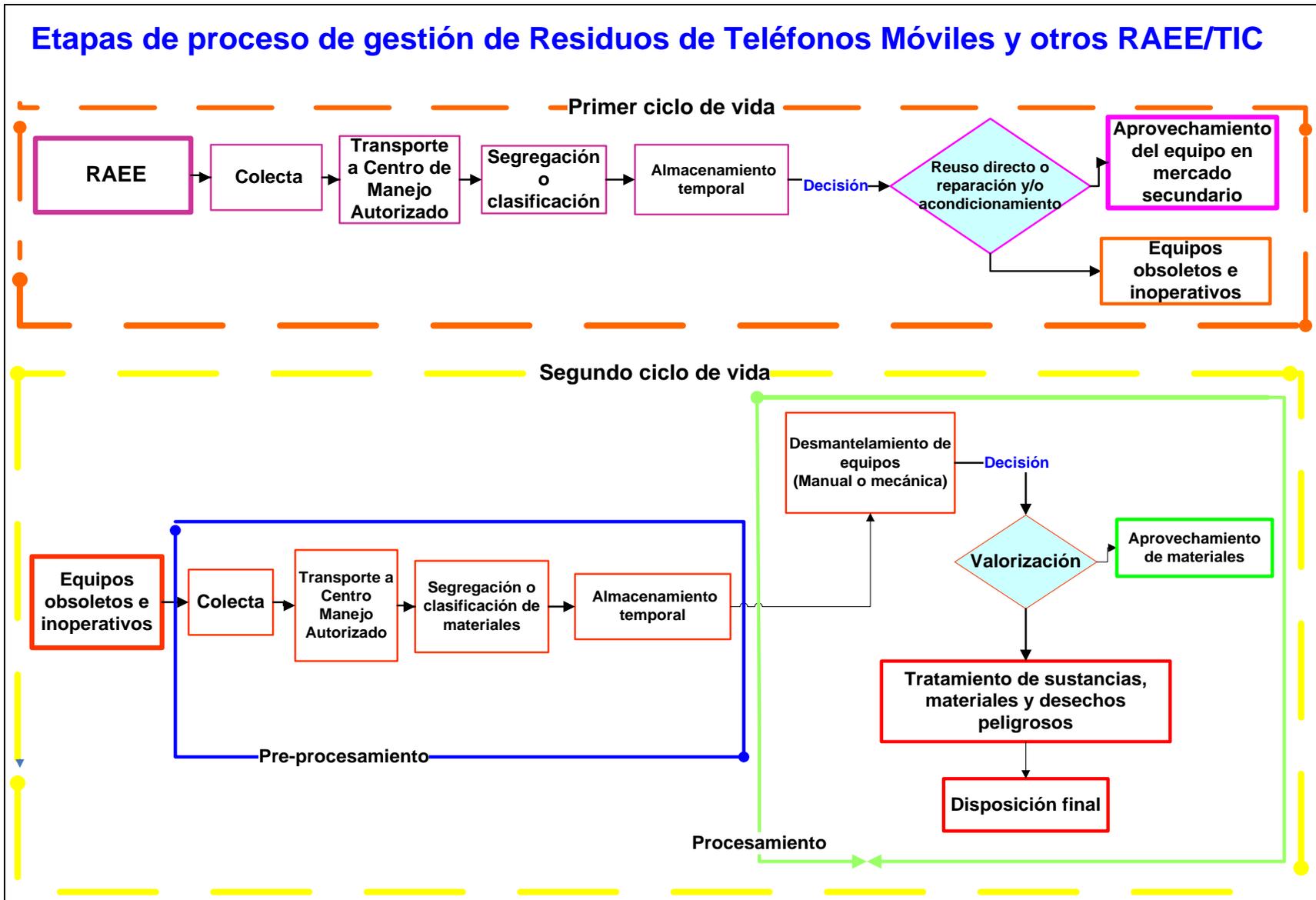


Figura N° 15. Etapas y procesos de sistema de Gestión de Residuos de Teléfonos móviles y otros RAEE/TIC.

Fuente: ITU, (2017).

6.3 Procesos de Sistema de Gestión de Residuos de Teléfonos Móviles y RAEE/TIC

Es preciso destacar que el Sistema de Gestión de Residuos de Teléfonos Móviles y otros RAEE/TIC, se divide en procesos con actividades y subactividades específicas, tales como:

6.3.1 Preprocesamiento, enmarca subactividades como son colecta, transporte, segregación y almacenamiento temporal, tales como:

6.3.1.1 Colecta y transporte de RAEE/TIC obsoletos y/o en desuso (completos), desde el sitio de acopio hasta el centro de manejo autorizado, debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

a) Recipientes rotulados e identificados

Los RAEE se deben ubicar en contenedores resistentes, debidamente identificados, de tamaño apropiado que permitan su movimiento de manera mecánica y que garanticen condiciones de seguridad para los trabajadores. Para el traslado se deben embalar, con los cuidados necesarios para impedir su rompimiento, además, cada contenedor debe estar cerrado e identificado con la información respecto a su contenido, tipo de RAEE/TIC, fecha de embalaje, peso (kilogramos), cantidad (unidades), número de lote y responsable, entre otros.

b) Empresas transportadoras y vehículos

Dependiendo de las normas vigentes en el país, las empresas transportadoras deben contar con las autorizaciones exigidas por las autoridades competentes, según el tipo residuo y el medio de transporte empleado. Los vehículos que transporten de manera terrestre RAEE/TIC, deben observar algunos requisitos generales (si los equipos completos no son considerados residuos peligrosos) o dar cumplimiento a la ley para el transporte de materiales peligrosos (si los equipos completos son catalogados como residuos peligrosos).

Dentro de los requisitos generales se encuentran: para garantizar la seguridad y estabilidad de la carga y del personal que la transporta, cada contenedor debe estar

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

asegurado al vehículo mediante los dispositivos necesarios, los cuales estarán ubicados, como mínimo, en cada una de las cuatro esquinas del contenedor; los vehículos deben: cubrirse y contar con certificados en donde conste que se han efectuado revisiones técnico-mecánicas recientemente y que cumplen con las normas de emisión de gases a través de fuentes fijas, así como, disponer de extintores multipropósito, equipo de carreteras y caja de herramientas, entre otros.

c) Registros

Se deben generar registros de la colecta y posterior entrega de los RAEE/TIC, mediante un documento de transporte, con datos relativos al tipo de residuo, procedencia, número de lote, peso (kilogramos), cantidades (unidades), marca de los equipos, serial de cada equipo (tomado mediante pistola lectora de código de barras en el momento de la recepción), destino y datos del vehículo (placa, tipo), firma de los responsables, entre otros.

6.3.1.2 Recepción, segregado, clasificación y pesaje

a) Generalidades

La recepción de los RAEE/TIC, debe efectuarse de manera organizada con ayuda de descargar mecánica, realizar la corroboración del peso y si es necesario, se deben reenvasar en otros contenedores. Además, se debe corroborar la información consignada en el documento de transporte (proceder a un nuevo pesaje, rotulación e identificación con los siguientes datos: tipo de RAEE/TIC, peso (Kg), cantidad (unidades), número de lote, número de recipiente, posición asignada en la estantería, fecha, volver a clasificar y responsable), para posteriormente ubicarlos en la estantería a la espera de su desmantelamiento.

La manipulación de los RAEE/TIC (embalaje, carga, descarga, almacenamiento y movimiento) dentro de las instalaciones del centro manejador se debe efectuar con cuidado para evitar daños en los equipos y posibles fugas de sustancias peligrosas.

b) Equipos, herramientas y maquinaria Se debe contar con básculas para el pesaje de los RAEE, montacargas para la manipulación inicial de los recipientes (pesaje) y para su posterior ubicación en la estantería, luego de su nueva clasificación.

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

Asimismo, se recomienda efectuar el mantenimiento tanto de las básculas como de los montacargas cada seis (6) meses como mínimo. Adicionalmente, las básculas deben ser calibradas mínimo cada seis (6) meses o cuando sea necesario.

c) Registros

Se deben generar y conservar los siguientes registros: Documento de transporte; Certificados de mantenimiento y calibración de básculas; Certificados de mantenimiento de los equipos usados (ejemplo: montacargas), inventarios de materiales (entradas y salidas), entre otros.

6.3.1.3 Almacenamiento temporal

a) Infraestructura y generalidades

Los RAEE/TIC, serán almacenados en un sector específico de la planta, bajo techo, y la capacidad máxima de albergue de las instalaciones no superará los 6 meses, este sitio estará debidamente señalado y debe cumplir con las condiciones establecidas en las leyes y normas técnicas que rigen la materia.

b) Soporte documental (procesos y procedimientos)

Se debe contar un procedimiento tal como se especifica en las hojas de datos de seguridad de materiales (MDSO por sus siglas en Inglés) y tarjetas de emergencia para las sustancias con contenido de peligrosidad más representativo que puedan contener los RAEE/TIC, los cuales deben ser aplicados en caso de ruptura de los equipos.

c) Equipos, herramientas y maquinaria

Se debe disponer de montacargas para la ubicación de los recipientes en estantería, luego de su clasificación. La estantería pesada resulta necesaria para la organización y optimización del espacio dentro del área del almacén temporal de la planta. Así como, de todos los equipos de seguridad requeridos para este tipo de instalaciones, según los requerimientos de los Cuerpos de Bomberos y organismos competentes.

d) Sistemas de información

Debe existir un sistema de información o mínimo una base de datos donde se registre: tipo de RAEE/TIC, peso (Kg), cantidad (unidades), número de lote, número de recipiente, posición asignada en la estantería, responsable, fecha, etc.

e) Registros de mantenimiento

Deben existir registros de mantenimiento periódico de la estantería pesada (mínimo cada 12 meses) para minimizar riesgos en la planta.

6.3.2 Procesamiento

Dentro de las etapas de procesamiento se encuentran:

6.3.2.1 Desmantelamiento manual

a) Generalidades

Se refiere al proceso mediante el cual los RAEE/TIC, son desmantelados manualmente y divididos en partes. En países menos desarrollados y en vía de desarrollo, es conveniente fomentar este tipo de desmantelamiento ya que genera empleo y produce un alto grado en la calidad de los componentes separados. Si hay duda de la presencia de sustancias peligrosas en los componentes de los residuos electrónicos que fueron separados y clasificados, se deben tratar como peligrosos (ejemplo: si el contenido de retardantes de llama bromados presentes en las fracciones plásticas es inferior a los límites establecidos en cada país). **Nota:** se debe trabajar en la definición de límites permisibles de las diferentes sustancias que pueden existir en los RAEE/TIC, con el propósito de determinar si se catalogan o no como peligrosas.

Es importante destacar que se debe prohibir el desmantelamiento mecánico a menos que se realice bajo condiciones controladas y autorizadas por la autoridad ambiental y organismos competentes, de tal forma que sea seguro el manejo de materiales y sustancias peligrosas asociadas a los RAEE/TIC. Se puede autorizar la reducción mecánica, compactación o molido de partes de los residuos electrónicos que no contengan sustancias peligrosas, para disminuir su volumen y facilitar su manejo.

b) Soporte documental (procesos y procedimientos)

Los procedimientos e instructivos para realizar el desmantelamiento manual de los RAEE/TIC, deben estar auditados y documentados.

c) Sistemas de información

Se debe establecer un sistema o base de datos para registrar el movimiento de los RAEE/TIC desde la estantería (almacén temporal) hasta el área de desmantelamiento. Se debe asignar cada recipiente o contenedor con RAEE al área de desmantelamiento y se controlará el pesos, cantidades y responsables, acudiendo además al serial de los equipos.

6.3.2.2 Clasificación según tipo de RAEE y almacenamiento por tipo de material

a) Clasificación

Los RAEE/TIC, luego de su desmantelamiento manual se pueden clasificar en:

- ❖ Materiales limpios como: metal ferroso, cobre, ferrita, aluminio, acrílicos, acetatos, caucho, magnesio, entre otros;
- ❖ Componentes para tratamiento con presencia de sustancias peligrosas y metales o materiales aprovechables (en las instalaciones del mismo gestor o de otros gestores aguas abajo), tales como: baterías por tipo (plomo-ácido, alcalinas, níquel-cadmio (Ni-Cd), níquel-hidruro metálico (Ni-MH), litio-ion (Li-ion), etc.),
- ❖ Pantallas TRC, LCD, plasma;
- ❖ Lámparas fluorescentes;
- ❖ Tarjetas de circuito impreso;
- ❖ Termoplástico;
- ❖ Tóneres;
- ❖ Polvos;
- ❖ Cables;
- ❖ Cartuchos y tintas; etc.

No se pueden mezclar las fracciones catalogadas como peligrosas, con otros materiales, con el ánimo de que el volumen total quede por debajo del límite de clasificación como residuos peligrosos. Si se presenta duda sobre la presencia de sustancias peligrosas en determinados componentes, éstos se deben tratar como si las contuvieran. El personal encargado del desmantelamiento manual debe llevar el producto a la zona de clasificación de materiales, donde el personal designado verifica

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

la calidad del material, si se detectan fallas, éste es devuelto para que sea correctamente desmantelado.

b) Almacenamiento

Generalidades e infraestructura: los materiales limpios y los componentes con contenidos de sustancias peligrosas, producto del desmantelamiento, deben almacenarse en sectores diferentes a aquellos donde se ubican los RAEE/TIC completos y permanecer debidamente identificados. Para el caso de los residuos peligrosos, éstos deben estar además acompañados de las hojas de seguridad y tarjetas de emergencia para las principales sustancias peligrosas presentes en algunos de ellos, considerando la matriz de compatibilidad.

Los materiales que contengan Litio, deben ser almacenados por separado y en un área de acceso restringido, evitando la exposición al calor, luz solar, humedad y agua, ya que este elemento tiene características ignífugas y puede incendiarse o explotar si están expuestos a altas temperaturas. Las baterías deben almacenarse en sitios protegidos de la humedad, de la lluvia y con cubiertas impermeables. Las lámparas de mercurio y las pantallas de TRC, LCD o plasma que se rompan por accidente, deben almacenarse en contenedores cerrados e identificarse como tal. Las áreas en las cuales se almacenen las lámparas deberán ser ventiladas para prevenir y controlar emisiones al ambiente, deben ser de fácil acceso para personal autorizado, pero se deben frecuentar lo menos posible.

Recipientes, rotulado e identificados: el almacenamiento de los materiales y componentes procedentes del desmantelamiento manual debe realizarse en recipientes adecuados, considerando lo anteriormente establecido. Los recipientes deben ser rotulados e identificados con los siguientes datos: descripción o tipo de material o componente, peso (kilogramos), número de recipiente, posición en estantería, persona responsable, fecha, entre otros, los cuales se debe reflejar en el sistema de información, junto con el destino asignado al material o componentes que reposan en cada recipiente. Los recipientes con partes de los RAEE/TIC que contengan residuos

potencialmente peligrosos, deben estar identificados con el símbolo de sustancias peligrosas diversas.

6.3.2.3 Valorización de materiales y componentes

a) Generalidades

La valorización se refiere a la comercialización de materiales que no contienen sustancias o elementos con características peligrosas, así como, de otros componentes cuyo tratamiento y disposición final permitan la recuperación de metales y otros elementos para su reincorporación a procesos productivos. La valorización de materiales es posible cuando se cuenta con un mercado y su uso no genera impactos negativos. Los porcentajes de valorización de RAEE/TIC deben ser definidos por la oferta en el mercado, los cuales pueden aumentar o disminuir paulatinamente, dependiendo de las condiciones y necesidades particulares.

b) Empresas transportadoras y vehículos

Para el traslado del material que no tienen características peligrosas desde el Centro de Manejo, hasta las empresas interesadas en el aprovechamiento y tratamiento, se deben tener en cuenta los requerimientos establecidos en las normativas técnicas aplicables.

En lo relativo al transporte de materiales con características peligrosas, hacia centros de tratamiento (aguas abajo del proceso), dentro del mismo país, se deben tener presente los requisitos enmarcados en la legislación nacional, destacando que las empresas transportadoras deben contar con seguros o garantías en caso de accidentes o errores que se puedan presentar durante la movilización de los RAEE/TIC y contar con certificado de curso básico obligatorio de capacitación para los conductores de los vehículos que transporten mercancías peligrosas. Los vehículos deben contar con: dispositivos y rótulos de identificación reflectantes, junto con las placas de identificación del número de las Naciones Unidas (UN) de los residuos peligrosos transportados, ubicadas en lugar visible; elementos básicos para atención de emergencias (extintor de incendios, ropa protectora, linterna, botiquín de primeros auxilios, equipo para recolección y limpieza, material absorbente y demás aspectos considerandos en la tarjeta de emergencia); portar mínimo dos (2) extintores tipo multipropósito, uno en la

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

cabina y los demás cerca de la carga; contar con un dispositivo sonoro que se active cuando el vehículo se encuentre en movimiento de reversa; tarjetas de emergencia y hojas de seguridad en el idioma oficial de cada país; plan de contingencia para la atención de accidentes durante las operaciones de transporte de mercancías peligrosas; listado con teléfonos para notificación de emergencias.

c) Soporte documental (procesos y procedimientos)

Se deben solicitar previamente a las empresas de tratamiento (aguas abajo del proceso), las licencias ambientales para el tratamiento y disposición final de los residuos con características peligrosas, así como, ejercer seguimiento sobre los procesos que se apliquen tanto a los materiales limpios como a aquellos componentes a partir de los cuales se pretendan recuperar metales o materiales, hasta obtener los certificados de tratamiento y disposición final de las cantidades entregadas, por tipo.

d) Registros

Se deben elaborar y conservar los siguientes registros: balance de masa del peso de RAEE/TIC que ingresaron, comparado con el peso de materiales valorizados y de los componentes enviados a otras áreas de procesamiento o centros de tratamiento aguas abajo. Considerando lo almacenado, el balance se debe efectuar por cada lote, documento de transporte firmado por las partes en donde se especifica el material o componente trasladado, peso (Kg), número de recipiente, lote de procedencia, destino y datos del vehículo (placa, tipo); check-list donde se verifique el cumplimiento de las condiciones del vehículo, firmado por las partes; certificados de tratamiento y disposición final y licencias ambientales de los gestores aguas abajo.

6.3.2.4 Tratamiento y disposición final

a) Infraestructura y consideraciones generales

Para la recuperación de metales y aprovechamiento de residuos como: tarjetas de circuito impreso, baterías, termoplástico, entre otros.), el tratamiento se puede ejecutar en las instalaciones del Centro de Manejo, siempre y cuando este cuente con las condiciones tecnológicas y la respectiva autorización de los entes competentes o a través de terceros (gestores aguas abajo). Siendo preciso garantizar un

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

almacenamiento bajo cubiertas impermeables, evitando que el material peligroso pueda causar impactos ambientales.

b) Soporte documental (procesos y procedimientos)

Se debe contar con los procesos y procedimientos documentados de tratamiento y disposición final, según el tipo de residuo. Para tal efecto, se presentan algunos criterios técnicos que deben ser considerados:

- ❖ Los porcentajes de disposición final de los desechos deben ser definidos por los entes gubernamentales competentes, bajo criterios técnicos previamente fundamentados, los cuales pueden disminuirse paulatinamente, dependiendo del grado de evolución del Sistema de gestión de RAEE/TIC.
- ❖ Se prohíbe la trituración, prensado y compactación de componentes RAEE/TIC que van a tratamiento y disposición final.
- ❖ Para el envío fuera de cada país de aquellos RAEE/TIC para cuya gestión no se cuenta con la tecnología apropiada, se debe acudir a movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos, por lo cual se tendrá que aplicar lo dispuesto en el Convenio de Basilea, para el caso de los países que lo hayan ratificado, o a lo estipulado en otro tipo de convenios y acuerdos suscritos entre los países. Se deben mantener registros de la exportación.
- ❖ Los residuos peligrosos se deben tratar por separado (no mezclar diferentes tipos de residuos peligrosos, ni residuos peligrosos con otros materiales). Se debe contar con los procesos y procedimientos de tratamiento y disposición final, debidamente documentados, según el tipo de residuo.

c) Equipos, herramientas y maquinaria

Se requerirán según los procesos físico-químicos que se apliquen para el tratamiento y recuperación de metales y materiales procedentes de los componentes con sustancias peligrosas presentes en los RAEE/TIC.

d) Registros

El productor o el responsable de la gestión de los RAEE/TIC, debe mantener un control de los residuos desde su origen hasta su destino (de la cuna a la tumba), así como,

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

mantener actualizado el listado de gestores y operadores logísticos o intermediarios que forman parte e intervienen en la cadena de reciclaje, con los cuales deben existir contratos o convenios para la gestión de determinados tipos de RAEE, así como, contar con sus licencias o permisos ambientales y con los certificados de tratamiento y disposición final de los residuos, expedidos por dichos gestores, una vez finalizado el ciclo de gestión. Además, deben conservarse registros de movimientos transfronterizos de residuos, aunado a los registros de los métodos de tratamiento y disposición final aplicados según tipo de residuos, cantidades procesadas, tipo y cantidad de materiales/metales obtenidos, tipo y cantidad de fracciones resultantes de los procesos, métodos de disposición final (en el gestor o en otros gestores aguas abajo), soportados con el balance de masa y los certificados de tratamiento y disposición final.

6.3.3 Verificación

Esta etapa del Sistema de Gestión de los RAEE/TIC trata de auditoría y supervisión. Las auditorías pueden ser de carácter interno, externo o de entes gubernamentales.

- ❖ Para la auditoría interna, cada empresa manejadora de RAEE/TIC debe contar con auditores capacitados para tal efecto, que puedan llevar a cabo estas acciones, en condiciones de objetividad e imparcialidad.
- ❖ La auditoría externa, será ejercida por las partes interesadas, por ejemplo, los productores o empresas comercializadoras de AEE/TIC organizados en sistemas colectivos o de manera individual, sobre las empresas manejadoras, operadores logísticos o intermediarios que hacen parte de la cadena de reciclaje, a fin de verificar el cumplimiento de los estándares de calidad en los procesos.
- ❖ La auditoría por parte de entes gubernamentales y organismos competentes, tendrá la finalidad de constatar el cumplimiento de las normas técnicas y leyes que rigen la materia, como requisito para los registros de empresas manejadoras de RAEE/TIC a nivel nacional y otorgar las autorizaciones de conformidad y correspondientes.

Asimismo, la supervisión del Sistema de Gestión Ambiental RAEE/TIC estará a cargo de las autoridades ambientales competentes, encargadas de ejercer acciones de vigilancia y control sobre el cumplimiento de las normas y de los estándares mínimos por parte de las empresas manejadoras y de los operadores logísticos o intermediarios e imponer sanciones en caso de incumplimiento.

6.3.4 Revisión del Sistema de Gestión de RAEE/TIC

Tomando como base resultados de la aplicación de indicadores, auditorías, revisiones por la gerencia, acciones preventivas y correctivas, entre otros, se revisará el Sistema de Gestión RAEE/TIC, para diseñar e implementar acciones que permitan mejorar su desempeño de manera continua.

6.4 Requisitos Transversales que se aplican en todas las Etapas del Sistemas de Gestión de RAEE/TIC

6.4.1 Infraestructura

La infraestructura debe ser adecuada en términos de tamaño y tecnología, de acuerdo con las etapas que se desarrollan dentro de cada área operacional, con el objeto de cumplir con las normas en términos de resistencia sísmica y estar completamente aseguradas contra todos los riesgos.

En cuanto a seguridad de las instalaciones, estas deben contar con señalización (SOS, incendio, obligación, prohibición, advertencia); mapas y rutas de evacuación; acceso y salidas seguras y señalizadas; iluminación y ventilación artificiales y naturales para prevenir y controlar la acumulación de material particulado; áreas de carga y descarga con las dimensiones mínimas requeridas, evitando el estacionamiento de vehículos (para carga y descarga) en áreas públicas; sistemas de seguridad y alarmas (cámaras de seguridad, detectores de incendios, sensores de movimiento, entre otros) para evitar robos y riesgos.

Asimismo, con el objeto de mitigar posibles daños ambientales y de ser necesario las infraestructuras deben disponer de sistemas de tratamiento de efluentes, sistemas que eviten la contaminación atmosférica y sónica, entre otros.

6.4.2 Talento humano

El personal técnico involucrado en las etapas de preprocesamiento, debe contar con certificados emitidos por la autoridad ambiental u otros organismos competentes, que demuestren su capacitación teórica y práctica de un mínimo de 250 horas sobre temas relacionados con el manejo ambientalmente racional de RAEE/TIC. La autoridad ambiental debe establecer como obligación, que el personal técnico de las empresas manejadoras y demás entes involucrados en la gestión de RAEE/TIC, aprueben cursos de actualización cada dos (2) años. Destacando, que se requiere la intervención de mano de obra calificada en las etapas de preprocesamiento y procesamiento (tratamiento y eliminación), ya que existen procesos que deben ser llevados a cabo y supervisados por personal calificado.

Las responsabilidades y autoridades del personal deben estar claramente definidas al participar en cada una de las etapas de la gestión de RAEE/TIC. Precizando que es de suma importancia la capacitación interna para el personal de la planta sobre temas tales como: contenido de RAEE/TIC, riesgos para la salud y el medio ambiente, gestión de RAEE/TIC, acciones a tomar en casos de ruptura de los diferentes tipos de equipos obsoletos y no utilizados, procedimientos y procesos establecidos dentro del centro, la importancia del uso de Equipo de Protección Personal (EPP), gestión de herramientas, etc.

Además, el personal a cargo de operar montacargas dentro de las instalaciones, deben estar certificado para manejar dicho equipo. Asimismo, para trabajar en alturas considerables el personal debe contar con elementos de seguridad necesarios (líneas de vida, arneses, ganchos de seguridad, etc.) y certificados que lo acrediten a ejecutar dicha labor, todos estos emitidos por una entidad de certificación respaldada por el gobierno.

Todos los empleados deben usar Equipos de Protección Personal (EPP), (como mínimo botas de seguridad (dieléctricas), monos de manga larga, guantes de Kevlar/nitrilo, monopiezas transparentes con lentes antiniebla, casco, protectores auditivos de inserción, mangas Kevlar, entre otros) teniendo como base los procesos,

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

procedimientos y actividades que ejecutan, considerando los riesgos asociados, la empresa debe implementar controles ergonómicos y mediciones de niveles de ruido ocupacional y llevar a cabo chequeos médicos anuales. De igual forma, se debe llevar un registro documental de cada trabajador (Diagrama profesional), donde se especifique el tipo de RAEE/TIC que maneja durante las diferentes etapas.

También se prohibirá fumar, comer, usar el teléfono celular y escuchar música en las áreas de trabajo, la obligación de lavarse las manos debe definirse cuando los trabajadores abandonan las áreas operativas. La planta y todas las áreas operacionales deben permanecer limpias y en condiciones higiénicas.

6.4.3 Soporte documental (procesos y procedimientos)

Se debe mantener registros de los siguientes documentos: matriz de identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles; matriz de aspectos e impactos ambientales (eliminación, sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos); programa de seguridad y salud en el trabajo; planes de entrenamiento e inducción y reinducción (estos deben ser evaluados); planes de emergencia que incluyen simulacros de evacuación; diagrama profesional; uso correcto de productos químicos no presentes en los RAEE/TIC; procedimientos para medir el Plomo y el Mercurio dentro y fuera de las áreas de trabajo, para verificar si se encuentran dentro del umbral de exposición profesional; atención de accidentes e incidentes; aplicación de acciones correctivas, preventivas y difusión de lecciones aprendidas.

6.4.4 Equipos, herramientas y maquinaria

Se debe contar con extintores multipropósito, según el tipo de RAEE almacenado y estantes a prueba de fuego, los cuales deben ubicarse en sitios adecuados y de fácil acceso. Así como, grúas hidráulicas, destornilladores eléctricos, taladros, destornilladores manuales, lijadoras eléctricas, destornilladores Torx, pinzas, punta recta, cinceles en frío, espátulas metálicas, destornilladores de precisión, entre otros. El centro de manejo contará con una cinta transportadora o carros para mover los RAEE/TIC dentro de la planta al área de manufactura.

6.4.5 Sistemas de información

Los productores o comercializadores de AEE/TIC individual o colectivamente deben gestionar, alimentar y actualizar una base de datos con información de gerentes, operadores logísticos o intermediarios involucrados en la cadena de reciclaje, incluyendo como mínimo: nombre de la empresa, dirección, teléfono, lote, tipo y cantidad de RAEE/TIC, tipo de operación aplicada, permiso o licencia (número, fecha, alcance y validez), tipo y cantidad de RAEE enviados para su eliminación, gerente responsable de la eliminación, tipo de operación aplicada, permiso o licencia (fecha, número, alcance y validez), entre otros. Los productores o comercializadores están obligados a informar periódicamente a las autoridades sobre sus resultados de gestión (individual o colectivamente) y sobre el cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión ambiental.

6.4.6 Comunicaciones

Las empresas manejadoras, operadores logísticos y demás involucrados en la cadena del Sistema de Gestión RAEE/TIC, deben establecer canales de comunicación efectiva y proporcionar al personal técnico y gerencial acceso a internet, teléfonos móviles, líneas de telefonía fijas y radios, entre otros, para la comunicación dentro y fuera de planta, así como, tener a mano una lista de organismos de atención primaria en caso de accidentes laborales, instituciones médicas y organismos competentes.

6.5 Ventajas del Reciclaje de Residuos de Teléfonos Móviles y otros RAEE/TIC

El reciclaje de RAEE/TIC, permite recuperar a partir de una tonelada de teléfonos móviles, 280 gramos de oro, 1.700 gramos de plata y 180.000 gramos de cobre, decenas de elementos y materiales compuestos como hierro, aluminio, zinc, estaño, otros metales preciosos y tierras raras. La minería urbana o gestión de la chatarra usa desechos que hoy enterramos o quemamos como materia prima. Los costos de tratamiento por tonelada de teléfonos móviles no llegan a 2.000 dólares por tonelada, a lo cual se debe agregar el refinado posterior que será variable en función de los materiales que quiera recuperar. En la actualidad países como Alemania, Bélgica, Suecia, Canadá y Japón, importan estos “residuos o desechos”. Pero en Latinoamérica,

CAPÍTULO VI: MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

aún se les conoce como residuos peligrosos, a pesar que la propia Convención de Basilea, que regula el movimiento de éstos promueve el concepto de reciclabilidad, valorización y recuperación de insumos productivos. (GSMA, 2014).

Cuando un alto horno de Brasil o Argentina, consume material ferroso (chatarra), o una fundición de cobre en Chile usa chatarra proveniente de RAEE, estos países se ahorran los impactos o pasivos ambientales generados al dinamitar montañas, triturar rocas, lixiviarlas con cianuros o hacer una logística costosa para un concentrado del 10-20%. Es mucho más racional usar como insumo de la fundición los recortes de chatarras de cobre frente a la minería primaria. Es cierto que seguiremos dependiendo por décadas de la explotación minera, pero la economía que se viene, debe agregar chatarreros, recicladores, refinadores y “mineros urbanos” a la provisión de materia prima para seguir siendo competitivos y sostenibles en una economía verde, electrónica y digital. (Fernández, 2013).

Este modelo depende también de un marco jurídico, inversiones, el desarrollo conjunto de sistemas integrados de gestión de los RAEE que integre soluciones para los productores, autoridades, consumidores/usuarios, ideas, innovaciones, emprendedores, divulgadores, consultores, asesores, fiscalizadores es decir, toda una “retro-industria” que recolecte-gestione-demanufacture-remanufacture-recicle-recupere y genere valor a partir de RAEE, y otros desechos como insumos de nuevos procesos productivos.

En cuanto a las alternativas de recuperación, aprovechamiento y disposición final de residuos peligrosos presentes en los residuos de teléfonos móviles y otros RAEE/TIC, en el Anexo IV se plantean las más utilizadas a nivel mundial.

CAPÍTULO VII: PRINCIPIO DE RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR (REP)

Durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en 1992 en Brasil, quedó establecido en el Principio 16 de la Declaración de Río, lo siguiente: “Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales”.

La REP es una estrategia para transferir el manejo de la gestión de los residuos, incluyendo sus costos, desde gobiernos locales a los fabricantes, la cual fue definida por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) como “Una política ambiental en la cual la responsabilidad del productor por su producto es extendida hasta el momento del post-consumo en el final del ciclo de vida del mismo” (OCDE, 2014).

Dentro de los principios de la REP, se enmarca el enfoque de la prevención de la contaminación durante el ciclo de vida de los productos, teniendo como premisa que él contamina paga razón por la cual se debe trabajar en el ecodiseño (de la cuna a la tumba) y que todos los actores involucrados en la cadena comercial tengan el conocimiento de las características del producto que están vendiendo, comprando y disponiendo.

En la mayoría de los países de América Latina, dentro de los residuos que se encuentran regulados bajo la REP están los de consumo masivo como envases y empaques de alimentos y bebidas, neumáticos, aceites lubricantes, baterías de plomo ácido, pilas (botón, A⁺⁺, A⁺⁺⁺, entre otras), medicamentos vencidos, bombillos ahorradores y aparatos eléctricos y electrónicos.

7.1 Ventajas ambientales y económicas de la implementación de la REP

Cuando se pretende implementar la REP, lo más recomendable es que se haga a través de un basamento legal bien establecido en el cual todos los actores en la cadena de comercialización deben hacerse cargo de los residuos derivados de sus productos al término de su vida útil, con la finalidad de obtener ventajas ambientales y económicas (Tabla N° 27).

Tabla N° 27. Ventajas ambientales y económicas de la implementación de la REP

Ventajas	
Ambientales	Económicas
Disminución de impactos ambientales (afectación de recursos agua, suelo y aire).	Reducción en los costos en la producción dada la reincorporación de materias primas secundarias.
Menor cantidad de residuos enviados a rellenos sanitarios.	Crecimiento económico, competitividad y creación de nuevos mercados. Creación de nuevas fuentes de empleo.
Promueve el uso eficiente de los recursos naturales, a través del fomento al reciclaje y al reuso de productos.	Valorización de residuos y desechos.
Reducción de emisiones.	Disminución de la minería extractivista.
Mejoras en el control y seguimiento del flujo de materiales.	Decrecimiento en los gastos de gestión ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

7.1.1 Retos de la implementación de la REP

- ❖ Diseño de procesos más ecológicos.
- ❖ Es una privatización de la responsabilidad pública y ello genera el temor de dar demasiado poder a los productores en decisiones claves.
- ❖ Asignación de responsabilidades.
- ❖ Creación de una carga de trabajo adicional a los productores y actores del proceso.
- ❖ Altas exigencias y complejidad en la gestión.
- ❖ Costos de la infraestructura.
- ❖ La integración de los sectores público y privado (oportunidad / obstáculo).

7.2 Lineamientos para la evaluación de la implementación de la (REP)

En cuanto a los lineamientos para la evaluación de la REP en la gestión de los RAEE, específicamente equipos de TI, se propone ejecutar estudios de diagnóstico para los residuos a recuperar y la evaluación de impactos económicos, ambientales y sociales. A

continuación se presentan los lineamientos que se deben utilizar para evaluar la implementación del REP en cuanto a los RAEE/TIC:

7.2.1 Diagnóstico a nivel nacional

7.2.1.1 Descripción del producto y su mercado

- ❖ Caracterización del producto
- ❖ Organización del mercado
- ❖ Segundo ciclo de vida
- ❖ Proyección del mercado

7.2.1.2 Gestión actualizada de los RAEE

- ❖ Cantidades y características
- ❖ Manejo de los RAEE
- ❖ Rol del sector informal en la gestión de RAEE
- ❖ Costos actuales de gestión de RAEE
- ❖ Iniciativa de gestión integral de RAEE
- ❖ Proyección de la generación de RAEE

7.2.1.3 Aspectos ambientales

- ❖ Análisis del ciclo de vida de los equipos
- ❖ Impactos ambientales causados por los RAEE
- ❖ Potencial de recuperación de materia prima secundaria

7.2.1.4 Aspectos sociales

- ❖ Percepción de actores ante la implementación del REP

7.2.2 Evaluación de impactos ambientales

7.2.2.1 Definición del sistema de recuperación de RAEE

- ❖ Sistema de recolecta, recuperación y acopio
- ❖ Ruta de los residuos recolectados
- ❖ Escenarios y metas de recuperación de RAEE

7.2.2.2 Impactos ambientales

- ❖ Análisis del ciclo de vida de los RAEE
- ❖ Recuperación de materia prima secundaria
- ❖ Variación en el uso de energía
- ❖ Variación en la generación de emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂)
- ❖ Otros impactos.

7.2.2.3 Impactos sociales

- ❖ Área cultural
- ❖ Área socio-económica

- ❖ Área de desarrollo humano y local

7.2.2.4 Impactos económicos

- ❖ Evaluación económica
- ❖ Impacto en precios de productos

7.3 Recomendaciones para la implementación de la REP

Para la implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor para los RAEE, se recomienda:

- ❖ Establecer una ley, decreto o resolución específico para la Responsabilidad Extendida del Productor, en la cual se detallen las condiciones bajo las cuales se regirá el modelo.
- ❖ Especificar quién y cómo responder a los “residuos históricos o pasivos ambientales”, anteriores a la implementación de la REP y los “residuos huérfanos” cuyo productor no es identificable.
- ❖ Fomentar la incorporación y formalización de recicladores primarios y pequeños transportistas para optimizar el sistema de recogida y transporte de los RAEE.
- ❖ Fomentar el reacondicionamiento de los equipos de informática, considerándolos como un factor importante de socialización para superar la “brecha digital”. Es aconsejable pre-definir las funciones en la cadena de la REP, para que las instituciones benéficas que ya recogen equipos para reacondicionamiento no sean competencia al mercado de reciclaje que se genere.
- ❖ Normar la calidad de los equipos de informática y teléfonos móviles que ingresen al mercado nacional, para que tengan un aumento en su vida útil y por ende un menor flujo de residuos. Los productos elaborados con ecodiseño tendrán menos componentes peligrosos y más partes reciclables.
- ❖ Normar la información a usuarios respecto a los componentes y partes de los equipos electrónicos, su manejo y entrega adecuada. Considerando el contexto del etiquetado.

CONCLUSIONES

Con base en todas las fases de la investigación, se ha cumplido con el objetivo general planteado y los objetivos específicos, concluyendo lo siguiente:

- ❖ Los Desechos Electrónicos y Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), se clasifican como materiales peligrosos ya que contienen elementos tóxicos como Mercurio, Plomo y Retardadores Bromados de la Llama, entre otros, los cuales están regulados por el **Convenio de Basilea**, sobre el “Control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación”, el cual comenzó a abordar la temática relacionada con estos durante la sexta reunión de la Conferencia de las Partes (COP6), celebrada en Ginebra en el año 2002, tomando como premisa la gestión ambientalmente racional y la prevención del tráfico ilegal a los países subdesarrollados.
- ❖ Los teléfonos móviles son elaborados con materiales como plásticos, metales pesados, cerámicas y vidrios especiales, destacando que cada fabricante produce diferentes dispositivos y variedades de modelos, es por ello que las sustancias o materiales empleados difieren de una empresa a otra. La peligrosidad de los metales pesados, radica en que no son química ni biológicamente degradables y que algunos de estos elementos tienden a bioacumularse en los tejidos del cuerpo humano amenazando la salud; cuando son dispuestos sin ningún tipo de control al ambiente, el principal recurso afectado es el suelo. En cuanto al plástico, constituye el 40% del equipo, dentro de los más utilizados en esta rama, se encuentran compuestos identificados como retardantes de la llama bromados, los cuales son utilizados para reducir la inflamabilidad de los mismos y poseen dentro de su estructura química aditivos como polibromodifenil éteres (PBDEs), polibromobifenilos (PBBs) o hexabromociclododecano (HBCD), compuestos que pueden pasar al ambiente y bioacumularse en la sangre y leche materna.
- ❖ En la República Bolivariana de Venezuela, existen cinco (05) empresas autorizadas por el Ministerio del Poder Popular para El Ecosocialismo (MINEC) para realizar el

manejo de RAEE, identificadas como: *Complejo Siderúrgico Nacional, KB de Venezuela R.P., C.A (actualmente Metalmorfosis)*, *Ecoreciclaje Integral 2008, C.A.*, *Vitaambiente, C.A, (DEVESA)* y *Complete Environmental Solutions, S.A.*; de las cuales sólo tres (03) ejecutan el manejo y aprovechamiento de residuos de Teléfonos Móviles, sin embargo en cuanto a las alternativas aplicadas para el tratamiento y disposición final de los desechos peligrosos generados durante las actividades, las técnicas más aplicadas son la exportación de cables, tarjetas de circuitos y microprocesadores a empresas ubicadas en países Europeos, venta de material ferroso y plásticos (cuando se reconoce su composición) en el mercado nacional y la más utilizada es la disposición en rellenos sanitarios o vertederos a cielo abierto.

- ❖ Según la información aportada por el Ministerio del Poder Popular para El Ecosocialismo (MINEC), las únicas empresas que presentan datos confiables son KB de Venezuela R.P, C.A., Ecoreciclaje, C.A. y Vitaambiente, C.A, para un total de procesamiento de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) de aproximadamente uno punto cuarenta y tres (1.43) kt/año de RAEE, lo cual sugiere que en el país la capacidad de tratamiento para estos residuos no debe ser mayor a 3 kt, si se toma la media del intervalo de generación de RAEE para el año 2016, esto da un porcentaje de tratamiento aproximado de 4.6%.
- ❖ En la República Bolivariana de Venezuela, no se dispone de política nacional en materia de RAEE, Modelo de Gestión o legislación específica que permitan el manejo y aprovechamiento de residuos de teléfonos móviles u otros Aparatos Eléctricos y Electrónicos provenientes de las Tecnologías de la Información y Comunicación.
- ❖ La aplicación de un instrumento de consulta, se realizó en el Distrito Capital por ser la aglomeración urbana más grande del país, lo que permitió evaluar que el 73,8% de los encuestados considera que establecer un modelo o sistema de gestión de residuos de teléfonos móviles es importante para el país, así como el 23,6% opina que probablemente es necesaria tal medida. Lo que permitiría mitigar los impactos ambientales asociados e incidiendo directamente sobre la salud de la población, se

aprovecharían las materias primas secundarias activándose nuevos mercados y fuentes de empleos, entre otras ventajas.

- ❖ El modelo de gestión diseñado para el manejo residuos de teléfonos móviles y que puede ser aplicable en la República Bolivariana de Venezuela, tiene como finalidad aprovechar las materias primas secundarias, el cual consta de cinco (05) fases: políticas y legislación eficiente, enfoque de negocios y finanzas viables económicamente, desarrollo tecnológico de vanguardia, marketing y sensibilización social, monitoreo y control efectivo. Además, se plantean las etapas y procesos del Sistema de Gestión Ambiental para los Residuos de Teléfonos Móviles y otros RAEE/TIC, enmarcadas en la fase de monitoreo y control efectivo, así como algunas alternativas de recuperación y aprovechamiento, tratamiento y disposición final.
- ❖ La implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la República Bolivariana de Venezuela, tendría ventajas como la disminución de impactos ambientales (afectación de recursos agua, suelo y aire), menor cantidad de residuos enviados a rellenos sanitarios, promover el uso eficiente de los recursos naturales, reducción de emisiones, mejoras en el control y seguimiento del flujo de materiales. En cuanto a las ventajas económicas, se evidenciaría la reducción de los costos de producción dada la reincorporación de materias primas secundarias, crecimiento económico, competitividad y creación de nuevos mercados, valorización de residuos y desechos, disminución de la minería extractivista, decrecimiento en los gastos de gestión ambiental y creación de nuevas fuentes de empleo.
- ❖ Para la evaluación de la Responsabilidad Extendida del Productor, en la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), específicamente equipos de tecnologías de la información y teléfonos móviles, se propone como lineamientos: Ejecutar estudios de diagnóstico nacional para los residuos a recuperar y la Evaluación de impactos económicos, ambientales y sociales causados por los mismos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar las siguientes acciones con el objeto de avanzar en el tema de la Gestión de Residuos de Teléfonos Móviles y otros RAEE a nivel nacional:

- ❖ Establecer un marco legal nacional específico para la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y Desechos Electrónicos (DE).
- ❖ Establecer convenios de transferencia tecnológica y de capacitación de talento humano con países que tengan trayectoria en la gestión y aprovechamiento de RAEE a nivel mundial.
- ❖ Fomentar la creación de nuevas empresas que permitan gestionar y manejar los RAEE a nivel nacional, las cuales deben estar debidamente autorizadas por la autoridad ambiental y cumplir con altos estándares de calidad en sus procesos productivos.
- ❖ Desarrollar políticas públicas, con el fin de motivar e incentivar el reciclaje y aprovechamiento de RAEE, en las que se involucren todos los sectores de la cadena productiva de aparatos eléctricos y electrónicos.
- ❖ Las empresas manejadoras de RAEE en asociación con las grandes casas de telefonía móvil, pueden crear campañas para incentivar a los usuarios mediante bonos o descuentos en nuevos productos, para disponer en los puntos de colecta los consumibles de los teléfonos móviles y otros RAEE/TIC que tienen períodos de vida corto, como es el caso de las baterías y cargadores.
- ❖ A través de esta investigación se abre la puerta para llevar a cabo nuevos trabajos de grado en Pregrado, Maestría y Doctorado áreas como: informática, marketing, ambiente, economía, comunicación, entre otras, que permitan seguir fomentando la gestión del RAEE y DE a nivel de la República Bolivariana de Venezuela.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artaza, O. (2015). hjnc. Recuperado de <https://www.hjnc.cl.com>.
- Arrollo, A. (2015). *Obsolescencia Programada*. (1). Recuperado de <https://www.adrianistan.eu.com>.
- Balestrini, M. (2001). *Como se elabora el proyecto de investigación*. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. Consultores Asociados Servicios Editorial.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (1991). *Elementos de Gestión Ambiental*. Recuperado de <https://www.iadb.org.com>.
- Bautista, M., Cabrera, R., Rolón, J., Pichardo, R., y Gordillo, A. (2015). *Revisión de políticas de manejo de residuos de equipos eléctricos y electrónicos para su aplicación en México*. *Tlamati*, 6 (3), 66-72.
- Calderón, J., y Alzamora, L. (2010). *Metodología de la Investigación Científica en Postgrado*. Lima. Peru. Registro de propiedad intelectual Safe Creative.
- CEPAL. (2013). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. (1). Recuperado de <http://www.cepal.org.com>.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. (2015). *Informe sobre La economía de la Información 2015*. (1). Recuperado de <http://www.unctad.com>.
- Comisión Nacional de Telecomunicaciones. (2015). *Informe titulado Cifras del Sector Telecomunicaciones (2015)*. (1). Recuperado en <http://www.conatel.gob.ve/informe-cifras-del-sector-tercer-trimestre-2015/>.
- Comisión Nacional de Telecomunicaciones. (2015). *Cifras del Sector Telecomunicaciones*. Caracas: Ministerio del Poder Popular para la Comunicación e Información.
- Convenio de Basilea. (2008), *Information Note Mobile Phone Partnership Initiative*. (1). Recuperado en http://www.gsmworld.com/news/press_2008/press08_31.shtml.
- Convenio de Basilea. (2008). *Declaración de Nairobi sobre el manejo ambientalmente racional de los desechos electrónicos y la Decisión IX/6 adoptada por la novena reunión de la Conferencia de las Partes (COP9)*. Recuperado de <http://www.basel.int/Implementation/Ewaste/Overview/tabid/4063/Default.aspx>.
- Convenio de Basilea. (2012). *Documento de Orientación sobre el Manejo Ambientalmente Racional de Teléfonos Móviles Usados y al Final de su Vida Útil*.

Recuperado de [file:///C:/Users/Iraida/Documents/Downloads/UNEP-CHW-EWASTE-GUID-PUB-MobilePhones-201302.Spanish%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Iraida/Documents/Downloads/UNEP-CHW-EWASTE-GUID-PUB-MobilePhones-201302.Spanish%20(1).pdf).

Colegio de la Frontera Norte. (2012). *Guía municipal de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para el noreste de México*. (2). Recuperado de <https://www.epa.gov.com>.

Departamento de Medio Ambiente y Patrimonio de Australia. (1999). *Hazard Status of Waste Electrical and Electronic Assemblies or Scrap*. Recuperado <http://c.ymcdn.com/sites/www.productstewardship.us/resource/resmgr/imported/scrap.pdf>.

Declaración de Río. (1992). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Recuperado de <http://www.file:///F:/Proyecto%20de%20Tesis%20UCAB/REP/Declaraci%C3%B3n%20de%20R%C3%ADo.PDF>.

Duan, H., Miller, T.R., Gregory, J. and Kirchain, R. (2013), *Quantitative Characterization of Domestic and Transboundary Flows of Used Electronics, Analysis of Generation, Collection, and Export in the United States*. Massachusetts Institute of Technology.

Facuy, J. (2014). *Viabilidad financiera de una empresa recuperadora de materiales (oro, plata y cobre) en la chatarra electrónica*. (Tesis de maestría). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Fernández, A., González, D., y Rubio, A. (2002). *Telefonía Móvil Transmisión y redes de Datos*. U.H.U. 10-VII-2002. Recuperado de <http://docplayer.es/3631590-Transmision-y-redes-de-datos.html>.

Fernández, G. (2007). *Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Suramérica*. (Tesis de maestría), Cataluña. España.

Fernández, G. (2013). *Minería urbana y gestión de recursos electrónicos*. Buenos Aires, Argentina. Editorial Grupo Uno.

García, C., Moreno, J., Hernández, M., & Polo, A. (2002). *Metales pesados y sus implicaciones en la calidad del suelo*. Ciencia y Medio Ambiente. Recuperado de <http://digital.csic.es/handle/10261/111812>.

Gutierrez, J. (2015). *Estructuración de un modelo de negocios basado en el aprovechamiento de residuos eléctricos y electrónicos*. (Tesis de maestría). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

GSMA. (2014). *eWaste en América Latina El aporte de los operadores móviles en la reducción de la basura electrónica - Estudio de casos*. Recuperado en

<https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2014/05/eWaste-Latam-spa-Completo.pdf>.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Distrito Federal, México. Mc Graw Hill. Ley Orgánica del Ambiente. (2006). Caracas, República Bolivariana de Venezuela Gaceta Oficial N° 5.833 Extraordinario.

Ley de Gestión Integral de la Basura. (2010). Caracas. República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N° 6.017.

Massó, M. (2015). *Disseny d'un sistema de detecció de vehicles lents*. Recuperado [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76406/Annex%20D%20ABS%20\(1\).pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76406/Annex%20D%20ABS%20(1).pdf).

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. (2014). *Memoria y cuenta del Ministerio del Ambiente*. Recuperado de <http://www.minea.gob.ve/ministerio/memoria-y-cuenta/>.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2010). Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. (1). Recuperado de http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf.

Ministerio del Ambiente de Colombia. (2017). *Política Nacional Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. Recuperado en http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf.

McCollum, S. (2017). *Global used smartphone market to exceed \$30 billion in four years*. Recuperado de <https://hobi.com/global-used-smartphone-market-to-exceed-30-billion-in-four-years/global-used-smartphone-market-to-exceed-30-billion-in-four-years/>.

Mobile Muster. (2016). *Mobile Muster*. Recuperado de www.mobilemuster.com.au.

Norma Internacional ISO 14001. (2015). *Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos para su uso*. (3). Publicado por la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza.

Norma Técnica Colombiana ISO 14040. (2007). *Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia*. Bogota, Colombia. ICONTEC.

Oliveros, O. (2011). *Metodología para recuperar metales preciosos: oro, plata y grupo del platino, presentes en desechos electrónicos*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2004). *Information and Communications Technologies*. (1). Recuperado en <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/37620123.pdf>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2014). *Information and Communications Technologies*. (1). Recuperado en <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/37620123.pdf>.
- Ortuño, N. (2014). *Descomposición Térmica de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. (Tesis de Doctorado). Universidad de Alicante. Alicante, España.
- Parlamento Europeo y del Consejo sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. (2003). *Directiva 2002/96/CE*. Recuperado de <https://www.boe.es/doue/2003/037/L00024-00039.pdf>.
- Pérez, M. (2012). *Propuesta de un proceso de recolección de residuos electrónicos para motivar la participación en la poblaciones definidas*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. México.
- Plastics Industry Association (2017). *Watching: Consumer Technology*. Recuperado de <http://www.plasticsindustry.org/sites/plastics.dev/files/PlasticsMarketWatchConsumerTechnologyWebVersion.pdf>.
- Rosas, H. (2005). *Contaminación de sedimentos del río Anoia por metales pesados*. (Tesis de maestría). Universidad Privada Boliviana, Barcelona, España.
- Lindhqvist, T. (2000). *Extended Producer Responsibility in Cleaner Production: Policy Principles to Promote Environmental Improvements of Product Systems*. Recuperado de <http://raee.org.co/pagina-ejemplo/gestion-integral-de-los-raee/rep-responsabilidad-extendida-del-productor/>.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2015). *Informe de Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina*. (1). Recuperado en https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/11/T0B110000273301PDFS.pdf.
- International Telecommunication Union (2016). *Measuring the Information Society Report 2016*. Recuperado de <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2016/MISR2016-w4.pdf>.
- International Telecommunication Union (2017). *Estrategias y políticas para la eliminación o reutilización adecuada de residuos generados por las telecomunicaciones/TIC*. Recuperado de <https://www.itu.int/pub/D-STG-SG02.08.1-2017>.
- United Nations University. (2015). *e-waste en América Latina*. (2). Recuperado de <https://www.gsma.com/latinamerica/es/ewaste-2015>.

United Nations University. (2017). *The Global E-waste Monitor 2017*. (9). Recuperado de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Pages/Global-E-waste-Monitor-2017.aspx>.

Villareal, A. (2014). *Estudio de viabilidad para promover un proyecto piloto de gestión de residuos eléctrico y electrónicos en el Distrito de Cartagena de Indias (Colombia) basado en el sistema de gestión Español*. (Tesis de maestría). Universidad Internacional de Andalucía, Huelva, España.

Villamicencio, P. (2015). *Recuperación de metales preciosos y menores por medio de la minería electrónica en México*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.

ANEXOS

ANEXO I

INSTRUMENTO DE CONSULTA TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA

El presente instrumento de consulta tiene como finalidad coleccionar información sobre el manejo de residuos de teléfonos móviles a nivel nacional, con el objeto de desarrollar el Trabajo de Grado de Maestría que lleva por nombre “**Modelo de Gestión para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles en la República Bolivariana de Venezuela**”.

Se solicita su valiosa colaboración para que conteste algunas preguntas, ya que su opinión es importante y no hay interrogantes delicadas. Las opiniones de todos los encuestados serán incluidas en la tesis profesional, pero nunca se comunicarán datos individuales. Le pedimos que conteste este cuestionario con la mayor sinceridad posible. No hay respuestas correctas ni incorrectas. Lea las instrucciones cuidadosamente, ya que sólo se puede responder a una opción en cada pregunta.

Para responder las preguntas que a continuación se presentan, marque con una X el cuadro correspondiente a la opción de su preferencia, destacando que sólo puede seleccionar uno.

1. ¿Por qué usted deja de utilizar un teléfono móvil?

- Está dañado y no puede ser reparado. Está obsoleto.
- Adquirí un modelo de última tecnología.

2. ¿Qué hace usted con los teléfonos móviles en desuso?

- Los guardo en algún lugar de mi casa. Los vendo para ser usados como repuestos.
- Los entrego a una empresa recicladora autorizada por el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC). Los dispongo conjuntamente con desechos sólidos de origen doméstico.

3. ¿Sabía usted que los teléfonos móviles contienen materiales o elementos de alto valor comercial (Oro, Plata, Cobalto, entre otros) que al final de su ciclo de vida sí no son gestionados adecuadamente pueden ser tóxicos para el ambiente?

- Sí No

De ser positiva la respuesta anterior, indique como se enteró de esto:

- Por campañas educativas en su comunidad. Por campañas informativas en TV, radio, medios impresos, vía internet o redes sociales.
- Por campañas de educación ambiental impartidas por el gobierno nacional.

Nº	Pregunta	Definitivamente Si (5)	Probablemente Si (4)	No estoy seguro (3)	Probablemente No (2)	Definitivamente No (1)
4	¿Considera usted que es importante crear campañas de concientización sobre el manejo de residuos de teléfonos móviles?					
5	¿Cree usted que establecer un modelo o sistema de gestión de residuos de teléfonos móviles es importante para el país?					
6	Países de Sur América, como Colombia, Chile, Perú, Brasil y Ecuador, entre otros, cuentan con modelos de gestión y leyes específicas que regulan el manejo de residuos de teléfonos móviles. ¿Considera usted que Venezuela, debería establecer políticas y mejoras con relación a este problema ambiental?					
7	¿La participación entre los sectores públicos y privados permitiría establecer mejores modelos o sistemas de gestión para el manejo de residuos de teléfonos móviles a nivel nacional?					
8	La minería urbana, consiste en reciclar materiales presentes en residuos electrónicos, tales como: oro, plata, cobre, platino, aluminio, acero, plásticos, entre otros, para ser reutilizados como materias primas secundarias. ¿Considera pertinente la minería urbana de residuos de teléfonos móviles en el país?					
9	¿La creación de entes u organismos dedicados al reciclaje de residuos de teléfonos móviles, aportarían beneficios ambientales al país?					
10	¿La creación de entes u organismos dedicados al reciclaje de residuos de teléfonos móviles, aportarían beneficios económicos al país?					
11	¿La recuperación y reciclaje de metales contenidos en los residuos de teléfonos móviles, ayudaría a disminuir la minería extractiva normalmente utilizada y traer beneficios ambientales al país?					
12	¿Considera oportuno la aplicación del Principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) a nivel nacional, a través del cual los productores y distribuidores de teléfonos móviles tienen la responsabilidad de organizar y financiar la gestión sustentable de los residuos derivados de sus productos?					

ANEXO II



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

**INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO
JUICIO DE EXPERTO**

**TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA
MODELO DE GESTIÓN PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE
RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES EN LA REPÚBLICA
BOLIVARIANA DE VENEZUELA.**



Presentado por:

Ing. Puentes Moreno, Iraida Rosa

Para optar al título de
Magíster en Ingeniería Ambiental

Tutor

MSc. Melone Mazzarella, Antonietta

Caracas, octubre de 2018

Caracas, octubre de 2018

Estimado (a) Señor (a):

Solicito su valiosa colaboración en la revisión y validación del instrumento de consulta (Anexo I) diseñado para recolectar datos de la investigación que tiene por título, **“Modelo de Gestión para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles en La República Bolivariana de Venezuela”**, a través de la cual se opta al grado de Magister en Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB).

La validación del instrumento de consulta depende de la pertinencia que existe entre los objetivos y las preguntas, así como la redacción y claridad de comprensión de las mismas. Cualquier sugerencia que usted considere oportuna, será de gran utilidad para la validación de este cuestionario.

Muchas gracias por su colaboración.

Atentamente,
Ing. Iraida Rosa Puentes Moreno

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO PARA COLECTA DE INFORMACIÓN DE TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA

1. Identificación

Nombre y apellido: Joaquín Benítez
Lugar donde trabajo: UCAB
Cargo que ocupa: Dir. Post Ingeniería Ambiental
Título de pregrado: Ing. Agrónomo
Título de postgrado: MSc Gerencia Ambiental
Lugar donde lo obtuvo: UCV y UIPFAN
Trabajos publicados: Varios Rev Tekhné

2. Juicio del experto

2.1 ¿Considera que las preguntas del cuestionario tienen pertinencia con los objetivos de la investigación?

Si: X No: _____

2.2 ¿Considera que las preguntas del cuestionario están redactadas de manera adecuada con los objetivos de la investigación?

Si: X No: _____

3. El instrumento diseñado

Contribuirá a validar el contexto social y técnico para el desarrollo de una propuesta de modelo de Gestión de Residuos Electrónicos.

4. Constancia de juicio de experto

Yo, Joaquín Benítez, cédula de identidad N° V 5.538.984, certifico que realicé el juicio de experto al instrumento de consulta diseñado por el Ingeniero Irida Rosa Puentes Moreno, C. I. N° V-16.093.368, en la investigación titulada “**Modelo de Gestión para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles en La República Bolivariana De Venezuela**” para optar al grado de Magister en Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello.



Firma

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO PARA COLECTA DE INFORMACIÓN DE TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA

1. Identificación

Nombre y apellido: Beatriz Soledad

Lugar donde trabajo: _Universidad Católica Andrés Bello

Cargo que ocupa: _Profesor-Investigador

Título de pregrado: Licenciado en Química

Título de postgrado: Doctora en Química

Lugar donde lo obtuvo: UNED España

Trabajos publicados: 14 en revistas nacionales e internacionales

2. Juicio del experto

2.1 ¿Considera que las preguntas del cuestionario tienen pertinencia con los objetivos de la investigación?

Si: X No:

2.2 ¿Considera que las preguntas del cuestionario están redactadas de manera adecuada con los objetivos de la investigación?

Si: X No:

3. El instrumento diseñado

Considero que el instrumento diseñado cumple con los objetivos del trabajo de investigación

4. Constancia de juicio de experto

Yo, Beatriz Soledad, cédula de identidad N° V-2767198, certifico que realicé el juicio de experto al instrumento de consulta diseñado por el Ingeniero Iraidá Rosa Puentes Moreno, C. I. N° V-16.093.368, en la investigación titulada “**Modelo de Gestión para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles en La República Bolivariana De Venezuela**” para optar al grado de Magister en Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello.



Firma

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO PARA COLECTA DE INFORMACIÓN DE TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA

1. Identificación

Nombre y apellido: José Pirrone

Lugar donde trabajo: UCAB, Escuela Ing. Telecomunicaciones

Cargo que ocupa: Director Título de pregrado: Ing. Electrónico

Título de postgrado: Doctor en Ingeniería

Lugar donde lo obtuvo: Universidad Simón Bolívar

Trabajos publicados: 8 publicaciones sobre uso de RFID y NFC en el área de Salud

2. Juicio del experto

2.1 ¿Considera que las preguntas del cuestionario tienen pertinencia con los objetivos de la investigación?

Si: X No: _____

2.2 ¿Considera que las preguntas del cuestionario están redactadas de manera adecuada con los objetivos de la investigación?

Si: _____ No: _____

3. El instrumento diseñado

Algunas preguntas reflejan causas sencillas y pudieran obviarse causas más profundas. Está bien para tener una pincelada general del problema

4. Constancia de juicio de experto

Yo, José Pirrone, cédula de identidad N° V- 5.533.711, certifico que realicé el juicio de experto al instrumento de consulta diseñado por el Ingeniero Iraida Rosa Puentes Moreno, C. I. N° V-16.093.368, en la investigación titulada **“Modelo de Gestión para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles en La República Bolivariana De Venezuela”** para optar al grado de Magister en Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello.

ANEXO III



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

**TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA
INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE MODELO DE GESTIÓN
PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE
TELÉFONOS MÓVILES EN LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE
VENEZUELA.**



Presentado por:

Ing. Puentes Moreno, Iraida Rosa

Para optar al título de
Magíster en Ingeniería Ambiental

Tutor

MSc. Melone Mazzarella, Antonietta

Caracas, enero de 2019

Caracas, enero de 2019

Estimado (a) Señor (a):

Solicito su valiosa colaboración en calidad de experto para la revisión y validación del **Modelo de Gestión para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles en La República Bolivariana de Venezuela**, a través del cual se opta al grado de Magister en Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB).

Cualquier sugerencia que usted considere oportuna, será de gran utilidad para la validación de esta investigación.

Muchas gracias por su colaboración.

Atentamente,

Ing. Iraida Rosa Puentes Moreno

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES EN LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.

1. Identificación

Nombre y apellido: Rafael Muñiz Álvarez

Título de pregrado: Lic. En Química

Título de postgrado: PhSc. en Bioquímica

Lugar donde los obtuvo: Pregrado: USB y Postgrado: IVIC

Trabajos publicados: 30

2. Juicio del experto

1. El diseño del Modelo me parece sólido y abarca en mi juicio todos los aspectos esenciales que debe cubrir el desarrollo de un sistema que tenga como objetivo el manejo y aprovechamiento de los residuos provenientes de la telefonía móvil.

2. Sugiero en el caso de no haberse incluido en la tesis sopesar en base a la cobertura amplia del modelo cuales son los aspectos más resaltantes y donde se debe cumplir con un mínimo de exigencias. Este criterio se puede tomar de experiencias similares en base a que entiendo que la data en nuestro país es muy limitada en términos de cantidad y calidad.

3. Aunque como químico aprecio toda la información suministrada en la parte final de esta sección sobre los distintos métodos físico-químicos para el tratamiento de los residuos sugiero colocarlo como un anexo o en otra sección del trabajo porque los detalles rompen en cierta medida con la tónica que se desarrollaba hasta ese punto en el documento.

3. Constancia de juicio de experto

Yo, **Rafael Muñiz Álvarez**, cédula de identidad **N° V-4.270.076**, certifico que realicé el juicio de experto al modelo de gestión diseñado por el Ingeniero Iraida Rosa Puentes Moreno, C. I. N° V-16.093.368, en la investigación titulada **“Modelo de Gestión para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles en La República Bolivariana de Venezuela”** para optar al grado de Magister en Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello.

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE DE MODELO DE GESTIÓN PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES EN LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.

1. Identificación

Nombre y apellido: Luis Ramírez

Título de pregrado: Ingeniero de Producción

Título de postgrado: Especialista en Gerencia de la Tecnología y la Innovación

Lugar donde los obtuvo: USB

Trabajos publicados:

Evaluación técnica para la construcción de un parque eólico en la coordenada 10.57° & 64.17° de la costa venezolana (En Construcción)

Impactos Ambientales de un proyecto de energía eólica en la Costa Venezolana, Revista Internacional de Contaminación Atmosférica 2018

Herramientas de la calidad aplicadas en empresas venezolanas, Tekhné 2019

Comparación de Indicadores Relacionados al Desarrollo Sostenible en localidades Venezolanas, Tekhné 2017

2. Juicio del experto

Espero te encuentres bien Joaquin, el trabajo me parece adecuado porque tienen un nivel de detalle requerido para un trabajo de postgrado de mi parte validado, sugiero incluir el RACDA dentro del documento como una referencia para el manejo de estos materiales una vez se encuentran en los cuerpos de agua, es decir vincularlo en el instrumento, no lo observe. .

3. Constancia de juicio de experto

Yo, Luis A Ramírez C , cedula de identidad N° 16.660.748, certifico que realicé el juicio de experto al modelo de gestión diseñado por el Ingeniero Irida Rosa Puentes Moreno, C. I. N° V-16.093.368, en la investigación titulada “**Modelo de Gestión para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos de Teléfonos Móviles en La República Bolivariana De Venezuela**” para optar al grado de Magister en Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello.

Firma

ANEXO IV

ALTERNATIVAS DE RECUPERACIÓN, APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS PRESENTES EN LOS RESIDUOS DE TELÉFONOS MÓVILES Y OTROS RAEE/TIC

La valorización, procesamiento, reciclado y comercialización de los distintos materiales recuperados del “eWaste” incluye diferentes tipos de plásticos, vidrios, metales ferrosos y no ferrosos. Una vez desmontados los RAEE/TIC, los componentes son separados para su valorización según las siguientes categorías:

1. Los plásticos de ingeniería, clasificados en tipos como PC-ABS, HIPS, acrílico, acetato, etc.;
2. Metales no ferrosos puros o aleaciones provenientes de los cables, carcasas o estructuras de los equipos, con contenido de cobre, aluminio, zinc, plomo u otros metales base;
3. Metales ferrosos (chapas, aceros, hierro fundido, etc.);
4. Vidrios o materiales de sílice;
5. Compuestos complejos;
6. Polímeros industriales y otros materiales de síntesis;
7. Circuitos Impresos o Integrados, contactos, conectores u otros materiales ricos con contenido de cobre, estaño o metales preciosos
8. Baterías clasificadas por química (lónLi, NiCd, Pb, NiMH, primarias);
9. Motores o piezas móviles;
10. Piezas o partes valorizables;
11. Tubos de rayos catódicos o vidrios activados;
12. Misceláneas: mix de metales y plásticos;

Sin lugar a dudas, los dos (02) principales materiales recuperables de los residuos de teléfonos móviles y los RAEE/TIC son los **Metales y Plásticos** que conforman mayoritariamente las estructuras-carcasas-“*housing*” de los AEE. Sin embargo, una de las principales preocupaciones que lleva consigo la adecuada gestión de los RAEE/TIC, es la presencia de Residuos Peligrosos (RESPEL), los cuales requieren técnicas avanzadas para su recuperación y aprovechamiento, así como, su tratamiento previo a la disposición final.

La gestión sostenible de los recursos exige el aislamiento de los metales peligrosos contenidos en los RAEE/TIC y maximiza la recuperación de los metales preciosos y raros. Los metales raros son de gran importancia en los equipos TIC (teléfonos móviles, computadores, etc.) y también son de interés para el desarrollo de placas para energía solar, se estima que el uso de metales raros en el mercado ha aumentado a más del doble desde el año 2000. Los metales raros más comunes en los equipos TIC son el

Indio, Itrio, Galio y Arsénico, aunque se resalta que en los teléfonos móviles pueden existir más de 20 metales raros como el Titanio, Bario, Tantalio, entre otros. Debido a la insuficiente oferta de estos metales, además del aumento en la demanda de los mismos, se está fomentando su reciclaje y desarrollando materiales alternativos que cumplan la misma función.

Para poder realizar este tipo de reciclaje, las industrias encargadas deben obtener información del tipo y cantidad de metales raros con los que cuentan los componentes y módulos de los equipos TIC, las cuales generalmente deben ser suministradas por los fabricantes, sin embargo, existen métodos especializados de caracterización y medición para conseguir dicha información. En la figura N° 1, se muestra el preprocesamiento de RAEE/TIC para separar partes metálicas de las no metálicas.

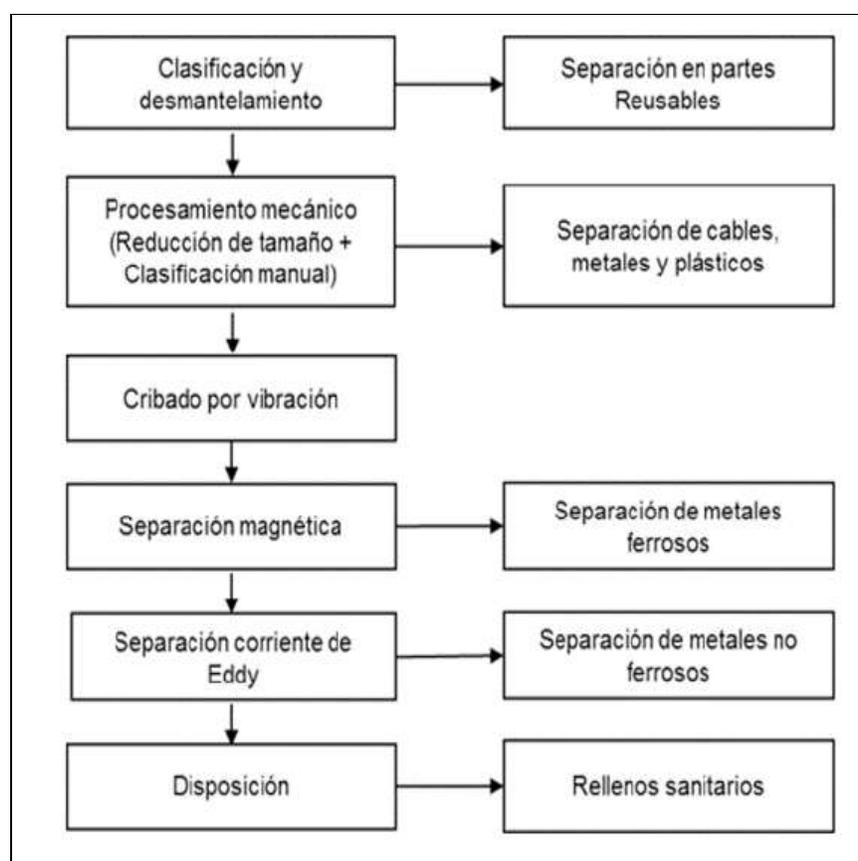


Figura N° 1. Preprocesamiento de RAEE/TIC para separar partes metálicas de las no metálicas.

Fuente: ITU, (2017)

Luego de desarrollar las primeras etapas para la separación de las fracciones no metálicas y metálicas de los RAEE/TIC (por medios físicos y químicos), las últimas se pueden procesar mediante procesos metalúrgicos (hidrometalúrgico, pirometalúrgico, electrometalúrgico, biometalúrgicos y sus combinaciones). Los procesos

hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos son los más empleados y pueden ser seguidos por procesos electrometalúrgicos/electroquímicos (por ejemplo electro-refinado o extracción electrolítica) para la separación y la recuperación del metal seleccionado. En cuanto a los procesos biometalúrgicos, por ejemplo, la biolixiviación de metales a partir de los RAEE, solo se limitan a estudios de laboratorio, sin embargo, es una ruta que vale la pena explorar por el gran potencial que posee. A continuación se describen los procesos más utilizados:

1. Hidrometalurgia, consiste en la extracción y recuperación de metales, empleando soluciones químicas acuosas, en las que se concentran los metales de interés en forma de iones, los cuales por reacciones reversibles y diferencias físicas de las soluciones son separados y aislados de forma específica y como resultado se obtiene una solución rica en el ion de interés y con características propicias para la próxima etapa productiva. Estas reacciones se clasifican:

- a) Reacciones por cambios de pH o hidrólisis;
- b) Reacciones de óxido-reducción (redox);
- c) Formación de complejos;
- d) Precipitación de compuestos sólidos.

Una vez separadas las partes metálicas del RAEE, la etapa de extracción corresponde a la de lixiviación, mientras que la etapa de recuperación puede consistir en extracción por solventes, adsorción, extracción con solventes, intercambio iónico, cristalización, etc. Las secuencias alternativas de separación, dependen de las características del metal a extraer, la concentración de la solución obtenida en la lixiviación y del producto deseado. En la figura N° 2, se presentan los procesos hidrometalúrgico que se pueden llevar a cabo dependiendo de los metales a recuperar.

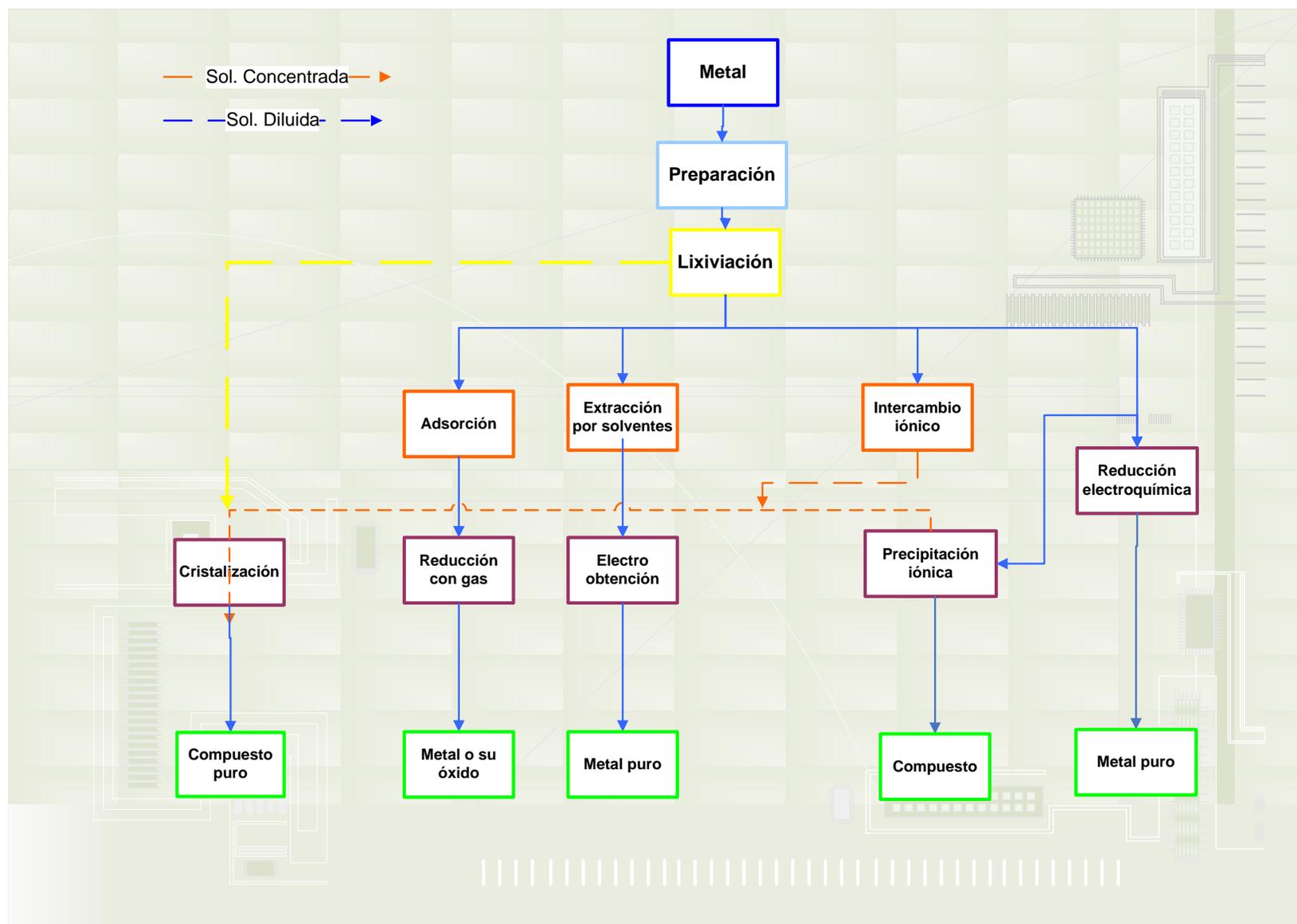


Figura N° 2. Procesos hidrometalúrgicos en solución concentrada y diluida.

Fuente: Fernández (2013).

En la **adsorción**, una especie iónica es adsorbida sobre la superficie de un sólido, separado de las especies no deseadas y luego desorbido permitiendo reutilizar el adsorbente. Los adsorbentes más conocidos son el carbón activado y la zeolita. Esta tecnología ha sido empleada con éxito en la industria del oro, utilizando carbón activado como adsorbente.

El proceso de **intercambio iónico**, consiste en una reacción reversible entre un intercambiador iónico sólido y una disolución acuosa, de modo que los iones son intercambiados entre la fase sólida y líquida. Un intercambiador iónico puede intercambiar cationes o aniones. Existen intercambiadores iónicos inorgánicos y orgánicos, pero en la extracción de metales se utilizan generalmente resinas.

La **cristalización**, es el proceso físico de separar sales en la forma de cristales desde una disolución acuosa. Los pasos en un proceso de cristalización consisten en sobresaturación, nucleación de cristales y crecimiento de cristales. Dependiendo de la variación de la solubilidad con la temperatura se debe escoger entre cristalización por enfriamiento o cristalización por evaporación.

La **precipitación iónica**, puede ser definida como el proceso en el cual un ión metálico presente en disolución reacciona con un compuesto metálico insoluble. La precipitación ocurre rápidamente porque el compuesto formado tiene baja solubilidad. Los metales pueden ser removidos desde disolución en una gran variedad de compuestos, como hidróxidos, sulfuros, carbonatos, peróxidos, etc.

La **reducción con gas**, tales como H_2 , SO_2 , o CO , es utilizada principalmente para la producción de metales nobles.

La **cementación**, es un proceso de precipitación de un metal desde una disolución acuosa por la adición de otro metal. Este último debe tener una fuerza electromotriz mayor que la del metal a ser cementado.

La **electro obtención de metales**, consiste en la deposición de un metal por la acción de la corriente eléctrica.

Tabla N° 1. Procesos hidrometalúrgicos para recuperar metales de residuos de teléfonos móviles y otros RAEE/TIC.

Metal recuperado	Características principales del proceso	Producto principal	Año
Au	Chip de computadores tratados con HNO ₃ para disolver metales base; lixiviación con agua regia, precipitación valores de oro con sulfato ferroso	Au	2007
Au y Ag	Chatarra electrónica menor a 0,5 mm tratada con KI y I ₂ o NaCl, extracción por solventes para recuperar oro y plata	Au y Ag	2007
Ni	Lixiviación de níquel a partir de capacitores cerámicos, usando solución de 1 M de HNO ₃ a 90° C, 90 minutos de reacción y densidad de pulpa de 5g/1	Ni	2007
Au (98%), Pd (96%), Pt (92%), Ag (84%)	Disolución de metal base con H ₂ SO ₄ y MgCl, disolución de metales preciosos con HCl e iones de bromuro, cementación de oro con polvo de zinc	Au y grupo del platino en polvo	2006
Cu (98%)	Disolución del cobre con H ₂ SO ₄ y agua regia; electro obtención del cobre	Cu	2006
Cu, Ag (93%), Pd (99%), Au (95%)	Lixiviación del cobre con ácido sulfúrico, lixiviación del paladio con cloro, lixiviación de oro y plata con tiourea, absorción de oro y plata y paladio con carbón activado	AgCl, Cu, Pd, Au	2005
Au (92%), Ag, Pd	Disolución de metal base con HCl o H ₂ SO ₄ , lixiviación de plata, oro y paladio con HCl y NaClO ₃ , precipitación de oro con FeCl ₂	Au esponja	2005
Au	Lixiviación de chatarra electrónica con soluciones básicas de NaCl, CuCO ₃ y HCl	Au residual	2004
Sn, Pb	Disolución de soldaduras con soluciones ácidas de Ti. Titanio y plomo recuperados por electrolisis	Sn y Pb	2003
Cu, Pb, Sn	Lixiviación de tarjetas electrónicas con HNO ₃ , electrólisis para metales base	Cu, Pb, Sn	2002
Au	Tratamiento térmico, lixiviación de oro con agua regia, extracción por solventes para el oro con malonato de dietilo, sulfato ferroso para precipitar el oro	Au metálico	1997
Au	Tratamiento alcalino en autoclave a temperatura 80-190° C para remover el aluminio, tratamiento en auto-rosos clave a baja presión de oxígeno para remover los metales no ferroso	Concentrado rico en valiosos	1993
Ni y Au	Lixiviación de metales base con ácido sulfúrico y con reductor de sulfato férrico, agua regia para lixiviar metales preciosos	Ni y Au en solución	1992

Fuente: Oliveros (2011).

2. Pirometalurgia, consiste en la recuperación y refinación de metales utilizando altas temperaturas que permiten la extracción de metales a partir de sus minerales, directamente o después de concentradas por medio de calor. El rango de temperaturas

suele superar los 950°C, es una técnica rápida que puede procesar grandes cantidades de mineral (Oliveros, 2011).

Para mantener la temperatura a la que se desarrolla el proceso, es necesario el aporte de energía. Esta energía la proporciona generalmente la reacción exotérmica de alguna variedad de carbón, como el coque o la energía eléctrica. Según sea el proceso, se adiciona un agente reductor que puede ser el combustible. Cuando la reacción exotérmica del material de partida es suficiente para mantener la temperatura del proceso (es decir, sin adición de combustible o de electricidad), se dice que el proceso es autógeno.

Los tratamientos extractivos de los metales no ferrosos tienen muchas características en común, éstos pueden a la vez dividirse en metales reactivos y no reactivos.

Los *Metales No Reactivos* (cobre, níquel, plomo, cobalto, oro y plata) pueden procesarse simplemente en atmósfera de aire sin problema alguno, es decir, sin que ocurra oxidación durante las reacciones mediante las que los óxidos del metal son reducidos por carbón u otro reductor.

Los *Metales Reactivos* (aluminio, titanio, magnesio, zinc y uranio) requieren de procesamientos especiales de manera que se mantengan fuera de contacto con el aire atmosférico y por lo tanto de la oxidación. Como ejemplos de estos equipos se pueden citar a los hornos sellados con atmósfera de un gas inerte o que trabajen al vacío.

El proceso que se lleva a cabo en complejos procesos de tratamientos que se describe de manera general a continuación:

2.1. Etapa de fundición: Una vez que lleva a cabo todo el pretratamiento requerido para los residuos electrónicos tratados, éstos se colocan en un fundidor, que trabaja a temperaturas muy elevadas y produce una solución de cobre con sulfuro de hierro (llamada mate) mientras el hierro y otros óxidos forman una solución conocida como escoria. Los metales preciosos están contenidos en la solución mate, la cual es llevada a la etapa de conversión. La solución llamada escoria es tratada a través de un horno de plomo, refinería de plomo o una planta para metales especiales. Cabe destacar, que los componentes más valiosos que se separan desde el pretratamiento, como se mencionó anteriormente, son enviados directamente al convertidor sin la necesidad de fundirse.

2.2. Etapa de conversión: La solución mate se lleva entonces a un convertidor para obtener como producto principal una solución de cobre impuro, conocida como “cobre blister”.

2.3. Horno anódico: El cobre blister líquido es refinado dentro de los hornos anódicos; primero es moldeado dentro de los ánodos que son posteriormente electrorefinados para obtener cobre puro.

2.4. Electrorrefinación: Durante el proceso, los ánodos de cobre producidos en el horno anódico son refinados para producir cátodos de cobre puro y obtener metales preciosos como plata, oro, selenio y telurio en forma de precipitados al fondo de la celda de electrorrefinación.

2.5. Refinación de los metales preciosos: Los precipitados de metales preciosos son fundidos y refinados, con procesos más específicos para cada metal según sea requerido, para producir lingotes de éstos metales preciosos (Villavicencio, 2015).

Los componentes plásticos obtenidos de los RAEE no pueden reciclarse fácilmente debido a que se mezclan con retardantes de flama, pigmentos y otras mezclas de polímeros. Sin embargo, los procesos de fundición son capaces de utilizar la energía calorífica contenida en los plásticos, debido a la combustión de éstos en la corriente de alimentación lo que reduce parcialmente la necesidad de los combustibles fósiles (Villavicencio, 2015).

En la actualidad destacan cuatro grandes compañías en la recuperación de metales a través de esta tecnología: Boliden, Xstrata Copper (antes Noranda), Aurubis y Umicore. Muchos de los residuos electrónicos son enviados a las plantas de estas compañías para ser tratados y recuperar los metales que contienen, tres de éstas se encuentran en Europa (Boliden-Suecia, Aurubis- Alemania, Umicore-Bélgica) y una se encuentra en América (Xstrata Copper-Canada). Algunas plantas que utilizan esta misma tecnología pero de menor capacidad de tratamiento se encuentran en Japón y Corea del Sur (Villavicencio, 2015). Algunos de los procesos pirometalúrgicos usados para recuperar metales presentes en los RAEE/TIC, se muestran en la tabla N° 2.

Tabla N° 2. Procesos pirometalurgicos usados para recuperar metales presentes en los RAEE/TIC.

Técnica	Metal recuperado	Características del proceso	Resultados obtenidos
Proceso Noranda Québec, Canadá	Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Se, Te, Ni	Fundición de cobre y concentrado de cobre, convertidor, horno de fundición, electrorefinación del metal	Altas recuperaciones de cobre y metales preciosos
Fundición Boliden, Ronnskar, Suecia	Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Zn, Pb, Ni	Reactor para concentrados, 100 mil toneladas por año, convertidor y refinación para cobre , refinación de metales preciosos	Altas recuperaciones de cobre y metales preciosos
Umicore, Bélgica	Metales preciosos, Se, Te, metales base	Lixiviación de cobre, electrorefinación de metales preciosos, 250 toneladas de chatarra electrónica al año, horno de fundición con control de emisores de gases, plástico sustituto del coque	Recuperación de metales preciosos, Sb, Bi, Se, Te, In
Patentes Dunns para refinación de oro	Oro	Reacción de chatarra electrónica con cloro. Temperatura 300 de 700, disolución de impurezas con ácido clorhídrico, disolución de la plata con ácido nítrico e hidróxido de amonio; muestras con recuperaciones de oro	Recuperación de oro con 99,9% de pureza proveniente de chatarra electrónica
Patente Days para recuperar metales presentes en chatarra con cerámicos refractarios	Metales preciosos, platino, paladio	Chatarra cargada en horno de plasma a temperatura cercana a 1 400° C, centígrados, cerámica en la escoria, plata y cobre también recuperados	Recuperaciones de platino y paladio a partir de chatarra electrónica, en porcentajes de 80,3% y 94,2% respectivamente
Patente Aleksandrovichs para recuperar metales del grupo del platino y oro a partir de chatarra electrónica	Grupo del platino y oro	Fundición de metales mediante la reducción con carbón	Metales del grupo del platino y oro recuperados

Fuente: Oliveros (2011).

Tomando en consideración las dos (02) técnicas de tratamiento antes planteadas en la tabla N° 29, se presentan las ventajas y desventajas de cada una.

Tabla N° 3. Ventajas y Desventajas de las Alternativas de Tratamiento de RAEE/TIC.

Alternativa de Tratamiento de RAEE/TIC	Ventajas	Desventajas
Hidrometalurgia	<ul style="list-style-type: none"> -Flexibilidad en el tratamiento de <i>mix</i> de plaquetas, teléfonos celulares LCD o baterías con compuestos o aleaciones complejos y en la producción de subproductos. -Menor costo en el tratamiento de plaquetas de bajo contenido de metales preciosos o cobre. -Factibilidad de separar metales con características semejantes, como el tratamiento de tierras raras. -En algunos casos no necesita de preparación de las plaquetas o teléfonos celulares como trituración y molienda a grano extra fino. -Menor consumo energético. -Menor contaminación, especialmente gaseosa -Fácil transporte de corrientes intermedias. 	<ul style="list-style-type: none"> -Sofisticados sistemas de control de procesos. -Ingeniería más compleja. -Se producen efluentes líquidos y desechos sólidos.
Pirometalurgia	<ul style="list-style-type: none"> -Altas tasas de recuperación de cobre y metales preciosos. -Los procesos de recuperación de metales, son rápidos en comparación con otras técnicas. 	<ul style="list-style-type: none"> -No pueden recuperarse el aluminio y el hierro contenidos en los residuos electrónicos, ya que se oxidan y terminan en la escoria del proceso. -Al fundir los retardantes de la llama y el PVC que contienen los RAEE se propicia la formación de dioxinas y furanos, por lo que se requiere de un control estricto de emisiones. -Se debe utilizar el proceso hidrometalúrgico de manera subsecuente para poder separar todos los metales que se requieran.

Fuente: Villavicencio (2015) y Fernández (2013).

3. Tratamiento y disposición final de Desechos de los RAEE/TIC

Todos aquellos desechos originados por los RAEE/TIC que no sean reciclables ni asimilables a desechos sólidos urbanos, se consideran desechos peligrosos y por lo tanto deben ser tratados y dispuestos bajo técnicas que no comprometan la calidad ambiental ni salud humana. En el mercado de tecnologías para operadores de residuos peligrosos, co-existen numerosas alternativas de tratamientos fisicoquímicos, que están diseñadas para uno o varios contaminantes específicos y tienen restricciones particulares que involucran la totalidad de las características físicas y químicas del

residuo. La selección de una alternativa en particular deberá realizarse en función de una evaluación técnica, teniendo en cuenta los criterios establecidos precedentemente. Dentro de los tipos de tratamientos destacan los siguientes:

- ❖ **Físicos**, normalmente son la primera etapa dentro de un tratamiento global, destacando, filtración, separación por gravedad (sedimentación, centrifugación, floculación y flotación), evaporación, destilación, arrastre con aire o vapor, adsorción en carbón e intercambio iónico.
- ❖ **Químico**, que generalmente tiene asociado procesos físicos, constituye un proceso de transformación del residuo mediante la adición de una serie de compuestos químicos para alcanzar el objetivo deseado. Dentro de los tratamientos químicos más utilizados se hallan: neutralización, precipitación, óxido-reducción, descomposición por oxidación, declorinación con metales alcalinos, estabilización-solidificación, procesos en base a cemento Portland, procesos en base a cal y materiales puzolánicos, técnicas en base de polímeros termoplásticos, técnicas en base a polímeros orgánicos, y de transformación de vidrio.
- ❖ **Térmicos**, La incineración es el tratamiento térmico más ampliamente empleado, pudiendo realizarse en hornos especialmente diseñados, así como, en instalaciones industriales, siempre y cuando lo permitan las características técnicas de la instalación, y la composición de los residuos. Otras alternativas de tratamientos térmicos incluyen: incineración a altas temperaturas, procesamiento en hornos de cemento, calderas industriales, pirolisis, tecnología de arco de plasma, y oxidación de sal fundida.
- ❖ **Relleno de seguridad**, es una obra de ingeniería diseñada, construida y operada para confinar en el terreno residuos peligrosos. Consiste básicamente en una o varias celdas de disposición final y un conjunto de elementos de infraestructura para la recepción y acondicionamiento de residuos, así como, para el control de ingreso y evaluación de su funcionamiento.

4. Recuperación, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de Plásticos provenientes de RAEE/TIC

En cuanto al reciclaje de plásticos provenientes de RAEE/TIC, este es un proceso más complejo ya que estos contienen mezclas de varios compuestos o polímeros llamados retardantes de llama bromados (RLLB, o BFR según sus siglas en inglés) los cuales son agentes ignífugos muy efectivos.

Durante la clasificación previa de las piezas de plástico desmontadas de los RAEE/TIC, se procede a la identificación directa de aquellos que puedan contener RLLB, de esta manera, antes de preprocesarlos se segregan del resto. En tal caso, deben ser dispuestos o transformados en combustibles mediante procesos catalíticos. Los métodos de clasificación “fáciles y rápidos” son: Separación por densidad (sistema de flotación), en seco (separador de aire) o métodos triboeléctrico o de tambores calientes.

En Europa, actualmente se aplica la termo-destrucción con recupero de energía (waste to energy, o del residuo a la generación eléctrica) de plásticos con RLLB provenientes del RAEE, ya que disponen de capacidad instalada en diversas plantas. Esta solución suele ser usada para las zonas donde existe una gran distancia entre el centro de tratamiento y el de manejo, por lo que es necesaria una solución local (incineración de los residuos). Sin embargo, las planta de recupero de energía a partir de residuos deben contar con los más exigentes estándares de emisiones, considerando el riesgo para la salud por la formación dioxinas y furanos durante la combustión. La Unión Europea, realiza monitoreos on-line de estos contaminantes y lleva un estricto control de las emisiones atmosféricas. (MINAMBIENTE, 2017).