

**DISEÑO DE UNA RED DE VALOR DE CICLO CERRADO PARA LOS
RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS TIPO III EN
BOGOTÁ**

**SANDRA MILENA MARTÍNEZ ACUÑA
YEISON MIGUEL SUAREZ CARO**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C
2019**

**DISEÑO DE UNA RED DE VALOR DE CICLO CERRADO PARA LOS
RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS TIPO III EN
BOGOTÁ**

**SANDRA MILENA MARTÍNEZ ACUÑA
YEISON MIGUEL SUAREZ CARO**

**Proyecto integral de Grado para optar por el título de:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Orientador:
MÓNICA YINETTE SUÁREZ SERRANO
Ingeniera Industrial**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C
2019**

Nota de aceptación:

CLARA AURORA PAEZ MORENO

GUSTAVO ADOLFO SALAS OROZCO

Bogotá, D.C. Agosto de 2019

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente Institucional y Rector del Claustro

Dr. MARIO POSADA GARCÍA- PEÑA

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos.

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Decano Facultad de Ingeniería

Ing. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Director de Investigaciones

Ing. ARMANDO FERNÁNDEZ CÁRDENAS

Director Programa Ingeniería Industrial

Ing. CARLOS ANIBAL MORENO GALINDO

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

Dedico este logro a Dios por darme la vida, sabiduría y la perseverancia para culminar mi carrera profesional. A mis padres y hermana por guiarme, apoyarme y persistir conmigo día a día para poder alcanzar y finalizar este gran logro, por todos aquellos esfuerzos y dedicación que hicieron todos estos años para alcanzar mis metas.

A mis padres que toda mi vida han sido mis guías, mis consejeros y siempre han creído en mí como persona e hija, que siempre han sido mi apoyo incondicional. Le agradezco a Dios todos los días de mi vida por concederme unos maravillosos padres y una hermosa hermana, les doy las gracias por todos los esfuerzos que han hecho juntos para permitirme alcanzar cada gran y pequeño triunfo en la vida. Les agradezco por la persona que soy hoy en día, por enseñarme a ser una mejor persona cada día.

Dedicado a mis padres y hermana, Gladys, Eduardo y Luisa.

Sandra Martínez Acuña

Dedico este proceso y la culminación de este ciclo a Dios, por permitirme terminar con éxito esta etapa, A la mujer de mi vida por estar a mi lado en todo momento, a ella por su apoyo incondicional, su comprensión y fortaleza en todo instante, por enseñarme a ser quien soy hoy y mostrarme siempre que la fuerza y la dedicación nos hacen mejores personas, gracias por ser la mamá que el universo escogió para mí, definitivamente sin ti nada tendría sentido.

Pato hoy termino esto y solo tú sabes lo que luchamos juntos y hoy juntos agradecemos a la vida y a Dios por la prueba que en diferentes momentos nos puso. La superamos. Gracias por sacar de mí una sonrisa cuando más lo necesitaba. Te amo mamá.

A Migue mi papá porque soy su reflejo, gracias por el apoyo, por jugar conmigo aunque hoy tenga 25, por el esfuerzo y el compromiso con mi educación, y sobre todo por enseñarme valores de honestidad, respeto y emprendimiento. Gracias por sacarme las Yucas pa aunque mi mamá nos regañe. A mis dos hermanos por estar conmigo en todo, su apoyo lo valoro. A mis sobrinos Nana y Stiven son mi fuerza los amo.

Miguel Suarez Caro

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios primero que todo, por brindarnos la oportunidad de hacer parte de la academia y permitirnos culminar con éxito nuestra carrera, agradecemos a Mónica Suárez Serrano, por su dedicación, tiempo y compromiso con nuestro proyecto y brindarnos todo su conocimiento para aplicarlo en el desarrollo de nuestro trabajo.

Agradezco a Dios y a la vida por permitirme estudiar y alcanzar este gran logro, a mis tres amigos por estar junto a mí y ser mi apoyo cuando lo necesitaba, por todos esos momentos felices que compartimos durante estos años.

Agradezco a mis tres amigos Paula, Sandra y Pedro por embarcarnos en este viaje y juntos con dedicación y compromiso lograr cumplir lo planeado, a Amparo de Murgano por mostrarme la luz que emito cuando más lo necesitaba y a un grupo de mujeres profesionales que con su conocimiento medico en este último año me enrutaron en esto llamado Vida y a JDH por los buenos momentos.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	21
OBJETIVOS	23
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	24
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
1.2 ANTECEDENTES	31
2. JUSTIFICACIÓN	34
3. DISEÑO METODOLÓGICO	37
3.1 FASE EXPLORATORIA	37
3.2 FASE DESCRIPTIVA	37
3.3 FASE DE DISEÑO	38
4. MARCO REFERENCIAL	39
4.1 MARCO CONCEPTUAL	39
4.1.1 Red de Valor	39
4.1.2 Red de valor inversa	40
4.1.3 Red de Valor de Ciclo Cerrado	41
4.1.4 Logística	42
4.1.5 Logística Verde	43
4.1.6 Logística Inversa	44
4.1.7 Logística Integral	45
4.1.8 AEE	46
4.1.9 RAEE	47
4.2 MARCO TEÓRICO	48
4.2.1 AEE	48
4.2.2 RAEE	55

Red de Valor	57
4.2.3 Logística Inversa	58
4.2.4 Logística Verde	61
4.3 MARCO HISTÓRICO	63
4.4 MARCO NORMATIVO	65
4.5 HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN	79
4.5.1 Estudios de casos	79
4.5.2 Triangulación	85
5. CARACTERIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS REDES DE VALOR EXISTENTES DE RAEE TIPO III, A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ESTUDIOS DE CASOS MÚLTIPLES	88
5.1 CASO APPLE	90
5.2 CASO SAMSUNG	95
5.3 CASO HUAWEI	98
5.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE CASOS MÚLTIPLES	100
6. REALIZAR UN DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS ACTUALES DE LOS RAEE TIPO III EN BOGOTÁ	103
6.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	103
6.1.1 Proceso de recuperación y reciclado de los RAEE	105
6.1.2 Proceso de recuperación y reciclado de un celular	110
6.1.3 Proceso de recuperación y reciclado de un periférico	111
6.1.4 Proceso de recuperación y reciclado Computador	120
6.2 DIAGRAMA ISHIKAWA	129
6.2.1 Diagrama Ishikawa gestión de RAEE	133
6.2.2 Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un celular	138
6.2.3 Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un periférico	143
6.2.4 Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un Computador	147

6.3	DIAGNÓSTICO	158
6.3.1	Caracterización de la problemática	158
6.3.2	Identificación de las causas	158
6.3.3	Priorización de las causas	165
6.4	VALIDACIÓN DE LAS CAUSAS PRIORIZADAS A TRAVÉS DE LA CONSULTA A EXPERTOS POR MEDIO DE LA ENTREVISTA	174
6.4.1	Método Delphi	175
6.4.2	Número de Expertos	176
6.4.3	Especificaciones técnicas de la entrevista	177
6.4.4	Tipos de entrevista	177
6.4.5	Objetivos de la entrevista	177
6.4.6	Partes de la entrevista	178
6.4.7	Tipos de pregunta	178
6.4.8	Perfiles del experto	179
6.4.9	Psicometría TRI	180
6.4.10	Diseño de la entrevista	180
6.5	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	180
6.5.1	Análisis Preguntas Abiertas	182
6.5.2	Preguntas Inducidas	189
6.5.3	Preguntas de Clasificación	192
6.5.4	Índice de Homogeneidad	193
6.6	CONVERGENCIA TÉCNICA MULTICRITERIO – ENTREVISTA	198
7.	DISEÑO DE LA RED PROPUESTA	200
8.	IDENTIFICAR LOS ACTUANTES QUE INTERVIENEN EN UNA RED DE VALOR DE CICLO CERRADO PARA LOS RAEE TIPO III EN BOGOTÁ	202
8.1	Identificación de los actuantes: Proveedores (Upstream) generadores, gestores, procesadores	210
8.2	Identificación de los actuantes: Compañía focal – productor, desarrollador	212

8.3	Identificación de los actuantes: Clientes (Downstream) – distribuidor mayorista, distribuidor minorista, cliente	212
9.	DISEÑAR LOS PROCESOS DE ALINEAMIENTO E INTEGRACIÓN DE LA RED	216
9.1	Procesos	217
9.2	Flujos	218
9.3	Procesos estratégicos	219
9.3.1	Relaciones con los clientes	220
9.3.2	Procesos estratégicos del servicio al cliente	224
9.3.3	Procesos operáticos del Servicio al cliente	227
9.3.4	Administración de la Demanda	229
9.3.5	Administración del Retorno	242
9.3.6	Administración del Retorno procesos estratégicos	245
10.	ESTIMAR LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES QUE TENDRÍA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED	251
10.1	Beneficios Económicos	252
10.2	Beneficios Ambientales	253
10.3	Beneficios Sociales	254
11.	CONCLUSIONES	256
12.	RECOMENDACIONES	258
	BIBLIOGRAFIA	259

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Cantidad global de RAEE generados	27
Tabla 2. Estudios desarrollados en Colombia sobre generación de RAEE	29
Tabla 2. (Continuación)	30
Tabla 3. Unidades de Análisis	84
Tabla 4. Dimensiones Estructurales de Apple	95
Tabla 5. Dimensiones Estructurales de Samsung	97
Tabla 6. Dimensiones Estructurales de Huawei	100
Tabla 7. Matriz Rij (Matriz absoluta)	171
Tabla 8. Matriz del modelo objetivo	172
Tabla 9. Matriz del modelo subjetivo	172
Tabla 9.(Continuación)	173
Tabla 10. Matriz modelo definitivo	173
Tabla 10. (Continuación)	174
Tabla 11. Resultado priorización de causas	174
Tabla 12. Respuestas de las preguntas inducidas (De acuerdo)	190
Tabla 12. (Continuación)	191
Tabla 13. Respuestas de las preguntas inducidas (Buena)	191
Tabla 14. Respuestas de las preguntas inducidas (Responsable)	192
Tabla 15. Respuestas de las preguntas inducidas (Incidente)	192
Tabla 16. Equivalencia de las preguntas de clasificación	192
Tabla 17. Respuesta de la pregunta de clasificación Número 4	193
Tabla 18. Respuesta de la pregunta de clasificación Número 12	193
Tabla 19. Resultados de la homogeneidad	195
Tabla 20. Resultados de la homogeneidad	196
Tabla 21. Homogeneidad	196
Tabla 22. Respuestas de las preguntas inducidas (Buena)	197
Tabla 23. Respuestas de las preguntas inducidas (Responsable)	197
Tabla 24. Respuestas de las preguntas inducidas (Incidente)	198
Tabla 25. Convergencia	198
Tabla 26. Resultados de la convergencia	199
Tabla 27. Configuración genérica de la Red de Valor de Ciclo Cerrado para los RAEE tipo III en Bogotá	201
Tabla 28. Actuantes dentro de la Red de Valor	214
Tabla 28. (Continuación)	215

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Categorización de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)	50
Figura 2. Flujos de la Logística Directa e Inversa	60
Figura 3. Procesos de Recuperación en la Cadena de Suministro inversa	60
Figura 4. Triangulación de Casos	90
Figura 5. Red de Valor de Apple	94
Figura 6. Red de Valor de Samsung	97
Figura 7. Red de Valor de Huawei	99
Figura 8. Número de agentes en cada configuración de los casos	101
Figura 9. Dimensiones estructurales de los casos	102
Figura 10. Diagrama de bloque de recuperación y reciclado de la gestión de los RAEE	105
Figura 11. Diagrama de flujo de recuperación y reciclaje de un celular	110
Figura 12. Diagrama de flujo de recuperación y reciclaje de una impresora	115
Figura 13. Diagrama de flujo de recuperación y reciclaje de una impresora	116
Figura 14. Diagrama de flujo de recuperación y reciclaje de un computador	122
Figura 15. Diagrama de flujo de recuperación y reciclaje de RAEE	125
Figura 16. Diagrama causa - efecto	130
Figura 17. Enumeración de las causas	131
Figura 18. Tipos de flujos de procesos	132
Figura 19. Diagrama Ishikawa gestión de RAEE	133
Figura 20. Diagrama Ishikawa gestión de RAEE	134
Figura 21. Diagrama Ishikawa gestión de RAEE	135
Figura 22. Diagrama Ishikawa gestión de RAEE	136
Figura 23. Diagrama Ishikawa general de la gestión de RAEE	137
Figura 24. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un celular	138
Figura 25. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un celular	139
Figura 26. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un celular	140
Figura 27. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un celular	141
Figura 28. Diagrama Ishikawa general del proceso de recuperación y reciclado de un celular	142
Figura 29. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un periférico	143

Figura 30. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un periférico	144
Figura 31. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un periférico	145
Figura 32. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un periférico	146
Figura 33. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un Computador	147
Figura 34. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un Computador	148
Figura 35. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un Computador	149
Figura 36. Diagrama de enlace causal	159
Figura 37. Hipótesis Dinámica	161
Figura 38. Hipótesis Dinámica	162
Figura 39. Hipótesis Dinámica	163
Figura 40. Hipótesis Dinámica	164
Figura 41. Escala de medición de Likert	167
Figura 42. Procesos que integran la cadena de suministro	217
Figura 43. Procesos y sus actividades según el SCORE	219

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Proporción de hogares que poseen computadores de escritorio, portátiles o tableta	25
Gráfica 2. Proporción de personas de 5 y más años de edad que poseen teléfono celular	26
Gráfica 3. Composición Promedio de las TIC obsoletos	127

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Definiciones Red de Valor	39
Cuadro 1. (Continuación)	40
Cuadro 2. Definiciones Red de Valor Inversa	41
Cuadro 3. Definiciones de Logística	42
Cuadro 3. (Continuación)	43
Cuadro 4. Definiciones de Logística Inversa	44
Cuadro 5. Definiciones de Logística Integral	45
Cuadro 5. (Continuación)	46
Cuadro 6. Definiciones de RAEE	47
Cuadro 6. (Continuación)	48
Cuadro 7. Categorización de los AEE por Líneas	49
Cuadro 8. Categorización de los (AEE) en la UE	51
Cuadro 8. (Continuación)	52
Cuadro 9. Nueva Recategorización de los AEE	53
Cuadro 9. (Continuación)	54
Cuadro 9. (Continuación)	55
Cuadro 10. Categorización de los RAEE	55
Cuadro 10. (Continuación)	56
Cuadro 11. Categorías desde la perspectiva del Reciclaje	56
Cuadro 11. (Continuación)	57
Cuadro 12. Características más relevantes de una red de valor	57
Cuadro 12. (Continuación)	58
Cuadro 13. Ley 1672 de 2013	67
Cuadro 14. Marco Legal	68
Cuadro 14. (Continuación)	69
Cuadro 14. (Continuación)	70
Cuadro 14. (Continuación)	71
Cuadro 14. (Continuación)	72
Cuadro 14. (Continuación)	73
Cuadro 14. (Continuación)	74
Cuadro 14. (Continuación)	75
Cuadro 14. (Continuación)	76
Cuadro 14. (Continuación)	77
Cuadro 14. (Continuación).	78
Cuadro 15. Tipos de Validez	81
Cuadro 16. Estimación de la Fiabilidad	81
Cuadro 16. (Continuación)	82

Cuadro 17. Simbología del diagrama de flujo de proceso	104
Cuadro 18. Notación Diagrama Causal	159
Cuadro 18. (Continuación)	160
Cuadro 19. Roturas identificadas en la Hipótesis Dinámicas	165
Cuadro 20. Causas de Evaluación	168
Cuadro 20. (Continuación)	169
Cuadro 21. Descripción de los criterios	169
Cuadro 21. (Continuación)	170
Cuadro 22. Expertos a los que se les aplico la entrevista.	179
Cuadro 23. Causas de la hipótesis dinámica	180
Cuadro 23. (Continuación)	181
Cuadro 24. Equivalencia de las preguntas inducidas	181
Cuadro 24. (Continuación)	182
Cuadro 25. Análisis pregunta abierta	183
Cuadro 26. Identificación de los tópicos	184
Cuadro 27. Identificación de las categorías inferidas	185
Cuadro 28. Definición de las categorías subsecuentes	186
Cuadro 28. (Continuación)	187
Cuadro 29. Consolidación del análisis pregunta abierta	187
Cuadro 29. (Continuación)	188
Cuadro 30. Equivalencia de las preguntas inducidas	189
Cuadro 31. Equivalencia de las preguntas inducidas	189
Cuadro 32. Equivalencia de las preguntas inducidas	190
Cuadro 33. Equivalencia de las preguntas inducidas	190
Cuadro 34. Empresas que intervienen en la gestión de RAEE tipo III en Bogotá	203
Cuadro 34. (Continuación)	204
Cuadro 34. (Continuación)	205
Cuadro 34. (Continuación)	206
Cuadro 34. (Continuación)	207
Cuadro 34. (Continuación)	208
Cuadro 34. (Continuación)	209
Cuadro 35. Administrar las relaciones con el cliente	220
Cuadro 35. (Continuación)	221
Cuadro 35. (Continuación)	222
Cuadro 35. (Continuación)	223
Cuadro 35. (Continuación)	224
Cuadro 36. Procesos estratégicos	224
Cuadro 36. (Continuación)	225
Cuadro 36. (Continuación)	226
Cuadro 36. (Continuación)	227

Cuadro 37. Procesos operativos	227
Cuadro 37. (Continuación)	228
Cuadro 37. (Continuación)	229
Cuadro 38. Administrar la demanda	230
Cuadro 38. (Continuación)	231
Cuadro 38. (Continuación)	232
Cuadro 38. (Continuación)	233
Cuadro 38. (Continuación)	234
Cuadro 38. (Continuación)	235
Cuadro 38. (Continuación)	236
Cuadro 38. (Continuación)	237
Cuadro 38. (Continuación)	238
Cuadro 38. (Continuación)	239
Cuadro 38. (Continuación)	240
Cuadro 38. (Continuación)	241
Cuadro 39. Administración del retorno	242
Cuadro 39. (Continuación)	243
Cuadro 39. (Continuación)	244
Cuadro 39. (Continuación)	245
Cuadro 40. Administración del retorno	246
Cuadro 40. (Continuación)	247
Cuadro 40. (Continuación)	248
Cuadro 40. (Continuación)	249
Cuadro 40. (Continuación)	250

RESUMEN

El desarrollo y avance de las tecnologías de la información y la comunicación, generan la producción de diferentes dispositivos para satisfacer diferentes necesidades de los humanos, estos dispositivos son llamados Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Al terminar el ciclo de vida de estos por diferentes motivos como desuso, calidad, obsolescencia programada, etc., se convierten en Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, que sin tener una disposición final adecuada afectan al medio ambiente y a la salud humana entre otras consecuencias negativas. Según la clasificación de la Unión Europea los RAEE tipo III que comprenden todos aquellos equipos de informática y telecomunicaciones como computadores de escritorio, computadores portátiles, teléfonos fijos y celulares, entre otros dispositivos, son una de las categorías de RAEE que más se consumen a nivel mundial, a nivel nacional se identifica a Bogotá como una de las ciudades con mayor consumo de tecnología y a su vez de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. La implementación de una red de valor de ciclo cerrado, donde se definan unos agentes, actuantes y unos procesos alineados y con esto lograr el diseño de una red de valor de ciclo cerrado para los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos tipo III para la ciudad de Bogotá.

Palabras claves: AEE, RAEE, Red de valor, Red de valor Ciclo Cerrado, WEEE, Closed Loop Supply Chain.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico y la innovación por parte de las tecnologías de la información y la comunicación incrementan cada día con el fin de satisfacer las necesidades del hombre; dentro de este desarrollo se encuentra la creación de nuevos Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE). Dentro de estos (AEE) encontramos diferentes dispositivos tales como computadoras, periféricos, teléfonos entre otros. A su vez los (AEE) se traduce en grandes cantidades de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), los cuales están siendo desechados en espacios que no cuentan con los parámetros necesarios para su buen disposición y manejo. ¹

Los RAEE son una de las corrientes de residuos que más se están generando y con mayor crecimiento en el mundo y de los más complejos de tratar. Incluye maquinaria de equipos médicos, antenas etc., como a nivel doméstico (celulares, computadores e impresoras, pilas y acumuladores, bombillas y electrodomésticos entre otros) . Según The Global E-Waste Monitor la generación mundial de RAEE para el año 2016 fue de 44,7 millones de toneladas (unas 4500 torres Eiffel) y se espera que se incremente a 52,2 millones de toneladas para el 2012.²

En Colombia, por su parte se identificó que se generaron alrededor de 275000 toneladas de RAEE domésticos, es decir, electrodomésticos tales como neveras, microondas, laptops, teléfonos móviles, lo cual sería un aproximado de 5,3 kilogramos por habitante, por lo cual se ha formulado una Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

La mala gestión de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) se basa en la falta de una Administración e integración de la Cadena de Suministro, la cual está formada e integrada por todas aquellas partes que se involucran de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud o requerimiento de un cliente, esta cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y a sus proveedores, sino también, a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes. ³

Actualmente la expansión del desarrollo de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) ha facilitado la forma en la cual las compañías se intercambian

¹ QUINTERO, Sandra Patricia, Diseño de un plan estratégico para el manejo sostenible de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, 2014. Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales.

² BALDE, Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P.: Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2017, Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), Bonn/Ginebra/Viena.

³ SUNIL CHOPRA, Peter Meindl, Administration de la Cadena de Suministro, Mexico, Pearson Educación, 2008, 552.

y comparten información, haciendo que cada vez se genere una relación más cercana entre compañías, permitiendo afianzar canales de aprovisionamiento y relaciones con los demás. Se busca una alineación dinámica para mejorar sus cadenas de abastecimiento, es tratar la Supply Chain como un conjunto de actividades dependientes y con sentido de desarrollo estratégico, se busca energía, ejecución y el dinamismo tanto de las personas como del movimiento.⁴

Las redes de valor son sistemas de valor conscientemente gestionados, donde se identifican diferentes actuantes, reconociendo entre ellos a los proveedores, compañía focal y clientes, existiendo entre estas otras categorizaciones, esta red de valor debe ser dinámica e implica un flujo constante de información, productos y fondos entre las diferentes etapas.⁵

La red de valor se identifica como la interacción que se genera entre todos los actuantes de la red de valor (Proveedor, Fabricante, Distribuidor, Detallista, Cliente), un buen diseño de esta red permite maximizar el valor total generado, el valor de una cadena de suministro refleja la optimización de recursos y la satisfacción de las necesidades de los clientes.

Las redes de valor de ciclo cerrado (Closed-Loop Supply Chains) buscan cerrar el ciclo de la red, con el fin de lograr una fabricación amigable con el medio ambiente, generar ventajas competitivas y obtener mayores ganancias. Se trata de un re manufactura que sería la base del sistema de fabricación recuperable, es capaz de reducir el desperdicio, es rentable y ambientalmente consiente.⁶

Por lo anterior se diseñará una Red de Valor de Ciclo Cerrado, con el fin de generar un cambio en la forma en la que se fabrican los AEE (Aparatos Eléctricos y Electrónicos), a su vez identificando una disposición final adecuada de sus RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) para que luego del final de su ciclo de vida no se generen desechos, sino que por el contrario se conviertan en nueva materia prima y se reintegren de nuevo al proceso y a la red.

⁴ GATTORNA, John. Cadenas De Abastecimiento Dinámicas: Cómo Movilizar La Empresa Alrededor De Lo Que Los Clientes Quieren. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009. 345 p.

⁵ Ibid. P. 345

⁶ KUMAR, Raj, Closed Loop Suplly Chain Management and Reverse Logistics, International Research Publication House, 2013, 455-468 p.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una red de valor de ciclo cerrado para los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos Tipo III para Bogotá.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el funcionamiento de las redes de valor existentes de RAEE Tipo III, a través de la aplicación de la metodología de estudio de casos múltiples.
- Realizar un diagnóstico de los procesos actuales de los RAEE tipo III en Bogotá.
- Identificar los actores que intervienen en una red de valor de ciclo cerrado para los RAEE tipo III en Bogotá.
- Diseñar los procesos de alineamiento e integración de la RED.
- Estructurar la configuración genérica de la red, definiendo sus agentes y sus actores.
- Estimar los beneficios económicos, ambientales y sociales que tendría la implementación de la red.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Dadas las diferentes causas y efectos generados por las fallas en la gestión de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá, se quiere llegar a Diseñar una red de valor de ciclo cerrado para los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos tipo III en Bogotá como objetivo principal de la investigación. Para dar solución a la problemática fue necesario identificar cada una de las fallas, causas y efectos que tiene la red de valor de los RAEE tipo III en Bogotá, para definir nuestro objetivo principal y dar solución al problema.

En las dos siguientes gráficas se observa como la adquisición de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos van en aumento en Colombia según cifras del DANE 2016, y con las causas ya nombradas anteriormente se debe realizar un diagnóstico e identificación de la Red de Valor de ciclo cerrado que mejor convenga para que los Residuos de los Aparatos Electrónicos y Eléctricos tipo III tengan una adecuada disposición final y obtener beneficios a la salud humana, ambientales, sociales, culturales y económicos con estos.

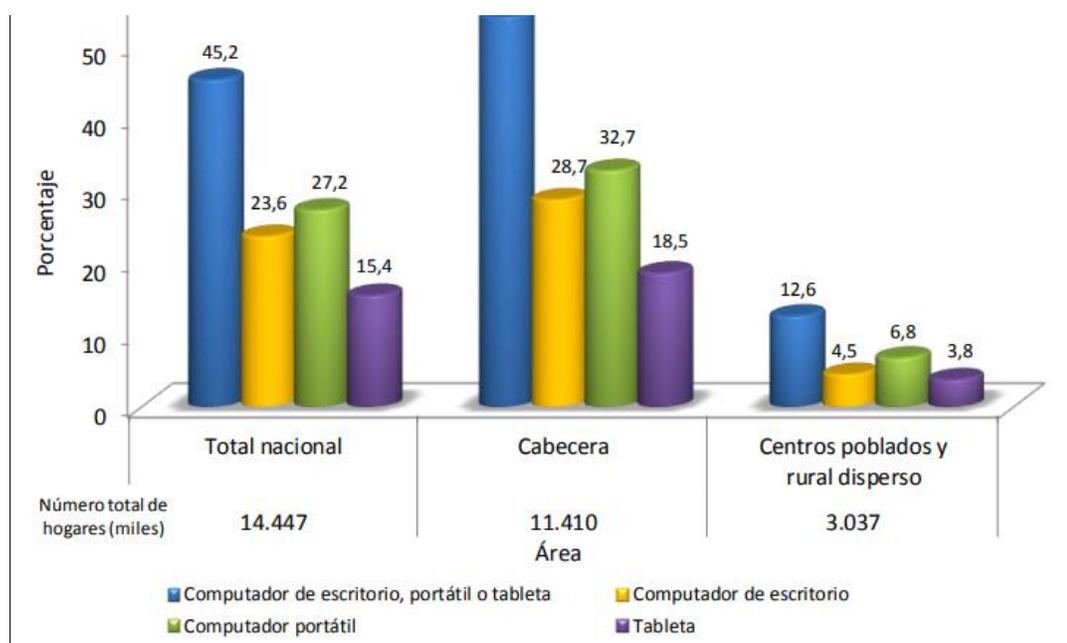
Es importante crear una cultura ciudadana y educar con información sobre la gestión adecuada y diferenciada que tienen los RAEE, la valorización de los RAEE por parte de los consumidores, crear una vigilancia para el adecuado cumplimiento de las obligaciones ambientales de estos y poder reducir la acumulación en rellenos sanitarios provocando una mala disposición de los materiales de los cuales están hechos⁷.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas para el año 2016 a nivel nacional, el 45,2% de los hogares colombianos poseían computador de escritorio, portátil o Tablet, siendo el computador portátil el que mayor proporción poseen las personas en sus casas.⁸

⁷ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

⁸ DANE. En: Departamento Administrativo Nacional de Estadística de la República de Colombia. [Sitio web]. Boletín Técnico, Comunidad Informativa (DANE). [Consultado: 07 febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_hogares_2016.pdf

Gráfica 1. Proporción de hogares que poseen computadores de escritorio, portátiles o tableta

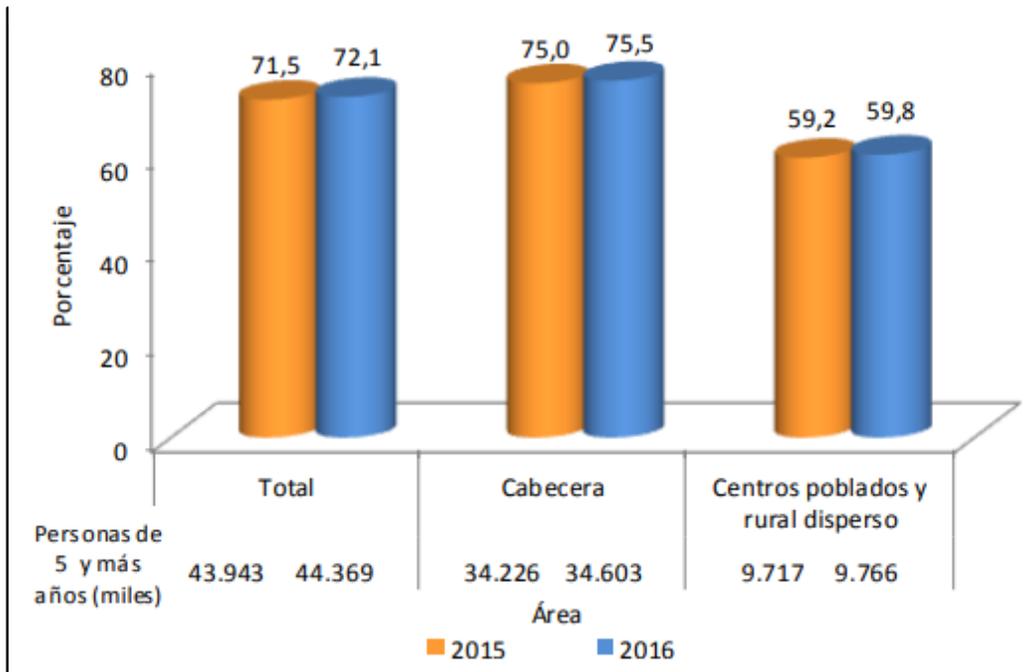


*Nota: Las tasas menores al 10% tienen errores de muestreo superiores al 5%
Fuente. DANE – Encuesta de Calidad de Vida (ECV) 2016

Para el años 2016 en Colombia alrededor del 72,1% de la población colombiana mayor de 5 años posee un teléfono celular, incrementándose a comparación del año 2015 que estuvo en un 71,5%, creciendo en un 0,83% de un año a otro.⁹

⁹ DANE. En: Departamento Administrativo Nacional de Estadística de la República de Colombia. [Sitio web]. Boletín Técnico, Comunidad Informativa (DANE). [Consultado: 07 Febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_hogares_2016.pdf

Gráfica 2. Proporción de personas de 5 y más años de edad que poseen teléfono celular



*Nota: Las tasas menores al 10% tienen errores de muestreo superiores al 5%
Fuente. DANE – Encuesta de Calidad de Vida (ECV) 2016

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para identificar el problema de la investigación se utilizó un diagrama de árbol del problema por la metodología de causa y efecto, que se presenta a continuación.

Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos son de uso diario en nuestras vidas y para su correcto funcionamiento necesitan de corriente eléctrica o campos electromagnéticos para realizar un sin número de trabajos y funciones. La fabricación y el consumo de aparatos y dispositivos electrónicos y eléctricos y todas sus combinaciones tienen un crecimiento acelerado en Colombia, según el Observatorio Ambiental de Bogotá en 2017 los colombianos produjeron 275.000 toneladas de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos¹⁰, cifra que asciende comparado con el 2014 la cual se estimó en 252.000 toneladas de RAEE, es decir 5,3 kilogramos por habitante en base de 47,71 millones de habitantes. El aumento se da como consecuencia del actual modelo consumista y de crecimiento ilimitado dado por los avances tecnológicos de la actual sociedad, la rápida innovación

¹⁰OBSERVATORIO AMBIENTAL DE BOGOTÁ. [Sitio Web]. Listo decreto para el manejo de residuos electrónicos en el país. Noticia. [Consultado: 01 Marzo 2018]. Disponible en: <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad/noticias/listo-decreto-para-el-manejo-de-residuos-electronicos-en-el-pais-2>

tecnológica, la reducción del ciclo de vida y la obsolescencia programada¹¹. Tales cifras desencadenan la afectación a la salud humana por prácticas de desensamble y recuperaciones inadecuadas de los RAEE, explotación inadecuada de materias primas, consumo de energías incontrolado de fuentes fósiles y producción de residuos, afectaciones al medio ambiente por emisiones en procesos de recuperaciones no adecuados.¹²

Los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos son una de las corrientes que más crecen en el mundo, según el Instituto para el Estudio Avanzado de la Sostenibilidad de la Universidad de las Naciones Unidas, en el 2014 la generación mundial de los RAEE fue de 41,8 millones de toneladas y se espera que para este año 2018 crezca a 49,8 millones de toneladas de residuos, con una tasa de crecimiento del 4% al 5% anual. De los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos generados a nivel mundial en 2014, tan solo el 16% del total fueron gestionados formalmente por un sistema de recolección y gestión de los RAEE, es decir 6,5 millones de toneladas, y en la Unión Europea 0,7 millones de toneladas de RAEE fueron arrojadas a los contenedores de residuos ordinarios.¹³

Tabla 1. Cantidad global de RAEE generados

Año	RAEE generados (Mt)	Población (Miles de millones)	RAEE generados per cápita (Kg/Habitante)
2010	33,8	6,8	5,0
2011	35,8	6,9	5,2
2012	37,8	6,9	5,4
2013	39,8	7,0	5,7
2014	41,8	7,1	5,9
2015	43,8	7,2	6,1
2016	45,7	7,3	6,3
2017	47,8	7,4	6,5
2018	49,8	7,4	6,7

*Nota: Los datos del 2015 en adelante son pronósticos

Fuente: elaboración propia, con base en. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rael/Politica_RAEE.pdf

¹¹ TARAZONA SILVA, Jaime Leonardo; TRIVIÑO QUINTERO, Paula Alejandra. Diseño de un modelo de logística inversa para los RAEE tipo 3. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01, marzo, 2018].

¹² MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rael/Politica_RAEE.pdf

¹³ Ibíd.

En Colombia específicamente en Bogotá, tan solo se recupera el 8% de los materiales que se reciclan de los residuos sólidos urbanos a través de la población recicladora informal, y por iniciativa del gobierno a través de rutas selectivas de reciclaje solo se recupera el 0,5%¹⁴, lo que genera el aumento del reciclaje informal de los RAEE, falta de agentes que realicen el desensamble adecuado dado por el desconocimiento de técnicas de manejo y recolección de estos residuos, un manejo inadecuado e incineración no controlada y presencia de sustancias peligrosas en componentes de fabricación de estos. Los RAEE son residuos complejos para su gestión, debido a que incluye gran cantidad de aparatos utilizados en un consumo masivo (hogares, empresas, instituciones, industrias) y contienen diferentes materiales según el tipo de aparato y distintas sustancias nocivas para la salud humana que requieren un manejo adecuado para cada uno de estos.

El reciclaje informal de los RAEE y la baja capacidad de los rellenos sanitarios en Bogotá generan una acumulación sin control de rellenos sanitarios e impactos ambientales negativos, actualmente al Relleno Sanitario de Doña Juana llegan al día alrededor de 6.000 toneladas de basura, de los cuales el 43% de los que llega en los camiones compactadores son metales, plásticos, vidrio, cartón y papel, es decir se entierran al día 2.780 toneladas de elementos que, de haber tenido una disposición final adecuada hubiese sido posible su reutilización y generado alrededor de \$1.060 millones de pesos diarios, que es lo que hoy en día se paga por cada kilo de reciclaje¹⁵. Según la Ley 1672 de 2014 le da el carácter de manejo diferenciado a los RAEE, prohíbe su disposición final en los rellenos sanitarios y los restringe a rellenos de seguridad, para que estos residuos sean retornados a la red de valor, por eso se habla de ciclo cerrado, es decir los residuos sean tomados por los productores de AEE.

Según Estudios del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se estima que se generan aproximadamente 127.000 toneladas por año en residuos de computadoras, impresoras, teléfonos móviles y algunos electrodomésticos, es decir corrientes de procedencia doméstica, considerados como prioritarias, es decir, alrededor de 2,6 kg/año de RAEE per cápita, difiere con el estudio de mundial citado anteriormente ya que en Colombia se mide en un ámbito de procedencia doméstica y no se analizaron todas las categorías posibles de los RAEE, con lo anterior y la siguiente tabla se evidencia que los RAEE tipo III, Equipos de informática y telecomunicaciones (Computadores de escritorio y portátiles, teléfonos fijos y

¹⁴ RODRÍGUEZ L., GONZÁLES, N., REYES, L. & TORRES, A. Sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Enfoque de dinámica de sistemas. Revista S&T, 11(24), 39-53. (2013). [Consultado: 01 Marzo 2018]. Disponible en: <http://www.dinamica-de-sistemas.com/revista/dinamica-de-sistemas-43.pdf>

¹⁵ EL ESPECTADOR. Con reciclaje, en dos años Bogotá podría comprar a Neymar, 2017. [Consultado 01 Marzo 2018]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/con-reciclaje-en-dos-anos-bogota-podria-comprar-neymar-articulo-715554>

celulares, impresores y equipos periféricos, entre otros) es la categoría que más residuos genera en Colombia y por eso el problema de investigación se centra allí¹⁶.

Tabla 2. Estudios desarrollados en Colombia sobre generación de RAEE

Título del estudio	Corriente	Año base de proyección	Estimado año base (ton.)	Estimado 2014 (ton.)	Último año de proyección	Estimado último año (ton.)
Diagnóstico de computadores y teléfonos celulares (Ott, 2008)	Computadores	2005	6.000*	No disponible	2013	19.000*
Análisis de flujos de residuos de computadores en los sectores formal e informal en Colombia (León, 2008)		2005	8.500*	19.000*	2020	43.000*
Diagnóstico de computadores y teléfonos celulares (Ott, 2008)	Teléfonos celulares	2005	500*	No disponible	2013	2.600*

¹⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

Tabla 3. (Continuación)

Título del estudio	Corriente	Año base de proyección	Estimado año base (ton.)	Estimado 2014 (ton.)	Último año de proyección	Estimado último año (ton.)
Diagnóstico de electrodomésticos y aparatos electrónicos de consumo (Blaser, 2009)	Neveras	2004	9.000	18.000	2018	19.000
	Lavadoras	2004	3.000	13.000	2018	22.000
	Televisores	2004	6.000	28.000	2018	38.000
	Equipos de video	2004	1.000	6.000	2018	8.000
	Equipos de audio	2004	5.000	17.000	2018	14.000
	Subtotal	2004	24.000	82.000	2018	101.000
Gestión de los residuos pos consumo de fuentes de iluminación, pilas primarias y secundarias (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-Universidad Nacional de Colombia, 2008)	Bombillas	2003	4.142	6.248	2015	17.195
	Pilas	2009	9.778	9.685	2014	9.685
Total			52.920	126.933		192.480

*Nota: en las proyecciones de varios escenarios se tuvo en cuenta el valor del escenario mayor.
Fuente: elaboración propia, con base en. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

Existen fallas en la gestión y la recuperación de valor de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos tipo III en Bogotá que genera falta de infraestructura

logística para procesamiento y manejo de RAEE tipo III, desconocimientos de los beneficios obtenidos a través de la gestión de los RAEE, altos costos de maquinaria necesaria para el manejo de estos, necesidad de gran infraestructura para la gestión de los residuos, falta de claridad en los roles de fabricante, importador y distribuidor, falta de información en los cliente para la correcta disposición de estos residuos de aparatos, falta de empresas de reciclaje RAEE que realicen el procesamiento del primer manejo de estos, suficientes leyes, seguimientos, vigilancia y control a productores de AEE y que estas empresas estén comprometidas con el diseño de un ciclo cerrado de su red de valor¹⁷. Si se tiene una estructura legal y logística dada normativas que rijan el sistema, áreas operativas de la recolección y el procesamiento de los RAEE, financiamiento de los sistemas y la forma de controlar el flujo de los residuos dentro y fuera del sistema, se tendría una buena disposición de estos residuos¹⁸.

1.2 ANTECEDENTES

Los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos son los aparatos descartados, dañados y obsoletos que realizan un consumo de electricidad, Jim Puckett de Basel Action Network, un grupo con sede en Seattle (Washington), empiezan hablar de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos citando “Hay una crisis real en lo que se refiere a la basura electrónica”. En un tratado de las Naciones Unidas en 1998 se empieza a buscar limitar el daño de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos por primera vez.

El acelerado crecimiento de la industria de tecnologías de información en los últimos años ha dado origen a un nuevo problema social y ambiental, el manejo y control de los volúmenes crecientes de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE, en especial los que provienen de las tecnologías de la información y telecomunicaciones, como celulares y computadores en Colombia. En el 2005 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial creó la **Política ambiental para la gestión integral de los residuos o desechos peligrosos** creó los manejos inadecuados que se le dan a los desechos electrónicos que pueden ser peligrosos para la salud humana y ambiental del país. En 2008 se empezó a dar “Proyecto Integral de Reacondicionamiento y Reciclaje de RAEE en Colombia” que fue dado por el Instituto Federal Suizo de Ciencias de Materiales y Tecnologías (EMPA) y el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales – CNPML

¹⁷ TARAZONA SILVA, Jaime Leonardo; TRIVIÑO QUINTERO, Paula Alejandra. Diseño de un modelo de logística inversa para los RAEE tipo 3. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01, marzo, 2018].

¹⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 Febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae/Politica_RAEE.pdf

de Colombia para apoyar la creación de un sistema de gestión de RAEE y se incluyeran entidades del sector privado y público.

En el 2010 se publica la **Política nacional de producción y consumo sostenible** por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible para dar cambios en las empresas y en la sociedad colombiana sobre los patrones de producción y consumo responsable. Se crea Ley 1672 del 19 de julio de 2013 por el Congreso de la República, la cual establece los lineamientos para la adopción de una política de gestión integral de los RAEE y se dan otras disposiciones¹⁹.

Los desafíos hoy en día de las redes de valor de ciclo cerrado es permitir un nivel más alto de reutilización y reciclaje de los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, esta red debe ser administrada con una serie de factores y procesos de forma continua y alineada para establecer estrategias que gestionen adecuadamente los procesos de la red y que los agentes cumplan con una serie de actividades que implican administración directa e inversa²⁰.

En las Américas “Ciclo Cerrado” es una metodología innovadora y una herramienta que tiene como fin contribuir al desarrollo sostenible de la industria de los países, dar una eficiencia energética, tener un mejor desempeño ambiental, minimizar el uso de los recursos brindando oportunidad que las empresas impacten tanto sus costos como su huella de carbono, verse como una oportunidad y no una amenaza buscando diseñar productos y procesos en la red de valor que permitan lograr un programa y gestión de recuperación al final de la vida útil de estos residuos²¹.

Igualmente, se tiene como antecedente en el grupo de investigación Gestión de Redes de Valor, Logística y Producción de la Fundación Universidad América un Macroproyecto el cual tiene como nombre el Diseño de una Red de Valor de Ciclo Cerrado para Poner a Disposición de la Industria Manufacturera de Bogotá que se desarrolla en las Áreas de Gestión del Poder y Nueva Institucionalidad junto con la Sustentabilidad y Territorio Sostenible, es un proyecto multidisciplinario ya que pretende la Gestión de Redes de Valor Logística y Producción (Ingeniería Industrial), el Territorio y Habitabilidad (Arquitectura) y la Formación y Crecimiento Directivo (Posgrados). El campo estratégico de investigación del Macroproyecto es la gobernanza y biodiversidad y cambio climático, su fase de diseño es desarrollar tesis de pregrado y tiene como resultados esperados la generación de

¹⁹ *Ibíd.*

²⁰ CHRISTOPHER, Martin. *Logistics & Supply Chain Management*. Fourth Edition. Prentice Hall, Financial Times, 2011. [en línea]. [Consultado 01 Marzo 2018]. ISBN: 978-0-273-73112-2

²¹ LA ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS. *Producción en Ciclo Cerrado en las Américas. Facilitando la Transición hacia una Economía Circular en las Américas*. [Consultado 01 Marzo 2018]. Disponible en: http://www.oas.org/es/sedi/dsd/Energia/CicloCerrado/Panama/Evento_PAN/Sobre_el_Programa_Final_PAN_091514.pdf

conocimiento, fortalecimientos de la capacidad científica nacional y la apropiación social del conocimiento.

A su vez en la línea y el grupo de investigación ya mencionado han venido trabajando en estrategias y modelos de innovación y de procesos, en los cuales se enmarcan dos trabajos de grado ya terminados, el primero de ellos está dado bajo el título Opciones de Recuperación en el Post-Consumo, de los Componentes Plásticos presentes en los RAEE clasificación 3 realizado por Giselle Andrea Otálora García en el 2014, un segundo trabajo denominado Diseño de un Modelo de Logística Inversa para los RAEE tipo 3 desarrollado por Jaime Leonardo Tarazona Silva y Paula Alejandra Triviño Quintero en el año 2016. Junto a esto cabe mencionar dos trabajos de grado dados en dos Universidades del país que dan antecedentes sobre los RAEE, las Redes de Valor y la forma de recuperación de estos en Bogotá. El primero es un Estudio Técnico para la Creación de un Agente Receptor de Residuos Eléctricos y Electrónicos RAEE de Línea blanca, marrón y gris a nivel de Generadores de tipo Industrial en Bogotá realizado por Jenny Sofía Trujillo Gómez para optar al título de Ingeniera de Producción en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el 2014, y el segundo tiene como título el Diseño de un Plan Estratégico para el Manejo Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá realizado por Sandra Patricia Quintero Balcázar para optar al título de Ecóloga en la Pontificia Universidad Javeriana en el 2014.

Y ahora se pretende llegar a la máxima jerarquía de la construcción de la Red de Valor que va a gestionar esas estrategias encontradas en los proyectos anteriores, y tiene como principal objetivo el Diseño de una Red de Valor de Ciclo Cerrado para los RAEE tipo III en Bogotá, en el cual se conozca todas sus etapas de funcionamiento, sus tipologías, los procesos, los agente implicados, los constructor y todos los procesos que gestionan y monitorean la Red de Valor.

2. JUSTIFICACIÓN

El uso de aparatos eléctricos y electrónicos ha proliferado en las últimas décadas y, de manera proporcional, aumentando rápidamente en todo el mundo la cantidad de aparatos electrónicos como PC, teléfonos móviles y juegos electrónicos que se desechan.²² Se ha identificado que el proceso de tratamiento de estos Residuos en países de América latina, la recolección, gestión, reciclado y disposición final de los residuos o chatarra de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) está conformada por una red compleja y diversa de actores, que van desde la informalidad propia de las economías de subsistencia (cartoneros, chatarreros, hurgadores) hasta empresas u ONGs de Remanufactura, Reciclaje u Operadores de Residuos Especiales, con Sistemas de Gestión Ambiental, trazabilidad de la seguridad informática y cumplimiento de normativas, nacionales y provinciales, derivadas de la Convención de Basilea.

Para poder mejorar la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y hacerlo sostenible por medio del diseño de la red, es necesario conocer el flujo de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE), y entender el manejo que le dan las empresas y las personas cuando estos terminan su ciclo de vida, potenciales a ser RAEE. De igual manera es importante obtener datos e información sobre el manejo de estos Residuos, el nivel de conocimiento del tema por parte de los diferentes actores de la red y así reducir el impacto que estos residuos pueden generar en la salud y el ambiente.

El carácter preventivo de diferentes prácticas limpias a lo largo del ciclo de vida de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) está dirigido a aminorar las implicaciones ambientales y socioeconómicas de la gestión integral de los residuos que estos generan, ya que estos generan las pautas para optimizar el manejo de materiales e insumos dentro de sus correspondientes procesos productivos, de consumo y posconsumo de AEE, de esta forma garantizando un aprovechamiento efectivo y la sustentabilidad de los recursos involucrados.

Esta situación desencadena o nos genera en el ciclo de vida unas afectaciones en términos de explotación incontrolada de materias primas, un consumo energético proveniente mayormente de fuentes fósiles y generación de residuos, que ponen en riesgo la sostenibilidad ambiental del planeta y a su vez a todos sus habitantes.

De esta forma, la rápida innovación tecnológica y la reducción del tiempo de vida de los Aparatos, entre otros factores, contribuyen a que estos residuos sean una de las corrientes de mayor crecimiento en el mundo, tanto en países desarrollados e industrializados como no industrializados, con una tasa de crecimiento anual y global del 5%. En Colombia la generación de estos Residuos de Aparatos Eléctricos

²² SILVA, Uca, Gestión de Residuos Electrónicos en América Latina, Chile, Ediciones Sur, 2009, 281p

y Electrónicos (RAEE) no se ha planteado como una estrategia de negocio y de mirar las formas en cómo se podrían replantear acciones que ayuden a la disposición final de estos y se retornen en el proceso productivo.

La presencia de diferentes metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes, retardantes de llama y otras sustancias se pueden encontrar en los RAEE, los cuales son altamente peligrosos, existen tres fuentes principales de sustancias que se pueden liberar durante la recuperación de materiales y el reciclaje de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, los cuales se identifican como motivo de preocupación mundial; los constituyentes originales de los equipos, como el plomo, el cadmio y el mercurio; las sustancias que pueden añadirse durante algunos procesos de recuperación, como el cianuro; y las sustancias no internacionales que pueden formarse durante estos procesos como las dioxinas y furanos.²³

Paralelo a esto, la contaminación ambiental que da como resultado de la explotación inapropiada de recursos naturales para la creación de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) se ha venido presentando en aumento en el país, afectando recursos hídricos entre otros

El diseño de la red de ciclo cerrado (Closed Loop Supply Chain) para gestionar el tratamiento de los RAEE tipo tres en Bogotá, funcionando esta como una red de valor basada en un diseño de retroalimentación, control y operación de un sistema que maximice la creación de valor en diferentes partes del ciclo de creación del producto, con una dinámica de recobrar valor de producto ya existente y el aporte de este a la generación del nuevo AEE, permitirá generar ventajas competitivas en el sector, se reducirían costo de operaciones logísticas de aprovisionamiento, se reducirían el consumo de recursos y de energía, a su vez reduciría la emisión de contaminantes atmosféricos entre otros, se generaría económicos tanto para las compañías como para la sociedad en general.²⁴

El modelo de la Red de Valor de Ciclo Cerrado, se consolida como un modelo de negocio completo, incluyendo diferentes elementos como la reducción de la huella de carbono, protección continua al medio ambiente, incluye procesos logísticos dentro de la red de valor que integran técnicas de manufactura verde para optimizar el ciclo de vida del producto.²⁵

La tradicional red de valor inicia con unos proveedores y termina con unos usuarios o cliente y el producto final en la mayoría de los casos tiende a terminar su ciclo de vida cuando este se da por dañado o desechado, la base de la Red de Valor de

²³ LUNDGREN, KARIN, The Global Impact of E-Waste: Addressing the challenge, Geneva, Ilo Cataloguing in Publication Data, 2012, 28p

²⁴ Ibid p21

²⁵ Ibid p21

Ciclo Cerrado se fundamenta en un retorno del producto luego de ser desechado, se piensa en un producto que tenga un movimiento circular dentro de la red y de esta forma tenga un segundo ciclo de vida funcionando como materia prima o con otros propósitos que ayuden a la generación de valor. ²⁶

En torno al cambio de la forma de producción, la tendencia de la fabricación de productos amigables se encuentra en auge, social y ambientalmente la importancia de este tipo de negocios ha empezado a tener fuerza en la industria, forzando a ciertas empresas a optar nuevas prácticas y formas de operar.

La gestión de los residuos generados por Aparatos Eléctricos y Electrónicos emprendido en Colombia, se constituye como un gran reto en términos de Residuos Sólidos, debido a la gran ausencia de referentes normativos específicos y obligatorios en el tema, se presenta una escases de infraestructura para almacenamiento, acondicionamiento y toda la gestión de materiales. A esto sumemos la limitada cultura ambiental y de consumo por parte de la sociedad actual, lo que dificulta la prevención y el control de impactos socio ambiental relacionados con el flujo creciente de RAEE en la ciudad. ²⁷

La participación por parte de todos los actuantes de la red, diversos actores sociales y gubernamentales involucrados en la gestión de los RAEE vinculado con la red de valor de ciclo cerrado, garantizaría la efectividad de las estrategias para la disposición de los RAEE y las estrategias de relación entre los diferentes actuantes de la red de valor, para obtener como resultado beneficios de diferentes tipos como serian mitigación y prevención de problemas ambientales, beneficios económicos para todos los gestores de la Red (Proveedores, compañía focal, clientes), entre otros.

Finalmente se evidencia la oportunidad de la implementación de la red de valor de ciclo cerrado, pues se identifica la carencia de gestión en el tratamiento de los RAEE en la ciudad, además Bogotá a comparación de otras ciudades se consolida que la capital colombiana es la ciudad del país con un mayor índice de uso de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Con base a la ingeniera industrial como rama de la ingeniería que se ocupa del desarrollo, mejora, implantación y evaluación de sistemas integrados de gente, riqueza, conocimientos e información, se caracteriza como base fundamental del diseño de la red, usando como soporte áreas a fines del nivel educativo superior que contribuyan al diseño y el desarrollo de la misma.

²⁶ KUMAR, RAJ, Closed Loop Suplly Chain Management and Reverse Logistics, International Research Publication House, 2013, 455-468 p.

²⁷ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 Febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

3. DISEÑO METODOLÓGICO

La propuesta de investigación se enmarca como proyecto de innovación de tipología de proyectos de carácter científico, tecnología e innovación, según Colciencias, a continuación, en el marco metodológico se muestran las fases por medio de las cuales se busca dar desarrollo al objetivo general de la propuesta al igual que a los objetivos específicos que dan apoyo al cumplimiento del general, se definirán las actividades que se desarrollaran en cada una de las fases para poder realizar el diseño de la red. ²⁸

3.1 FASE EXPLORATORIA

En esta primera fase es importante identificar las herramientas y los recursos a utilizar para la obtención de la información y su respectivo diseño o estructura, con base a estas herramientas se buscará obtener la información pertinente y actual relacionada con el tratamiento de RAEE y lo existente de Redes de valor de ciclo cerrado. Se construirá el marco referencial para el desarrollo del proyecto para ser claros y puntuales con los términos que se van a usar

Dentro de esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Revisar información de artículos, revistas y publicaciones sobre gestión de RAEE
- Revisar información sobre redes de valor de ciclo cerrado, para contextualizar y tener un buen dominio para su posterior aplicación en el diseño de la red
- Realizar las entrevistas y la aplicación de los métodos seleccionados en cuanto a AEE, RAEE y Red de valor de ciclo cerrado en la Ciudad de Bogotá
- Identificar que programas o iniciativas se han desarrollado en cuanto el tema de tratamientos de Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

3.2 FASE DESCRIPTIVA

En esta fase, en base a la información recolectada en la fase exploratoria, se describirá el sector de los AEE y la forma en que se le da el manejo a los RAEE, el establecerá el funcionamiento de las redes de valor de ciclo cerrado existentes y a su vez se describirán la participación de los diferentes actuantes de la red de valor con el fin de establecer responsabilidades y roles en el diseño de la red, además en esta fase se definirán los constructos y se establecerán características fundamentales para la fase de diseño.

²⁸ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, COLCIENCIAS. Tipología de Proyectos de Carácter Científico, Tecnológico e innovación, 2011, p5

Dentro de esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Analizar toda la información obtenida y las variables que se presentan aplicando métodos de divergencia de los datos obtenidos
- Analizar e identificar cuáles serían los actuantes reales de la red de valor de ciclo cerrado que interactúan en el manejo de los RAEE tipo tres y cuáles serían sus aportes al diseño
- Definir el método o practicas más común y viable para la gestión de los RAEE y como se puede integrar este método con el diseño de la RED

3.3 FASE DE DISEÑO

Durante la fase de diseño se realizará la articulación de las fases de exploración y la fase descriptiva, para poder realizar el diseño y la aplicación del modelo. Se utilizarán los mecanismos y las herramientas necesarias para diseñar todo el modelo de la red de tal manera que se dé cumplimiento al objetivo general propuesto. Se realizará el diseño de la red de valor de ciclo cerrado para los RAEE tipo tres en Bogotá, la red será diseñada bajo los parámetros y las características adecuadas que relaciones los diferentes actuantes de la red y la retroalimentación de la misma.

Durante el desarrollo de esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Identificar y describir las responsabilidades de cada uno de los actuantes de la red
- Establecer el modelo y el mejor diseño que se acople a las características del sector y de la ciudad de Bogotá
- Diseño y estructura del modelo de la Red de Ciclo Cerrado para los RAEE tipo III en Bogotá.

4. MARCO REFERENCIAL

En el siguiente marco se presentará toda la información sobre conceptos, teorías, Referentes históricos y legales que se consideran necesarios para el desarrollo de la investigación.

4.1 MARCO CONCEPTUAL

Se desarrollaran los diferentes conceptos que ayuden al entendimiento del problema y desarrollo del proyecto, así mismo las palabras que se consideran claves para la evaluación y explicación de los temas, los cuadros están adaptas y actualizadas según el recorrido ya realizado por las tesis citadas a continuación frente a estos conceptos y generando un aporte a cada una de estas dando los factores claves de cada definición según el autor.

4.1.1 Red de Valor. En el cuadro 1 se muestran los significados que se le han dado a la Red de Valor por diferentes autores, según el principal aporte de cada autor la Red de Valor permite un flujo hacia adelante y hacia atrás que gestiona y planifica las actividades de obtención, adquisición, conversación y logística que se da en las relaciones entre empresas aplicando la colaboración entre las organizaciones interdependientes y unidades de negocio como los proveedores, compras, marketing y demás sistemas involucrados que buscan la satisfacción de los clientes finales como objetivo común²⁹.

Cuadro 1. Definiciones Red de Valor

Autor	Año	Definición	Principal Aporte
STOCK Y BOYER	2009	Definido como la gestión de la red de relaciones entre la empresa, organizaciones interdependientes y unidades de negocios como los proveedores, compras, instalaciones de producción, logística, marketing y demás sistemas involucrados, todos ellos permiten el flujo hacia adelante y hace atrás de materiales, servicios, finanzas y la información, se afirma que la maximización de la rentabilidad se da a través de procesos eficientes y continua satisfacción del cliente.	Las redes de valor permiten un flujo hacia adelante y hacia atrás (Proveedores -Clientes).

²⁹ PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

Cuadro 2. (Continuación)

Autor	Año	Definición	Principal Aporte
COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS	2011	Es la planificación y gestión de todas las actividades de obtención, adquisición, conversión y logística, teniendo en cuenta la coordinación y colaboración con los socios de canal como lo son los proveedores, intermediarios, proveedores de servicios y clientes, en esencia, la gestión de la cadena integra la oferta y demanda dentro y fuera de la empresa.	Las redes de valor tienen en cuenta la coordinación y colaboración.
GARTNER	2013	Afirma que todos los procesos que permiten la creación y cumplimiento de la demanda de bienes y servicios se dan a partir de una comunidad de socios comerciales que buscan la satisfacción de los clientes finales como objetivo común.	Las redes de valor busca la satisfacción de los clientes.

Fuente: elaboración propia, con base en. PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

4.1.2 Red de valor inversa. Según lo planteado en el cuadro 2, el concepto de Red de Valor Inversa según el principal aporte de Lambert & Cooper, y Christopher se define como la gestión de la cadena de suministro en donde actividades relacionadas con las devoluciones, gatekeeping y la logística inversa son administradas con el soporte de miembros claves pertenecientes a la cadena de suministro, que permite minimizar el uso de los recursos³⁰.

³⁰ PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

Cuadro 3. Definiciones Red de Valor Inversa

Autor	Año	Definición	Principal Aporte
DOUGLAS M. LAMBERT & MARTHA C. COOPER	2000	Lo definen como la gestión de la cadena de suministro, en la cual las actividades relacionadas a las devoluciones, logística inversa, gatekeeping y otros, son administradas en la organización con el soporte de los miembros claves pertenecientes a la cadena de suministro.	Actividades de devolución, gatekeeping, soporte de miembros claves.
CHRISTOPHER	2011	En primera instancia resalta la importancia de cadenas de suministro de “circuito cerrado”, en donde se logra una mayor gestión de la reutilización y el reciclado. La red de valor inversa la define como el soporte que permite minimizar el uso de los recursos.	Soporte que minimiza el uso de los recursos.

Fuente: elaboración propia, con base en. PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

4.1.3 Red de Valor de Ciclo Cerrado. La Red de Valor es un conjunto de actividades que incluyen compras, fabricación, logística, distribución, marketing, que cumplen la función de ofrecer valor al cliente final (Turan Paksoy, 2011). El enfoque de desarrollo sostenible y economía verde que ha venido creciendo en los últimos años, han hecho mirar horizontes nuevos, se han utilizado conceptos como Green Supply Chain Management (GrSCM), Closed Loop Supply Chain Management (CLSCM), Reverse Supply Chain Management (RSCM), etc. (Aleš Groznik y Jure Erjavec). Las Redes de Valor verde han “causado que las organizaciones consideren las Redes de Valor de Ciclo cerrado”, para lograr una fabricación amigable con el medio ambiente, dando así una ventaja competitiva y generar mayores ganancias”³¹.

Se define como Red de Valor de Ciclo Cerrado como "un ciclo cerrado que incorpora flujos tradicionales de logística hacia adelante con canales de logística invertidos"

³¹ PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

(Jayaraman et al., 1999). Da la gestión de la cadena de suministro de ciclo cerrado como el diseño, control y operación de un sistema para maximizar la creación de valor a largo de todo el ciclo de vida de un producto con la recuperación, dando una gestión de retornos (Kumar, 2013).

4.1.4 Logística. Los datos obtenidos en el cuadro 3 definen el concepto de logística y según los elementos claves como todas las actividades que gestionan estratégicamente la adquisición, el movimiento y almacenamiento de materias, piezas e inventario terminado, su empaque y su distribución, así como la información relacionada, desde el origen hasta el punto de consumo y así satisfacer los requerimientos del cliente y aumentar la rentabilidad de la organización³².

Cuadro 4. Definiciones de Logística

Concepto	Año	Definición	Principal Aporte
LOGÍSTICA	2002	“Una función operativa importante que comprende todas las actividades necesarias para la obtención y administración de materias primas y componentes, así como el manejo de los productos terminados, su empaque y su distribución a los clientes” (LAMB, Charles, HAIR, Joseph y McDANIEL, Carl. Marketing)	Administración de materias primas y componentes.

³² PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

Cuadro 5. (Continuación)

Concepto	Año	Definición	Principal Aporte
	2004	“La logística es la parte del proceso de la cadena de suministro que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes” (BALLOU, Ronald H.)	Planea y controla el flujo y almacenamiento s eficientes y efectivos.
	2011	“La logística es el proceso de gestionar estratégicamente la adquisición, el movimiento y almacenamiento de materiales, piezas e inventario terminado (y la relacionada a flujos de información) a través de la organización y sus canales de comercialización de tal manera que la rentabilidad actual y futura se maximicen a través del cumplimiento rentable de órdenes” (CHRISTOPHER, Martin.)	Es el proceso de gestionar estratégicamente, para aumentar la rentabilidad.

Fuente: elaboración propia, con base en. PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

4.1.5 Logística Verde. Existen parámetros en los cuales se puede llegar a confundir la logística verde con la logística inversa, se dan unos elementos de diferenciación entre estos. Ambos procesos intervienen y se dan en el desarrollo de un sistema inverso, los dos conceptos tienen enfoques interdependientes. La logística verde esta llevada a un enfoque totalmente ambiental y ecologista, en los cuales se busca que en los procesos se utilicen materias, métodos y procesos que sean amigables con el medio ambiente, y así poder disminuir el impacto que estos tienen en la tierra, y esto se ve directamente relacionado con la logística tradicional. Y más allá se encuentra la logística inversa la cual se enfoca directamente en la gestión de todas las actividades del flujo inverso. Estos dos conceptos dan el desarrollo a las actividades inversas que tienen como fin tratar de minimizar su impacto con el ambiente.

4.1.6 Logística Inversa. Basado en los principales aportes de los tres autores que definen Logística Inversa en el cuadro 4, se puede definir como el proceso de planificar, implementar y controlar eficientemente los flujos, con el propósito de capturar valor moviendo bienes de su destino final típico a otro punto y así maximizar el aprovechamiento de su valor y tener un uso sostenible³³.

Cuadro 6. Definiciones de Logística Inversa

Concepto	Año	Definición	Principal Aporte
LOGÍSTICA INVERSA	1998	“Es el proceso de mover bienes de su destino final típico a otro punto, con el propósito de capturar valor que de otra manera no estaría disponible, para la disposición apropiada de los productos”. (Reverse Logistic Executive Council)	La logística inversa tiene el propósito de capturar valor, moviendo bienes de su final típico a otro punto.
	1998	“El proceso de planificar, implementar y controlar eficientemente el flujo efectivo de materias primas, inventario semi-procesado, bienes terminados e información referida a estos, desde el punto de consumo al punto de origen, con la finalidad de obtener valor o su correcta descomposición” (ROGERS, Dale S. y TIBBEN-LEMBKE, Ronald S)	Es el proceso de planificar, implementar y controlar eficientemente el flujo.
	2012	“La logística inversa abarca el conjunto de actividades logísticas de recogida, desmontaje y desmembramiento de productos ya usados o sus componentes, así como de materiales de distinto tipo y naturaleza con el objeto de maximizar el aprovechamiento de su valor, en sentido amplio de su uso sostenible y, en último caso, su destrucción” (CABEZA, Domingo)	La logística inversa tiene como objeto maximizar el aprovechamiento de su valor y tener un uso sostenible.

Fuente: elaboración propia, con base en. PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

³³ PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

4.1.7 Logística Integral. Los factores claves de los tres autores que definieron en el cuadro 5 Logística Integral, la definen como el proceso de planificar, implementar y controlar con eficiencia los flujos, todos aquellos movimientos externos e internos y los de entrada y salida que incrementan los niveles de servicio al cliente y minimizando los costos y tiene como objetivo la satisfacción de las necesidades de bienes o servicios de un cliente³⁴.

Cuadro 7. Definiciones de Logística Integral

Concepto	Año	Definición	Principal Aporte
LOGÍSTICA INTEGRAL	2007	“El proceso de planificación, implementación y control eficiente del flujo efectivo de costes y almacenaje de materiales, inventanados en curso y productos terminados, así como la información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el fin de atender a las necesidades del cliente” (ANAYA TEJERO, Julio Juan.)	Proceso de planificar, implementar y controlar con eficiencia los flujos.
	2009	“La Logística Integral es el conjunto de técnicas y medios destinados a gestionar los flujos de materiales e información, siendo su objetivo fundamental la satisfacción de las necesidades en bienes y servicios de un cliente y mercado, en calidad, cantidad, lugar y momento; maximizando la satisfacción del cliente y la flexibilidad de respuesta, y minimizando los tiempos de respuesta y los costos” (QUIMNET)	Tiene como objetivo la satisfacción de las necesidades de bienes o servicios de un cliente.

³⁴ PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

Cuadro 8. (Continuación)

Concepto	Año	Definición	Principal Aporte
	2009	“En general, la logística integral se refiere a los procesos que facilitan el flujo de bienes y servicios desde el punto de origen al de consumo, vinculando los movimientos externos e internos y los de entrada y salida, es decir teniendo en cuenta a los proveedores de materias y de insumos, a fabricantes y a la cadena de distribución, con el fin de satisfacer los requerimientos del cliente o consumidor final. El propósito de la gestión logística será incrementar los niveles de servicio a los clientes y minimizar los costos” (OLAYA CRUZ, Martha Isabel)	Movimientos externos e internos y los de entrada y salida, incrementando los niveles de servicio al cliente y minimizando los costos.

Fuente: elaboración propia, con base en. PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

4.1.8 AEE. Los aparatos eléctricos y electrónicos se pueden definir como “todos los aparatos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, así como los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes”. Pueden ser distribuidos por personas naturales o jurídicas, ya sea de forma minorista o mayorista para la comercialización de estos aparatos eléctricos y electrónicos. Según la Directiva 2012/19/UE de la Unión Europea (Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2012), a los AEE se le define como “Todos los aparatos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos y que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1.000 voltios en corriente alterna y 1.500 voltios en corriente continua” (Política Nacional RAEE). Al igual esta directiva también llama a los Aparatos Eléctricos y Electrónicos como “todos los aparatos eléctricos y electrónicos que pasan a ser residuos” (Política Nacional RAEE), es decir se convierten en los RAEE.

Los AEE están compuestos por materiales y piezas de diferentes composiciones, como son metálicas, plástico variado, carcasas de pasticos, metal, tarjetas de

circuitos impresos, tubos de rayos catódicos, pantallas de cristal líquido, cables, pilas, baterías, componentes eléctricos y electrónicos, diferentes fluidos, cauchos, motores eléctricos entre otros. Estas están hechas de materiales como son metales, polímeros, vidrios y otros.

4.1.9 RAEE. Los RAEE pueden definirse según los factores claves de cada autor citado en el cuadro 6 como los Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos que pasan a ser residuos, que ya no son de satisfacción para el usuario y son reacondicionados para otros consumidores de distintas maneras, son dispositivo que utilizan suministro de energía eléctrica, el cual se desprende de su poseedor o comprador inicial³⁵.

Cuadro 9. Definiciones de RAEE

Organizaciones	Definición	Principal Aporte
Directiva RAEE de la Unión Europea	“Todos los aparatos eléctricos o electrónicos que pasan a ser residuos; comprendiendo todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento que se desecha”. Se define residuo como “cualquier objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales vigentes”.	Cualquier objeto del cual se desprenda su poseedor.
Red de Acción de Basilea (BAN)	“e-waste incluye una amplia y creciente gama de aparatos electrónicos que van desde aparatos domésticos voluminosos, como refrigeradores, teléfonos celulares, equipos de sonidos, hasta computadores.	Aparatos eléctricos y electrónicos.
OECD (2001)	“Cualquier dispositivo que utilice un suministro de energía eléctrica, que haya alcanzado el fin de su vida útil”	Dispositivo que utilice suministro de energía eléctrica.

³⁵ PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

Cuadro 10. (Continuación)

Organizaciones	Definición	Principal Aporte
STEP (2005)	El termino residuos electrónicos se refiere a la cadena de suministro inversa que recupera productos que ya no son de satisfacción para el usuario y son reacondicionados para otros consumidores en distintas maneras, en ocasiones reciclándolos o simplemente dándoles una buena disposición final.	Productos que ya no son de satisfacción para el usuario y son reacondicionados para otros consumidores de distintas maneras.

Fuente: elaboración propia, con base en. PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

4.2 MARCO TEÓRICO

Basándonos en los conceptos obtenidos y realizando el correspondiente análisis a cada uno de los conceptos, se definen los conceptos teóricos que permitirán el desarrollo del proyecto, este marco permite el cumplimiento y la alineación con los objetivos planteados. Se desarrollarán los conceptos como AEE, RAEE, Red de Valor, Logística Inversa y Logística Verde.

4.2.1 AEE. De acuerdo con la directiva 2012/19UE de la Unión Europea (), los aparatos eléctricos y electrónicos o AEE se definen como todos los Aparatos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos y que están destinados a utilizarse con una tensión nominal o superior a 1000 voltios en corriente alterna y 1500 voltios en corriente continua.³⁶

Para un mayor entendimiento del término y su categorización según la iniciativa de Solving The E-Waste Problem (esta es una iniciativa internacional integrada por fabricantes, recicladores, académicos, gobiernos y otras organizaciones comprometidas con la solución de problemas de los residuos electrónicos en el mundo) ha definido a los AEE como cualquier aparato de casa o negocio con circuitos o componentes electicos y con fuente de alimentación o baterías.³⁷

³⁶ PARLAMENTO EUROPEO, Directive 2012/19/UE. Definición de RAEE, 2012, disponible en http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/contenido_2_1_1.html

³⁷ STEP, Solving the E.waste Problem, Projects. June 2014

En Colombia la Ley 1672 de 2013 (Congreso de la República de Colombia) define los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) como todos aquellos aparatos que para funcionar necesiten corriente eléctrica o campos electromagnéticos, así como los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir dichas corrientes.³⁸

De esta manera y teniendo claro el concepto de AEE, se plasma una categorización de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos, dicha categorización que más comúnmente se utiliza desde la percepción de su comercialización y está directamente relacionada con los Electrodomésticos, los cuales son aquellos que sirven para realizar tareas domésticas o tareas del hogar. Esta categoría son las líneas blancas, marrón, gris y los pequeños electrodomésticos.³⁹

Esta primera categorización basada en líneas Blancas, marrón, gris y pequeños electrodomésticos está reflejada en el siguiente cuadro

Cuadro 11. Categorización de los AEE por Líneas

Línea Blanca	Incluye los electrodomésticos que sirven para la cocina, el lavado, la refrigeración y la ventilación.
Línea marrón	Comprende una parte de la electrónica de consumo que engloba todos los equipos electrónicos utilizados cotidianamente para el entretenimiento, las comunicaciones y la oficina. En esta categoría se encuentran: televisores, equipos reproductores y grabadores de sonido y de video.
Línea Gris	Hace referencia a los equipos y aparatos de la gama de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones (TIC) e incluye las computadoras, impresoras, copiadoras, celulares y periféricos.
Pequeños Electrodomésticos	Pertencen a esta línea los electrodomésticos menores que son utilizados en las cocinas, además de otros que se usan para el cuidado personal.

Fuente: elaboración propia, con base en. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

³⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 Febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/contenido_2_1_1.html

³⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 Febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

Otra manera de identificar la categorización de los AEE es la forma en como lo clasifica la Unión Europea de dos formas, la primera la cual es distinguida en el sector por ser la más vigente desde el 2003 y definida por la directiva 2002/96/CE (Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2003) que categoriza a los AEE en 10 categorías según su tipología y la segunda clasificación definida por la Directiva de la Unión Europea 2012/19/UE, que iniciara su vigencia a partir del 15 de Agosto de 2018. En la siguiente imagen y cuadro se podrán identificar la primera categorización según la UE.

Figura 1. Categorización de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)



Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Consultado: 18 Febrero 2018]. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/contenido_2_1_2.html

La descripción de cada una de las anteriores categorías se identifica con mayor puntualidad y caracterización en el siguiente cuadro donde se puede observar las diez categorías, los AEE típicos agrupados en cada una de ellas y su equivalencia con la clasificación común

Cuadro 12. Categorización de los (AEE) en la UE

	AEE considerados en la categoría	Clasificación común
1. Grandes electrodomésticos	Lavadoras, secadoras, neveras, refrigeradores, equipos de aire acondicionado y calefacción, ventiladores, cocinas, hornos eléctricos, hornos microondas, etc.	Electrodomésticos grandes de la línea blanca
2. Pequeños electrodomésticos	Planchas, aspiradoras, cafeteras, tostadoras, cuchillos eléctricos, máquinas de afeitar, secadoras de cabello, etc.	Electrodomésticos pequeños de la línea blanca
3. Equipos de informática y telecomunicaciones	Computadores de escritorio, computadores portátiles, teléfonos fijos y celulares, agendas electrónicas, máquinas de escribir eléctricas y electrónicas, máquinas de fax, fotocopiadoras, impresoras, calculadoras, etc.	Electrodomésticos de la línea gris
4. Aparatos electrónicos de consumo y panel fotovoltaicos	Radios, televisores, reproductores de VCR/DVD/CD, cámaras de video, instrumentos musicales, amplificadores de sonido, etc.	Electrónica de consumo de la línea marrón
5. Aparatos de alumbrado	Bombillas fluorescentes rectas, circulares y compactas, lámparas de sodio y haluros metálicos, luminarias (excepto las bombillas incandescentes).	
6. Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura)	Taladros, sierras, máquinas de coser, máquinas para torneear, aserrar, pulir, cortar, atornillar, soldar, rociar, cortar el césped y jardinería, etc. (excepto las grandes máquinas industriales fijas).	
7. Juguetes o equipos deportivos y de ocio	Trenes eléctricos o carros de carreras, consolas portátiles, videojuegos, máquinas tragamonedas, material deportivo con componentes electrónicos, etc.	

Cuadro 13. (Continuación)

	AEE considerados en la categoría	Clasificación común
8. Aparatos médicos (con excepción de todos los productos implantados e infectados)	Equipos de laboratorio y para radioterapia; equipos de cardiología, diálisis, ventilación pulmonar, medicina nuclear, aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro, etc.	
9. Instrumentos de vigilancia y control	Detectores de fuego, termostatos, reguladores de calefacción, aparatos de medición, pesaje y reglaje para el hogar o laboratorios, otros instrumentos de control, etc.	
10. Máquinas expendedoras Máquinas expendedoras de productos sólidos, bebidas frías y calientes, y dinero.	Máquinas expendedoras de productos sólidos, bebidas frías y calientes, y dinero.	

Fuente: PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (2003), adaptación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia. [Consultado: 07 Marzo 2018]. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

Actualmente para el año 2018 la reciente Directiva 2012/19/UE reagrupa las diez categorías de los AEE de la anterior directiva en solo seis teniendo en cuenta el tamaño de los aparatos y las corrientes típicas de la recolección de los RAEE, así: grandes y pequeños aparatos, aparatos de intercambio de calor, aparatos de las TIC, monitores, pantallas y lámparas.⁴⁰

En el siguiente cuadro podemos identificar la nueva re categorización y su reagrupación en sus seis categorías:

⁴⁰ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 Febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

Cuadro 14. Nueva Recategorización de los AEE

	AEE considerados en la categoría	Equivalencia con la Directiva 2002
1. Aparatos de intercambio de temperatura	Neveras, congeladores, aparatos que suministran automáticamente productos fríos, aparatos de aire acondicionado, equipos de deshumidificación, bombas de calor, radiadores de aceite y otros aparatos de intercambio de temperatura que utilicen fluidos diferentes al agua.	Grandes electrodomésticos únicamente de refrigeración y calefacción).
2. Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas de superficie superior a los 100 cm ²	Pantallas, televisores, marcos digitales para fotos con tecnología LCD, monitores, computadores portátiles, incluidos los de tipo notebook y tabletas.	Equipos de informática y telecomunicaciones (únicamente equipos de informática con pantallas de tamaño superior a 100 cm ²).
3. Lámparas	Lámparas fluorescentes rectas, fluorescentes compactas y fluorescentes; lámparas de descarga de alta intensidad,	Incluidas las de sodio de presión y las de haluros metálicos; lámparas de sodio de baja presión y lámparas LED. Aparatos de alumbrado excepto las luminarias.

Cuadro 15. (Continuación)

	AEE considerados en la categoría	Equivalencia con la Directiva 2002
4. Grandes aparatos (con una dimensión exterior superior a 50 cm)	Lavadoras, secadoras, lavavajillas, cocinas, cocinas y hornos eléctricos, hornillos eléctricos, placas de calor eléctricas, luminarias; aparatos de reproducción de sonido o imagen, equipos de música (excepto los órganos de tubo instalados en iglesias), máquinas de hacer punto y tejer, grandes ordenadores, grandes impresoras, copiadoras, grandes máquinas tragamonedas, productos sanitarios de grandes dimensiones, grandes instrumentos de vigilancia y control, grandes aparatos que suministran productos y dinero automáticamente, paneles fotovoltaicos.	Grandes equipos (con una dimensión exterior superior a 50 cm) de todas las categorías excepto los equipos de refrigeración y calefacción y las lámparas.
5. Pequeños aparatos (sin ninguna dimensión exterior superior a 50 cm)	Aspiradoras, máquinas de coser, luminarias, hornos microondas, aparatos de ventilación, planchas, tostadoras, cuchillos eléctricos, hervidores eléctricos, relojes, maquinillas de afeitar eléctricas, básculas, aparatos para el cuidado del pelo y el cuerpo, calculadoras, aparatos de radio, videocámaras, aparatos de grabación de vídeo, cadenas de alta fidelidad, instrumentos musicales, aparatos de reproducción de sonido o imagen, juguetes eléctricos y electrónicos, artículos deportivos, ordenadores para practicar ciclismo, submarinismo, carreras, remo, etc., detectores de humo, reguladores de calefacción, termostatos, pequeñas herramientas eléctricas y electrónicas, pequeños productos sanitarios, pequeños instrumentos de vigilancia y control, pequeños aparatos que suministran productos automáticamente, pequeños aparatos con paneles fotovoltaicos integrados.	Pequeños equipos (sin una dimensión exterior superior a 50 cm) de todas las categorías excepto las lámparas.

Cuadro 16. (Continuación)

	AEE considerados en la categoría	Equivalencia con la Directiva 2002
6. Aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños (sin ninguna dimensión exterior superior a los 50 cm)	Teléfonos móviles, GPS, calculadoras de bolsillo, encaminadores, ordenadores personales, impresoras, teléfonos.	Equipos de informática y telecomunicaciones (con pantalla menor a 100 cm ² o dimensión exterior menor a 50 cm).

Fuente: elaboración propia, con base en. el MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA . [Consultado: 07 Febrero 2018]. http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/contenido_2_1_2.html

En la clasificación de los AEE se podría concluir que el cambio fundamental en la versión actual respecto a la de 2002 es que en la primera se generaba una agrupación basada en el Aparato como tal, mientras que en esta nueva categorización o agrupación se basa en el punto de vista de la gestión del Residuo del Aparato (RAEE)

4.2.2 RAEE. Los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos son todos aquellos artículos de todos los tipos de aparatos eléctricos y electrónicos y sus partes que han sido descartados por los propietarios como un residuo sin intención de reutilizarlo.⁴¹

Según la directiva de la Unión Europea del 2002 los RAEE se dividen en las siguientes 10 categorías:

Cuadro 17. Categorización de los RAEE

N°	Categoría	Ejemplos
1	Grandes Electrodomésticos	Neveras, congeladores, lavadoras, lavaplatos, etc.
2	Pequeños Electrodomésticos	Aspiradoras, planchas, secadores de pelo, etc.
3	Equipos de Informática y Telecomunicaciones	Procesadoras de datos centralizados (minicomputadoras, impresoras), y elementos de computación personal, etc.
4	Aparatos Electrónicos de Consumo	Aparatos de radio, televisores, cámaras de video, etc.

⁴¹ STEP, Solving the E.waste Problem, Projects. June 2014

Cuadro 18. (Continuación)

N°	Categoría	Ejemplos
5	Aparatos de Alumbrado	Luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad. Etc.
6	Herramientas Eléctricas y Electrónicas	Taladros, sierras y máquinas de coser.
7	Juguetes y Equipos Deportivos y de Tiempo Libre	Trenes y carros eléctricos, consolas de video y juegos de video.
8	Aparatos Médicos	Aparatos de Radio terapia, cardiología, diálisis, etc.
9	Instrumentos de Medida y Control	Termostatos, detectores de humo o reguladores de calor.
10	Máquinas Exendedoras	Máquinas Exendedoras de bebidas calientes, botellas, latas o productos sólidos.

Fuente: elaboración propia, con base en. el MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Consultado: 18 Febrero 2018]. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/contenido_2_1_2.html

De igual manera como en general las categorizaciones de los RAEE se hicieron desde la perspectiva de la producción o del consumo, ellas no hacen mucho sentido para el reciclaje, teniendo en cuenta los diferentes criterios importantes para el reciclaje se presenta la siguiente clasificación.

Cuadro 19. Categorías desde la perspectiva del Reciclaje

	Categorías	Ejemplos	Justificación
1	Aparatos que contienen refrigerantes	Neveras, congeladores, otros que contengan refrigerantes	Requieren de un transporte seguro (sin roturas) y el consecuente tratamiento individual
2	Electrodomésticos grandes y medianos (menos equipos de la categoría 1)	Todos los demás electrodomésticos grandes y medianos	Contienen en gran parte diferentes metales y plásticos que pueden ser manejados según los estándares actuales
3	Equipos de Iluminación	Tubos Fluorescentes, bombillos	Requieren procesos especiales de reciclaje o valorización.
4	Aparatos con monitores y pantallas	Televisores, monitores TRC, Monitores LCD	Los tubos de rayos catódicos requieren un transporte seguro (sin roturas) y el consecuente

Cuadro 20. (Continuación)

	Categorías	Ejemplos	Justificación
5	Otros Aparatos eléctricos y electrónicos	Equipos de informática, oficina, electrónicos de consumo, electrodomésticos de la línea marrón	Están compuestos en principio de los mismos materiales y componentes y por ende requieren un tratamiento de reciclaje o valorización muy semejante

Fuente: elaboración propia, con base en. el MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Consultado: 18 Febrero 2018]. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/contenido_2_1_2.html

Red de Valor. Una red de valor es un sistema de valor coordinado y administrado, comprende iniciativas y actividades desarrolladas intencionadamente por un grupo limitado de actores que conforma esta red (Proveedores, Productores, Distribuidores y clientes) con un propósito específico, es un sistema de información entre las cadenas de valor de los diferentes componentes, que mejoran la competitividad en toda la red al dar a las empresas la oportunidad de trabajar de manera coordinada y más eficiente con sus socios de valor. 42

Es de suma importancia identificar la diferencia entre sistema de operación enmarcado por una red y las características que esta genera en la creación de valor de operaciones. En el siguiente cuadro se identifican algunas de las características más relevantes que presenta la red de valor cuando funciona en el sistema.

Cuadro 21. Características más relevantes de una red de valor

Orientación	Sin red de valor	Red de valor
Enfoque de actividades	Desde la oferta	Desde la demanda
Información de mercado	No se comparte información de mercado	Se comparte información de mercado
Eficiencia	Eficiencia de la unidad de negocio	Eficiencia de la red
Toma de decisiones de mercado	Independencia en la toma de decisiones	Interdependencia en la toma de decisiones
Base de negociaciones empresariales	Costo/precio	Actividades de valor
Generación de valor	Concentración del valor	Distribución del valor generado a lo largo de la red

⁴² LOPEZ, Luis Angel, Redes de Agronegocios, Jan 2019, disponible en <https://sites.google.com/site/redesdeagronegocios/redes-de-valor/-que-es-una-red-de-valor>

Cuadro 22. (Continuación)

Orientación	Sin red de valor	Red de valor
Competitividad	Competitividad a nivel de las empresas	Competitividad de la red
Ventaja competitiva	Erosión de la ventaja competitiva por la rivalidad	Construcción de una ventaja competitiva sostenible
Cooperación	Los actores participantes se ven en posiciones antagónicas	Los actores participantes se ven como socios de negocio
Respuestas a cambios en el entorno	Lenta	Rápida
Apoyos públicos	Dispersión de los apoyos, menor eficiencia.	Orientados, mayor eficiencia
Innovación y transferencia de tecnología	Concentrada, lenta adopción tecnológicas, por imitación	Fomenta la innovación y transferencia de tecnología

Fuente: elaboración propia, con base en. Espacio para el desarrollo y fomento de redes de agro negocios competitivas, 2012. Disponible en: <https://sites.google.com/site/redesdeagronegocios/home?overridemobile=true>

En dicha red de valor se logran identificar las actividades que realizan cada uno de los actuantes de la red y sus relaciones con los demás, estas relaciones y el flujo de información entre los actuantes facilitan las operaciones y el logro conjunto del objetivo global de la red.

Dentro de la red de valor, se habla de una visión compartida, lo cual ayuda a generar vínculos más fuertes entre los actuantes y que el flujo de información contribuya a generar un buen perfil con el cual se identificara la red.

Es importante identificar la composición y la manera en la que está compuesta la red de valor, para así reconocer todos sus actuantes, como es la manera en la que fluye información, material, productos etc.

Una red de valor involucra las relaciones que posee una empresa focal, aguas arriba y aguas abajo, en donde se identifica todos los agentes o actores que pertenecen a la red, también se identifica dentro de la red de valor algunas dimensiones como lo son una estructura horizontal, una estructura vertical y una compañía focal.

4.2.3 Logística Inversa. Si se busca la definición del concepto de logística, se identificarán diferentes conceptos y puntos de vista que pueden ser analizados

desde diferentes perspectivas, en este caso no se analizara el concepto de logística tradicional, sino se analizara el concepto de logística inversa.

En la empresa moderna cada vez es un poco más usual identificar y observar cómo se está empezando a gestionar la recuperación de productos o materiales de los clientes, ya sea para recuperar valor o como servicios de postventa. Este proceso de retroceso o de retorno se ha denominado como la “Logística inversa”. Esta es parte de una tendencia denominada la cadena de suministro inversa, donde los fabricantes inteligentes están diseñando procesos eficaces para reusar sus productos.

Este tipo de logística también ha sido llamada como distribución inversa, retro logística o logística de la recuperación, sin importar el autor, se deduce que todos concuerdan con la idea de la que la logística inversa, es un proceso de movimiento de bienes desde su típico destino final, con el propósito de recuperar valor, asegurar su correcta eliminación o como simple herramienta de marketing.⁴³

Podemos entender que la logística inversa constituye un importante papel dentro de temas de logística, que engloba y abarca en general múltiples temas. Algunas de estas actividades son simplemente enmarcadas en un tema ambiental y ecológico, como en la recuperación y el reciclaje de ciertos productos, evitando el daño al medio ambiente, otras actividades pueden ser mejoras en los procesos productivos y de abastecimiento, así como mayores beneficios.

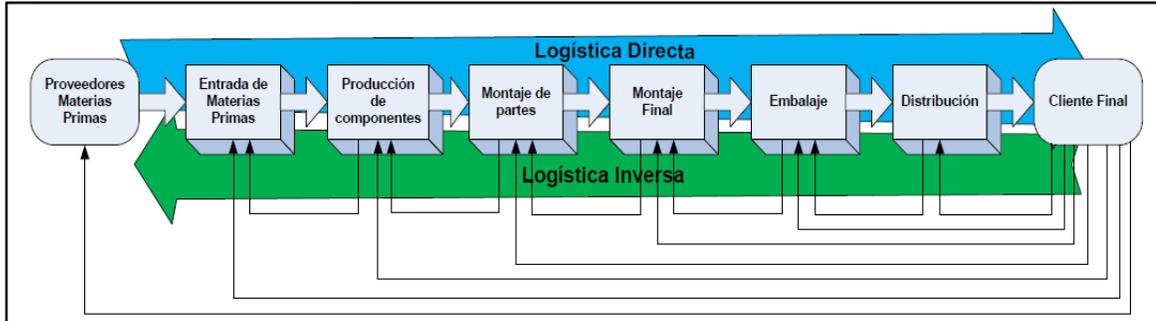
Algunas de estas operaciones son los procesos de retorno de los excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos, inventarios sobrantes de demandas estacionales y algunas actividades de retirada, selección, clasificación, reacondicionamiento y reenvió al punto de venta o a otros mercados secundarios.

Mediante la logística inversa, cuando un producto se ha devuelto a la empresa, ya se trate de una devolución dentro del tiempo o periodo de garantía, o de un producto al final de su vida útil, la empresa dispone de diversas formas de gestionarlo con vistas a recuperar parte de su valor.

En la siguiente imagen se identifica y se puede observar los diferentes tipos y maneras de flujo hacia atrás o aguas arriba, llegando a generar un flujo inverso, que puede darse en cada uno de los pasos.

⁴³ OLTRA BADENES, Raúl Francisco, La logística inversa, Departamento de Organización de Empresas, Universidad Politécnica de Valencia, 2018

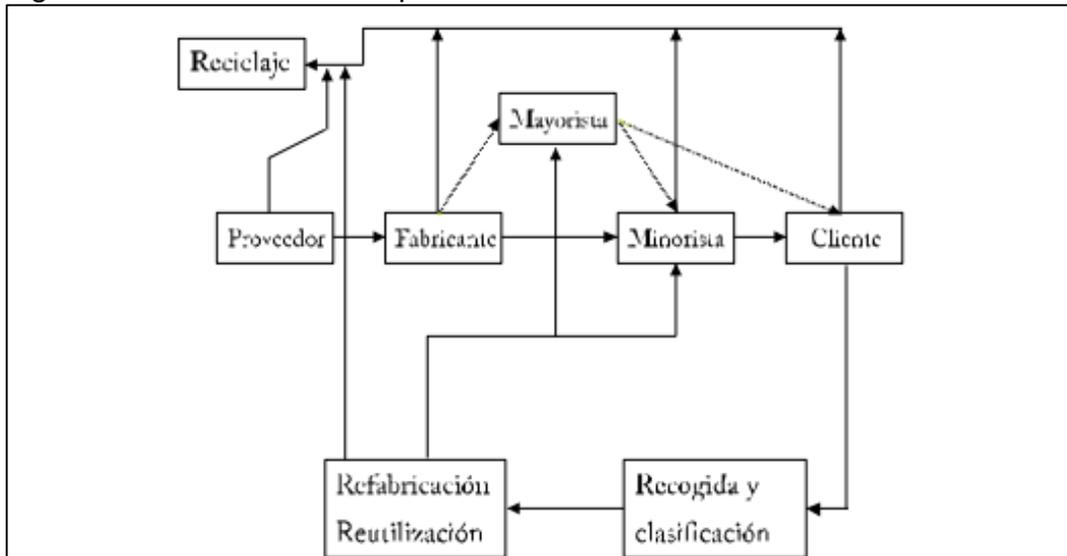
Figura 2. Flujos de la Logística Directa e Inversa



Fuente. Flujos de redes. [Consultado: 18 Febrero 2018]. <https://docplayer.es/5809187-La-logistica-inversa-concepto-y-definicion.html>

La logística reversa o inversa, como se ha expuesto anteriormente orienta el flujo de productos y materiales desde el punto de consumo (clientes hacia el punto de origen (fabricantes, proveedores) para recuperar el valor que todavía poseen dichos productos o materiales, y dar el destino adecuado a los residuos, minimizando los impactos ecológicos y financieros.⁴⁴

Figura 3. Procesos de Recuperación en la Cadena de Suministro inversa



Fuente. Flujos de redes. [Consultado: 18 Febrero 2018]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos40/logistica-reversa-residuos/logistica-reversa-residuos2.shtml>

La logística determina y coordina en forma óptima el producto correcto, el cliente correcto, el lugar correcto y el tiempo correcto. Si asumimos que el rol del mercadeo

⁴⁴ MORALES, Basilio Balli, La Logística Reversa o Inversa, Aporte al Control de Devoluciones y Residuos en la Gestión de la Cadena de Abastecimiento, 2003.

es estimular la demanda, el rol de la logística será precisamente satisfacerla. Solamente a través de un detallado análisis de la demanda en términos de nivel, locación y tiempo, es posible determinar el punto de partida para el logro del resultado final de la actividad logística, atender dicha demanda en términos de costos y efectividad. La logística no es por lo tanto una actividad funcional sino un modelo, un marco referencial; no es una función operacional, sino un mecanismo de planificación; es una manera de pensar que permitirá incluso reducir la incertidumbre en un futuro desconocido.

Las actividades claves son las siguientes:

- Servicio al cliente.
- Transporte.
- Gestión de Inventarios.
- Procesamiento de pedidos.

En conjunto estas actividades lograrán la satisfacción del cliente y a la empresa la reducción de costos, que es uno de los factores por los cuales las empresas están obligadas a enfocarse a la logística. Otros factores que intervienen en la evolución de la logística son:

- Aumento en líneas de producción.
- La eficiencia en producción, alcanzar niveles altos.
- La cadena de distribución quiere mantener cada vez menos inventarios.
- Desarrollo de sistemas de información.
- Estrategias de JIT.
- Todo esto en conjunto traerá los siguientes beneficios:
- Incrementar la competitividad y mejorar la rentabilidad de las empresas para acometer el reto de la globalización.
- Optimizar la gerencia y la gestión logística comercial nacional e internacional.
- Coordinación óptima de todos los factores que influyen en la decisión de compra: calidad, confiabilidad, precio, empaque, distribución, protección, servicio.
- Ampliación de la visión Gerencial para convertir a la logística en un modelo, un marco, un mecanismo de planificación de las actividades internas y externas de la empresa. La definición tradicional de logística afirma que el producto adquiere su valor cuando el cliente lo recibe en el tiempo y en la forma adecuada, al menor costo posible.

4.2.4 Logística Verde. Se ha determinado este tipo de logística, como aquella que se basa en la mejora del uso de los materiales logísticos, con los cual está buscando impulsar un desarrollo de la economía concentrada en materias primas,

almacenamiento, procesos y trasportes amigables con el medio ambiente, que a su vez combinados con las tácticas de clientes, empresas y estados, forman iniciativas para su implementación y un desarrollo sostenible.

Necesariamente, la logística se define como el ahorro de insumos para el almacenamiento de materias primas; al no aplicar esta estrategia se crea un impedimento para el desarrollo de los países. La logística verde lo que pretende es aprovechar al máximo los materiales que se utilizan en los almacenamientos y reutilizar los residuos que se obtienen en cada proceso, para realizar todo esto se arma de varias técnicas como la producción más limpia que ayudan a prolongar el medio ambiente y generar un desarrollo sostenible.

Actualmente la logística contribuye a la contaminación ambiental principalmente con: Transporte, Distribución, Almacenamiento, Carga y descarga, Empaquetamiento y para contribuir a la mitigación del impacto negativo al medio ambiente se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: Transporte verde, Almacenamiento verde, Carga y descarga verde, Distribución verde, Empaquetamiento verde, Recolección y dirección de información verde, Reciclaje de desecho.⁴⁵

En la actualidad las empresas no se han dado cuenta la importancia de introducir en sus procesos la logística verde; la logística como cualquier otra disciplina debe contribuir a la protección del planeta y al cuidado de la integridad del ser humano que interviene en las etapas de producción de las empresas y las que adquieren los productos terminados. La problemática se da por el poco interés que se le presta a este tipo de actividades, tanto los transportadores, como los que almacenan productos, los fabricantes de empaques o envases, no se han percatado del manejo que se le debe dar a los productos a lo largo de la cadena de suministros.

En las etapas de la construcción y entrega de productos se pueden beneficiar de la logística verde, desde el desarrollo de mejores métodos para extraer materias primas para la reducción de los desechos producidos. Los consumidores están a veces dispuestos a pagar más por productos con etiqueta verdes que indican que la empresa productora ejerce la responsabilidad ambiental y social en la elaboración del producto, lo que hace que la logística verde sea un atractivo desde una perspectiva empresarial, así como una cuestión ética.⁴⁶

⁴⁵ NAVA CHACIN, Juan Carlos & Abreu Quintero, Yoleida Josefina, Green Logistics and Circular Economics, 2012, Universidad Rafael Beloso, Venezuela, 2013

⁴⁶ Ibid p48

4.3 MARCO HISTÓRICO

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial desarrollo la Política ambiental para le gestión integral de los residuos o desechos peligrosos en el 2013 y 2017, que establece el manejo inadecuado de los residuos que pueden tener compuestos peligrosos y que disposición debe darse a estos residuos de aparatos eléctricos y electrónicos⁴⁷.

Esta ha promovido y establecido la adopción de un sistema en el cual se pueda obtener un retorno de los materiales y del valor de estos residuos, ya sea a cargo de los fabricantes y otros actuantes de la red de valor. También se tiene como antecedente que en el 2008 empezó a operar el “Proyecto Integrado de Reacondicionamiento y Reciclaje de RAEE en Colombia” que se realizó por el Instituto Federal Suizo de Ciencias de Materiales y Tecnología (EMPA) y el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnología Ambientales – CNPML de Colombia⁴⁸.

El 14 de junio de 2012 se da inicio al primer Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de residuos de Computadores y/o Periféricos de Colombia llamado eco cómputo, el cual tiene como principal objetivo lograr el manejo integral y responsable de los residuos de computadores durante las diferentes operaciones que se le dan, como es la recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento de estos residuos. Este proyecto se da por el apoyo de organizaciones como es el Instituto Federal Suizo de Ciencias de Materiales y Tecnologías, EMPA y el Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnólogas Ambientales, CNPMLTA, el cual inicio con 41 empresas del sector⁴⁹

Los primeros estudios liderados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial se dio en el 2007, para tratar algunos aspectos de la problemática dada por los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos con el apoyo de otras entidades tanto nacionales como internacionales para poder diagnosticar y estimar la cantidad de generación de algunas corrientes de los RAEE, en los cuales se incluía los computadores, teléfonos celulares, electrodomésticos, bombillas y pilas

La logística ha tenido una evolución desde el siglo VII antes de cristo la cual se define como “saber hacer cálculos o calcular”, y años más tarde se utilizó el concepto en Grecia para hacer referencia a saber “hacer algo lógico”.

⁴⁷ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

⁴⁸ *Ibíd.*

⁴⁹ TARAZONA SILVA, Jaime Leonardo; TRIVIÑO QUINTERO, Paula Alejandra. Diseño de un modelo de logística inversa para los RAEE tipo 3. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01, marzo, 2018].

La aplicación de la logística aparecen hasta el año 1670, en donde se hizo uso dentro del ejército francés en el cual se asignaban responsabilidades de satisfacción de necesidades de abastecimientos, transporte y localización según lo requerido de las tropas del ejército a una persona la cual llamaron mariscal general de logística⁵⁰.

Los bancos de estados unidos en 1835 lograron el manejo y control de manera eficiente de 25 sedes de las empresas con el soporte de tratamientos globales de los flujos de información, y nombrando en qué sede central se hace el manejo de las decisiones. La segunda guerra mundial marca un hito en el desarrollo de la logística, aquí fue donde se vio el éxito de las relaciones con el flujo de materiales, armamento, tropas e información que circulaba en el ejército y todos sus aliados. Actualmente la palabra logística se usa en un sin número de empresas y organizaciones en todo el mundo, buscando el manejo eficiente de los recursos de las áreas de la empresas, siendo así más competitivas y poder sobresalir en su industria

La logística inversa a nivel mundial está dada y enmarcada a nivel mundial en gran variedad de organizaciones que han implementado esta tipología de logística, la cual ha tenido un gran auge en países desarrollados como es Estados Unidos, Suiza y México. Este se gestiona e implementa porque permite la recuperación de los materiales que han perdido su vida útil, ya sea a lo largo de la cadena de suministro o proceso productivo o cuando ya termino su vida útil para la persona, el cual puede generar una recuperación económica de diferentes maneras y poder dar una adecuada disposición de los materiales que lo componen⁵¹.

La Red de Valor es el conjunto de actividades que incluye compras, fabricación, logística, distribución comercialización que se realizan con el objetivo de entregar un valor agregado al cliente final (Turan Paksoy, 2011). Más adelante se da el concepto de (Closed Loop Supply Chain Management (CLSCM) también denominado Red de Valor de Ciclo Cerrado, el cual con se da con el surgimiento de centrarse en el desarrollo sostenible y la economía verde que ha venido creciendo en las últimas décadas, que junto con la evolución de otros términos, como lo son logística verde, logística inversa, red de valor inversa, han dado el surgimiento a Red de Valor de Ciclo Cerrado. Se han utilizado diferentes palabras de moda, como Logística Verde (GrSCM), Red de Valor Inversa (RSCM), Logística Inversa (RL), Suministro Sostenible Cadenas (SSC), Transporte sostenible, etc. (Aleš Groznik y Jure Erjavec), los cuales han formado y establecido el concepto de Red de Valor de Ciclo Cerrado el cual controla la logística hacia atrás y hacia adelante

⁵⁰ PACHECO MORENO, Germán Camilo. Diseño de una metodología para estructurar redes de valor inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para productos fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

⁵¹ TARAZONA SILVA, Jaime Leonardo; TRIVIÑO QUINTERO, Paula Alejandra. Diseño de un modelo de logística inversa para los RAEE tipo 3. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01, marzo, 2018].

simultáneamente considerando principalmente la generación de valor de estos productos y el medio ambiente⁵²

4.4 MARCO NORMATIVO

El siguiente marco legal se encuentra en marcado en el contexto nacional e internacional y busca abarcar toda la normativa legal vigente que rige el tratamiento de Residuos de aparatos Eléctricos y Electrónicos.

La ley número 1752 del 19 de julio de 2013, por la cual se ha establecido los lineamientos para la adopción de una política pública donde se realice la debida gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y en la cual se dictan ciertas disposiciones. En esta se determina en su artículo 1°, establecer los lineamientos para la política pública de gestión integral de los RAEE generados en el territorio nacional. Los RAEE son residuos de manejo diferenciado que deben gestionarse de acuerdo con las directrices que para el efecto establezca el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

De igual manera la ley 1672 de 2013 en su artículo 8° establece las políticas que se trabajaran transversalmente con invitación a los diferentes sectores involucrados y será formulada por el Gobierno Nacional de acuerdo con los siguientes componentes:

- **Infraestructura:** se debe facilitar el desarrollo de una infraestructura que abarque los procesos de devolución, recolección y reciclaje de los RAEE. Esta infraestructura debe estar orientada principalmente a apoyar la creación de empresas de reciclaje que se dediquen a la gestión integral de los RAEE.
- **Normatividad:** desarrollar instrumentos jurídicos y legales a través de los cuales se pueda regular todo lo concierne a los RAEE y de esta misma forma como instrumento legal para exigir, de cada uno de los actores, el cumplimiento de sus responsabilidades y la garantía de todos sus derechos.
- **Tramites:** facilitar la creación y la debida formación de empresas que se puedan dedicar formalmente al reciclaje de los RAEE y al igual el facilita miento de la expedición de licencias ambientales.
- **Económico:** evidenciar instrumentos económicos y financieros que faciliten la gestión de los RAEE, todos estos instrumentos pueden venir bien sea del

⁵² KUMAR, N Raj., KUMAR, R.M Satheesh. Closed Loop Supply Chain Management and Reverse Logistic –A Literature Review. International Journal of Engineering Research and Technology. [En línea]. Volume 6, Number 4 (2013), pp 455-468. [Consultado 01 Marzo 2019]. ISSN 0974-3154. Dsponible en: <http://www.irphouse.com>

sector público, privado o de fuentes internacionales y deben ser consecuentes con la realidad económica, jurídica y social del país.

“La ley 1672 de 2013 le da el carácter de manejo diferenciado a los RAEE, prohíbe su disposición final en los rellenos sanitarios y los restringe a rellenos de seguridad, para que sean retomados por los productores de aparatos eléctricos y electrónicos, mediante sistemas de recolección y de gestión ambientalmente segura. Así, se busca que el consumidor devuelva los RAEE sin ningún costo”

Este marco legal ha sido adaptado y actualizado de (Tarazona y Triviño, 2014)

En el 2013 se radico una nueva ley para la gestión de los RAEE en la cual se estipula lo siguiente:

Cuadro 23. Ley 1672 de 2013

Norma	Fecha	Alcance	Descripción	Emitida por
Ley 1672	19 de Julio de 2013	Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones.	La presente ley tiene por objeto establecer los lineamientos para la política pública de gestión integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) generados en el territorio nacional. Los RAEE son residuos de manejo diferenciado que deben gestionarse de acuerdo con las directrices que para el efecto establezca el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Congreso de la República

Fuente: elaboración propia, con base en. TARAZONA SILVA, Jaime Leonardo; TRIVIÑO QUINTERO, Paula Alejandra. Diseño de un modelo de logística inversa para los RAEE tipo 3. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01, marzo, 2018].

En base a la información recolectada se identifica diversa normatividad agrupada En el siguiente cuadro:

Cuadro 24. Marco Legal

Norma	Fecha	Alcance	Descripción de artículos	Emitida por
NTC 3205: Sistema de codificación de resinas plásticas	12 de Marzo de 1991	Guía para plásticos, sistema de codificación. Establece un sistema de codificación para los artículos de plástico.	Se definen las distintas resinas existentes como Polietileno Tereftalato-PET, Polietileno de alta densidad-PEAD, Cloruro de polivinilo-PVC, Polietileno de baja densidad-PEBD, Polipropileno-PP, Poliestireno-PS, Otros plásticos (OTHER).	INCONTEC
Ley 253	9 de Enero de 1996	Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, hecho en Basilea el 22 de marzo de 1989.	Sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligroso y su eliminación por parte de sus generadores. Considerando que un mejor control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos actuará como incentivo para su manejo ambientalmente racional y para la reducción del volumen de tales movimientos transfronterizos.	Congreso de Colombia

Cuadro 25. (Continuación)

Norma	Fecha	Alcance	Descripción de artículos	Emitida por
Decreto 1713	6 de Agosto de 2002	Relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos".	Artículo 2°. Establece normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad, y al régimen de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios.	Presidente de la República de Colombia

Cuadro 26. (Continuación)

Norma	Fecha	Alcance	Descripción de artículos	Emitida por
Decreto 1505	6 de Junio de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos.	Aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Es el proceso mediante el cual los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos.	Ministerio de Medio Ambiente

Cuadro 27. (Continuación)

Norma	Fecha	Alcance	Descripción de artículos	Emitida por
Resolución 1045	26 de Septiembre de 2003	"Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones".	Conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades, definidos por el ente territorial para la prestación del servicio de aseo, basado en la política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual se obliga a ejecutar durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Norma Técnica GTC 86.	22 de Octubre de 2003	Guía para la implementación de la gestión integral de residuos-GIR. Esta norma presenta directrices para realizar una gestión integral de residuos	Distingue las etapas de manejo como: generación, separación en la fuente, presentación diferenciada, almacenamiento, aprovechamiento, transporte, tratamiento y disposición de los residuos; todas estas actividades enmarcadas dentro de un ciclo de mejoramiento continuo.	INCONTEC

Cuadro 28. (Continuación)

Norma	Fecha	Alcance	Descripción de artículos	Emitida por
Resolución Número 0886	27 de Julio de 2004	"Por lo cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos de residuos sólidos y líquidos"	Se considera la incineración como una alternativa ambientalmente viable para el manejo y disposición de residuos sólidos, domiciliarios, industriales y hospitalarios. En términos generales esta norma regula la operación y mantenimiento de incineradores y hornos crematorios que incineren residuos peligrosos.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Cuadro 29. (Continuación)

Norma	Fecha	Alcance	Descripción de artículos	Emitida por
Decreto 838 de 2005	23 de Marzo de 2005	"Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones."	Tiene por objeto promover y facilitar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos, como actividad complementaria del servicio público de aseo. En el cual se contemplan los requisitos para aplicar la tecnología de los Rellenos Sanitarios. Reglamenta el procedimiento a seguir por partes de las entidades territoriales para la definición de las áreas susceptibles para la ubicación de rellenos sanitarios.	Presidente de la República de Colombia

Cuadro 30. (Continuación)

Norma	Fecha	Alcance	Descripción de artículos	Emitida por
<p>GTC 53-2.Gestion Ambiental. Residuos sólidos.</p>	<p>28 de Julio de 2007</p>	<p>Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos. Esta norma provee información que permite realizar una gestión integral de los residuos plásticos provenientes de la post-industria y post-consumo, incluyen las etapas de separación en la fuente y la recolección selectiva.</p>	<p>En el que se definen conceptos como Residuo plástico post-industria. Residuo originado en las diferentes operaciones de manufactura y/o transformación de las resinas plásticas, puede ser un tipo de resina, una mezcla de resinas entre sí o con otros materiales no plásticos. Residuos plástico post-consumo. Residuos originados en las diferentes actividades de consumo cuando los productos, ya sean plásticos o mezclas entre sí con otros materiales, termine el periodo de vida útil o pierden su utilidad.</p>	<p>INCONTEC</p>
<p>Acuerdo Número 322</p>	<p>24 de Septiembre de 2008</p>	<p>Por el cual se ordena diseñar la estrategia de gestión integral para los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos- RAEE-</p>	<p>Artículo 1°. De acuerdo con todos los autores de la cadena del ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, diseñarán y realizarán campañas de información sobre las diferentes etapas de la gestión de los RAEE.</p>	<p>Concejo de Bogotá, D.C.</p>

Cuadro 31. (Continuación)

Norma	Fecha	Alcance	Descripción de artículos	Emitida por
<p>Norma Técnica Colombiana GTC 24</p>	<p>05 de Mayo de 2009</p>	<p>Esta norma brinda las pautas para realizar la separación de los materiales que constituyen los residuos peligrosos y no peligrosos en las diferentes fuentes de generación: doméstica, industria, comercial, institucional y de servicios. De la misma manera brinda la orientación para facilitar la recolección selectiva en la fuente.</p>	<p>Criterios para la separación en la fuente. La separación en la fuente es una actividad que debe realizar los generados de los residuos con el fin de seleccionar y almacenar en recipientes para facilitar su posterior transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición. Esto garantiza la calidad de los residuos aprovechados y facilita su clasificación, por lo que los recipientes empleados deberían ser claramente diferenciables, bien sea por su color, identificación o localización. Manejo de los residuos. Transporte interno, almacenamiento temporal.</p>	<p>INCONTEC</p>

Cuadro 32. (Continuación)

Norma	Fecha	Alcance	Descripción de artículos	Emitida por
Resolución Número 1512	5 de Agosto de 2010	" Por lo cual se establecen los sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o periféricos y se adoptan otras disposiciones"	Artículo 2°. Ámbito de aplicación. Se aplicara a productores de sistemas informáticos personales: Computadores personales, computadores portátiles e impresoras.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
			Artículo 3°. Definiciones. Aprovechamiento de residuos de computadores: Las operaciones del reciclaje o recuperación, con el objeto de destinarlos a los mismos fines que se crearon originalmente o a otros procesos.	

Cuadro 33. (Continuación)

Norma	Fecha	Alcance	Descripción de artículos	Emitida por
Proyecto de Ley Número 91	18 de Agosto de 2009	"Mediante el cual se regula la política pública de residuos eléctricos y electrónicos RAEE- en Colombia.	<p>Artículo 1°. Objeto. Estableces las políticas que regulen la gestión y el manejo integral de los RAEE, así como establecer las responsabilidades extendidas del importador, productor, comercializador y generador de los RAEE.</p> <p>Artículo 4°. Clasificación de los RAEE. Se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en el convenio de Basilea.</p>	Congreso de Colombia

Cuadro 34. (Continuación).

Norma	Fecha	Alcance	Descripción de artículos	Emitida por
Proyecto de Ley Número 16	Agosto de 2009	Por el cual se formulan lineamientos y políticas generales para la implementación de los planes de gestión integral de residuos sólidos "PGIRS" y se establece el reciclaje como instrumento de recursos para todos.	<p>Artículo 2° Del servicio público del reciclaje. La cadena productiva del reciclaje es parte del servicio público de saneamiento básico y específicamente, del sistema organizado de reciclaje".</p> <p>Artículo 4° Definiciones. PGIRS. Plan de gestión integral de Residuos Sólidos según su ámbito municipal, distrital o regional.</p> <p>Artículo 12. Aprovechamiento y valorización de los residuos. Son aquellas fases sucesivas de los procesos de valorización de los residuos para obtener materia prima, producto o subproducto que se reincorpora al ciclo económico con determinado valor.</p>	Congreso de Colombia

Fuente: elaboración propia, con base en. TARAZONA SILVA, Jaime Leonardo; TRIVIÑO QUINTERO, Paula Alejandra. Diseño de un modelo de logística inversa para los RAEE tipo 3. [en línea]. Tesis de Pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.: 2016. [Consultado 01, marzo, 2018].

4.5 HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN

A continuación, se presenta la fundamentación teórica de las herramientas que se utilizarán en el capítulo de la caracterización del funcionamiento de las redes de valor existentes de RAEE tipo III, a través de la aplicación de la metodología de estudios de casos múltiples.

4.5.1 Estudios de casos. La adecuada utilización del método de estudio de caso como herramienta para la metodología de investigación científica es una de los principales objetivos que se pretende para poder obtener un conocimiento en diferentes áreas. La fiabilidad y validez es una de las alcances primordiales en este tipo de metodología y una de las que más cuestionan diferentes autores como Stoeker, 1991; Wiersema, 1999, ya que consideran que tiene un prestigio bajo, también se dice que carece de rigor, proporciona pocas bases para la generalización y en ocasiones tiene una gran amplitud, por lo cual los documentos son demasiado extensos.⁵³

La información que se tiene para este tipo de técnica es bastante escasa, lo cual hace que muchos autores que utilicen esta metodología cuando están desarrollándola se sientan bajo cierta incertidumbre. Otros Autores por el contrario consideran en método de estudio de caso un método que tiene gran valor, y su fuerza está en que por medio de él se mide y registra la conducta de las personas involucradas en la investigación. Por el contrario la metodología cuantitativa solo se centra en los resultados de las personas encuestadas y la información dada sin poder obtener ninguna conducta del entorno trabajado o de estas. Según Chetty (1996) existe una gran variedad de fuentes por la metodología tanto cualitativa como cuantitativa de obtener información, como lo son los documentos, entrevistas directas, observación directa, registros de archivos, observación de las personas que están participando, instalaciones y objetos, ventaja fuerte del método de estudio que los datos puedan ser adquiridos por una variedad de fuentes.

La metodología de estudios de caso ha sido relevante para la investigación de los diferentes campos, como las ciencias sociales, dirección de empresa, educación, políticas de la juventud, desarrollo de la niñez, problemas sociales, entre otras. Inicialmente esta metodología fue considerada solo para las investigaciones exploratorias, pero muchas veces esta ha sido usada para investigaciones descriptivas y explicativas.

⁵³ MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión* [en línea]. núm. 20, julio, 2006, pp. 165-193 [Consultado 12 Noviembre 2018]. ISSN 1657-6276 Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/646/64602005/>

Para iniciar una investigación por la metodología cuantitativa el investigador debe realizar un contraste entre teorías ya existentes a partir de las hipótesis que surgen de estas, debe existir una muestra de la población a investigar ya sea de forma aleatoria o discriminada. Lo importante es contar con una teoría ya construida ya que el método científico utilizado en esta es el deductivo. Mientras que para la metodología cuantitativa se basa en la construcción de nuevas teorías a partir de un cuerpo teórico que servirá al investigador un punto de inicio, lo cual hace que no sea necesario una muestra representativa aquí, sino un modelo teórico por uno o más casos.

Es importante saber qué tipo de investigación es la que se plantea, si con esta se quiere es testear o verificar una teoría, o por lo contrario lo que se pretende es generar teoría. Si lo que se pretende es obtener una aplicabilidad con esta investigación, se debe tener un número limitado de casos, uno solo indica una categoría o propiedad conceptual mientras que si son más casos se puede confirmar esta indicación.⁵⁴ El estudio de caso puede que sea la estrategia más suave de investigación, pero es también una de las más difíciles de hacer.

Se debe realizar un instrumento de recolección de datos el cual permite un acercamiento a los casos y al fenómeno de estudio, y permitiendo comprender la realidad del caso y de su comportamiento. La idea de analizar varios casos es identificar con qué frecuencia ocurre un determinado suceso, en este punto se busca verificar la teoría existente versus la que se busca plantear. Se trata de una generalización analítica, donde se utilizara el estudio de caso único o múltiple para representar o generalizar una teoría. Por ende la generalización de los estudios cualitativos como el estudio de caso, busca el desarrollo de una teoría que pueda ser transferida a otros casos. Yin (1989) identifica el método de estudio de caso para temas nuevos, ya que se examina o indaga un fenómeno del entorno real, se usan múltiples fuentes de datos y se puede estudiar un único caso o múltiples.

La investigación cualitativa ha tenido un desarrollo importante en el nacimiento de disciplinas que aborden el estudio de organizaciones, el método es usado para el desarrollo de problemas de la organización como para el aprendizaje. Por ende se define un estudio de caso contemporáneo como una estrategia de investigación que comprende dinámicas presentes en diferentes contextos, según Chetty (1996) el estudio de casos es un método que sirve para investigar diferentes fenómenos para dar respuesta a cómo y por qué funcionan de dicha manera, estudiar temas

⁵⁴ MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión* [en línea]. núm. 20, julio, 2006, pp. 165-193 [Consultado 12 Noviembre 2018]. ISSN 1657-6276 Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/646/64602005/>

determinados, estudio de temas donde las teorías existentes son inadecuadas, estudiar fenómenos desde distintas perspectivas y no solo desde una misma variable, se puede indagar en diferentes temas o campos permitiendo obtener conocimiento para los nuevos temas que emerjan.

- Objetividad y claridad de una investigación científica: validez y fiabilidad⁵⁵

La validez es el grado en que un instrumento de medida mide lo que realmente pretende o quiere medir, lo que en algunos momentos se llama exactitud, existen diferentes tipos de validez.

Cuadro 35. Tipos de Validez

Tipos de Validez	Características	Comentario
Contenido	Revisión formal de los ítems por expertos	Expertos del constructo hacen la evaluación
Criterio: Concurrente	Medida de la Correlación contra otra medida directa	Requiere la identificación de una medida directa el constructo
Criterio: Predictiva	Medida de la Capacidad para predecir otra medida futura	Se utiliza ara escalas que pretenden predecir resultados futuros
Constructo	Medida teórica del significado de la escala	Se determinan tras años de investigaciones.

Fuente: elaboración propia, con base en. MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & Gestión [en línea]. núm. 20, julio, 2006, pp. 165-193 [Consultado 12 Noviembre 2018]. ISSN 1657-6276 Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/646/64602005/>

Por otro lado la fiabilidad se refiere a la consistencia interna de la medida; es decir que la fiabilidad de una medida libre de errores aleatorios y por ende de resultados estables y consistentes.

Cuadro 36. Estimación de la Fiabilidad

Método	Características	Comentario
Aplicaciones Repetidas	Estabilidad a través del tiempo	Efectos a otros cambios y la memoria
Formas paralelas	Coherencia entre escalas que utilizan palabras, ordenes o respuestas diferentes	Dificultas de generar dos escalas casi iguales

⁵⁵ MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & Gestión [en línea]. núm. 20, julio, 2006, pp. 165-193 [Consultado 12 Noviembre 2018]. ISSN 1657-6276 Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/646/64602005/>

Cuadro 37. (Continuación)

Método	Características	Comentario
División en mitades	Coherencia interna de una escala	Requiere la corrección Spear-Man-Brown
Coherencia interna	Coherencia entre todos los ítems de una misma escala	Se necesita un ordenador para calcularla.

Fuente: elaboración propia, con base en. MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & Gestión [en línea]. núm. 20, julio, 2006, pp. 165-193 [Consultado 12 Noviembre 2018]. ISSN 1657-6276 Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/646/64602005/>

Para el diseño de un estudio de caso debemos basarnos en cinco componentes planteados por Yin (1989):

- Preguntas de investigación
- Las proposiciones teóricas
- Las unidades de análisis
- La vinculación lógica de los datos a las proposiciones
- Los criterios para la interpretación de los datos

Todas las preguntas de investigación sirven como referencia o un punto de partida, pues tanto las preguntas como las proposiciones teóricas que se plantean contienen los constructos (Conceptos, dimensiones, factores o variables). Se debe realizar una recolección de la información, identificar las formas como se recolectara esta y mirar la relación con los constructos, así las proposiciones teóricas serán construidas a partir de los constructos o factores generales que contienen una serie de variables o dimensiones. El autor Yin plantea un protocolo para el estudio de caso el cual constituye una guía de procedimientos que deben realizarse durante la fase de obtención, está compuesto por la semblanza del estudio de caso, preguntas del estudio de caso, procedimientos a ser realizados y la guía del reporte del estudio de caso.

La semblanza del estudio de caso es útil para integrar y entrenar a todos los miembros del equipo de investigación y contar con un referente de explicación del proyecto, puntualmente su propósito y su funcionamiento. Este debe contener como tal todos los antecedentes del proyecto, los principales tópicos por investigar, proposiciones teóricas por confirmar y toda la literatura relevante,

Para las preguntas en un estudio de caso, estas no deben estar destinadas al informante sino al investigador, estas deben garantizar que se obtenga la evidencia

para corroborar las proposiciones teóricas del caso, estas deben ser resueltas por diferentes fuentes verificadas mediante el uso de la triangulación de la evidencia.

Antes de realizar la fase de recolección se deben especificar las principales tareas que han de realizarse, tales como definir los mecanismos para la obtención de la información, establecer los instrumentos para responder a imprevistos en el campo de acción, realizar un esquema de actividades que se realizaran a la hora de recolectar la evidencia.

Se debe seguir la siguiente secuencia durante el análisis del caso⁵⁶:

- Planteamiento del problema, las preguntas de investigación y sus objetivos
- Revisión de la literatura y la formulación de las proposiciones
- Dentro del principio de triangulación se debe, la obtención de los datos por medio de la realización de entrevistas y encuestas, obtención de catálogos financieros entre otros.
- Transcripción de los datos
- Análisis global
- Análisis profundo
- Conclusiones generales

Para hacer el informe del estudio de caso, cada investigador diseña su esquema básico para reportar sus resultados del estudio, es importante una organización de la información que permita regresar y corroborar de manera eficiente lo que se desee consultar.

Estos son algunos aspectos con la selección de caso que conformaran la muestra de investigación, la definición de las unidades de análisis, la recolección de la información, la forma en cómo se procederá a realizar el análisis de la información obtenida y el protocolo del estudio de caso.

- **Selección de la muestra.** No se debe seleccionar una muestra representativa de una población sino una muestra teórica, así “el objetivo de la muestra teórica es elegir casos que probablemente pueden replicar o extender la teoría emergente... deben adicionarse el número de casos hasta la saturación de la teoría” (Eisenhardt, 1989).

⁵⁶ MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión* [en línea]. núm. 20, julio, 2006, pp. 165-193 [Consultado 12 Noviembre 2018]. ISSN 1657-6276 Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/646/64602005/>

No existe una guía específica del número de casos que deben ser incluidos, por lo cual esta decisión se le debe dejar al investigador, los casos deben adicionarse hasta que la saturación enriquezca la información, se recomienda un rango de casos entre cuatro casos y diez, ya que con menos de cuatro casos es complicado generar teoría y faltaría sustento de información.

- **Definición de las unidades de análisis**

Los estudios de casos pueden ser simples o múltiples, dependiendo del número de casos que se vayan a estudiar, Yin (1989) propone cuatro tipologías dependiendo del número de casos y de los diferentes niveles de análisis:

- Caso único o unidad de análisis
- El caso único con unidad principal y una o más subunidades
- Los casos múltiples con unidad principal de análisis
- Los casos múltiples con unidad principal y una o más subunidades dentro de la principal⁵⁷

Tabla 4. Unidades de Análisis

Unidad	Caso Único	Casos Múltiples
Simple	Tipo 1	Tipo 2
Múltiple	Tipo 3	Tipo 4

Fuente: elaboración propia, con base en. MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & Gestión [en línea]. núm. 20, julio, 2006, pp. 165-193 [Consultado 12 Noviembre 2018]. ISSN 1657-6276 Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/646/64602005/>

- **Recolección de la información.** Se recomienda la utilización de múltiples fuentes de datos y que se cumpla el principio de la triangulación para la validación interna de la investigación. Esto permite observar que la información recolectada guarde relación entre sí, es decir si desde diferentes ángulos convergen datos del objeto de estudio. El investigador puede usar diferentes fuentes de información como bases de datos, internet, entrevistas entre otros.

⁵⁷ MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & Gestión [en línea]. núm. 20, julio, 2006, pp. 165-193 [Consultado 12 Noviembre 2018]. ISSN 1657-6276 Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/646/64602005/>

- **Análisis de la información.** Se debe tener en cuenta la lectura y la relectura de las transcripciones y de las notas de campo, organización de datos por medio de códigos y la búsqueda de relación entre los datos.

El proceso del análisis inductivo.

- **Análisis en sitio:** en el lugar, cuando se recolectan los datos
- **Transcripción de los datos:** transcripción y análisis inicial de las entrevistas y notas de campo
- **Foco de análisis:** Comparación constante de los temas que emergen y la codificación de la información
- **Análisis profundo de la información:** comparación sustantiva de los encuentros con los conceptos establecidos en la literatura
- **Presentación del análisis al grupo de investigadores:** obtención del consenso y seguridad en la comprensión del análisis
- **Elaboración de la tesis**⁵⁸

4.5.2 Triangulación. Debido a la creciente necesidad y exigencia por parte de la comunidad científica de garantizar la validez de diferentes tipos de estudios se han determinado métodos como la triangulación, la cual se refiere al uso de varios métodos, de fuentes de datos de teorías, de investigadores o de ambientes en el estudio de un fenómeno. Este término es tomado de su uso de en la medición de distancias horizontales, donde se conoce un punto de referencia, se plantea información para un segundo punto y se ubica en un tercer punto generando un triángulo. De manera que en la investigación se buscan patrones de convergencia para poder corroborar una interpretación global del fenómeno de estudio. La triangulación implica la revisión cuidadosa de los datos recopilados a través de diferentes métodos con el fin de lograr una estimación más precisa y válida de los resultados cualitativos para una construcción en particular.⁵⁹

La triangulación comprende el uso de varios métodos (entrevistas individuales, grupos focales o talleres de investigación). Al usar una sola estrategia los estudios son más vulnerables a sesgos y a fallas metodológicos inherentes a cada estrategia y que la triangulación ofrece la alternativa de poder visualizar un problema desde diferentes ángulos y de esta manera poder aumentar la validez y consistencia de los hallazgos.

⁵⁸ MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión* [en línea]. núm. 20, julio, 2006, pp. 165-193 [Consultado 12 Noviembre 2018]. ISSN 1657-6276 Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/646/64602005/>

⁵⁹ OLIVER- HOYO, Maria- Allen, The Use of triangulation methods in qualitative Educational research, *Journal of College Science Teaching*, v35 n4 p42-47 Jan-Feb 2006

Se identifica que una de las ventajas de la triangulación es que cuando dos estrategias nos arrojan resultados muy similares, esto va comprobando los hallazgos. La triangulación es vista también como un procedimiento que disminuye la posibilidad de malos entendidos, al producir información redundante durante la recolección de datos que identifica la respetabilidad de un suceso observado.

La triangulación de datos hace referencia directa a la utilización de diferentes estrategias y fuentes de información sobre una recogida de datos que permita contrastar la información recolectada. Esta triangulación de datos puede ser;

- **Temporal:** son todos aquellos datos recogidos en distintas fechas para comprobar si los resultados son constantes;
- **Espacial:** los datos recogidos se hacen en distintos lugares para comprobar coincidencias;
- **Personal:** diferentes muestras de sujetos. Se asume la triangulación como el uso de múltiples métodos en el estudio de un mismo objeto, es conveniente concebir la triangulación envolviendo variedades de datos, investigadores y teorías, así como metodologías.

La triangulación es una técnica de análisis de datos que se centra en el contrastar visones o enfoques a partir de los datos recolectados. Por medio de esta se mezclan los métodos empleados para estudiar el fenómeno, bien sea aquellos de orientación cuantitativa o cualitativa. Todo su propósito o su finalidad son la contraposición de varios datos y métodos que están centrados de un mismo problema o eje de observación. Así de esta manera se puedan establecer comparaciones, tomar las impresiones de diversos grupos, en distintos contextos y temporalidades, evaluando así el problema con amplitud, diversidad, imparcialidad y objetividad. La investigación cualitativa es inherente, multimetodica y focalizada.⁶⁰

La triangulación se refiere al uso de múltiples métodos o fuentes de datos en la investigación cualitativa para desarrollar una comprensión integral de los fenómenos. La triangulación también ha sido vista como una investigación cualitativa estrategia para probar la validez a través de la convergencia de información de diferentes fuentes. Denzin (1978) y Patton (1999) identificó cuatro tipos de triangulación: (a) triangulación del método, (b) triangulación de investigadores, (c) triangulación teórica, y (d) triangulación de fuentes de datos.⁶¹

⁶⁰ LINCOLN, Denzin. The SAGE Handbook of Qualitative Research, 3 ed. New Delhi. 2000

⁶¹ Mayumi OKUDA BENAVIDES¹ Carlos GÓMEZ-RESTREPO², Methods in Qualitative Research: Triangulation, rev.colomb.psiquiatr. vol.34 no.1 Bogotá Jan./Mar. 2005

- **Triangulación del método:** El primer tipo de triangulación es la triangulación del método implica el uso de múltiples métodos de recopilación de datos sobre el mismo fenómeno. Este tipo de triangulación, frecuentemente utilizada en estudios, puede incluir entrevistas, observación y notas de campo.⁶²
- **Triangulación del investigador:** La triangulación del investigador involucra la participación de dos o más investigadores en el mismo estudio para proporcionar múltiples observaciones y conclusiones. Este tipo de triangulación puede traer tanto la confirmación de los resultados y diferentes perspectivas, agregando amplitud en el fenómeno de interés.⁶³
- **Triangulación teórica:** La triangulación teórica utiliza diferentes teorías para analizar e interpretar datos. Con este tipo de triangulación, diferentes teorías o hipótesis pueden ayudar al investigador en apoyar o refutar recomendaciones.
- **Triangulación de datos:** La triangulación de la fuente de datos implica la recopilación de datos de diferentes tipos de personas, incluidos individuos, grupos, familias y comunidades para ganar múltiples perspectivas y validación de datos.

Se identifica que una de las ventajas de la triangulación es que cuando dos estrategias nos arrojan resultados muy similares, esto va comprobando los hallazgos. La triangulación es vista también como un procedimiento que disminuye la posibilidad de malos entendidos, al producir información redundante durante la recolección de datos que identifica la respetabilidad de un suceso observado.

La triangulación de datos hace referencia directa a la utilización de diferentes estrategias y fuentes de información sobre una recogida de datos que permita contrastar la información recolectada. Esta triangulación de datos puede ser; a) Temporal: son todos aquellos datos recogidos en distintas fechas para comprobar si los resultados son constantes; b) Espacial: los datos recogidos se hacen en distintos lugares para comprobar coincidencias; c) Personal: diferentes muestras de sujetos. Se asume la triangulación como el uso de múltiples métodos en el estudio de un mismo objeto, es conveniente concebir la triangulación envolviendo variedades de datos, investigadores y teorías, así como metodologías.

Para el desarrollo del proyecto se utilizará la triangulación mixta, dado que este tipo de metodología nos permite el uso de dos o más tipos de triangulaciones, en este caso la triangulación del investigador y triangulación de datos.

⁶² ARIAS VALENCIA, María Mercedes, La Triangulación Metodológica, Sus Principios Alcances y Limitacione, 1999

⁶³ BAZELEY, Patricia. The bricoleur with a computer, piecing together qualitative and quantitative data. Australia, Qualitative Health Research, 9(2), 279-287.

5. CARACTERIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS REDES DE VALOR EXISTENTES DE RAEE TIPO III, A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ESTUDIOS DE CASOS MÚLTIPLES

Se identificó los casos existentes de redes de valor de ciclo cerrado y se realizó su respectivo análisis por medio del estudio de casos múltiples, analizando diferentes variables planteadas dentro de cada uno de los casos de tal manera que se identificaran los componentes relevantes de cada una de las redes de valor de ciclo cerrado, se destaca como una metodología ya que esta se construye una teoría a partir de proposiciones extraídas de varias teorías, obteniendo una muestra teórica conformada por uno o varios casos.

El objetivo de la metodología de triangulación es identificar distintos casos y el comportamiento de cada uno de ellos, teniendo en cuenta su estructura, procesos y tipologías. La búsqueda de los casos está enfocada en la relación directa de la compañía con la producción de AEE (Aparatos Eléctricos y Electrónicos) y a su vez con una generación de RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos).

Para el cumplimiento del objetivo y la construcción de la triangulación, se aplica la herramienta teniendo en cuenta que el fin del proyecto es el diseño de una red de valor de ciclo cerrado para los RAEE tipo III en Bogotá, por ende, los casos tomados para dicha triangulación y su respectivo análisis tiene una relación directa con el sector.

Dada la situación actual de país y tomando como base las empresas de tecnología más grande del mundo y que tiene participación en el comercio colombiano, se tomaron compañías que producen principalmente hardware informático, internet, equipos de telecomunicaciones, software, semiconductores, comercio electrónico y servicios informáticos. Se analizan algunas de las compañías más grandes del mundo según los ingresos de acuerdo con la lista Fortune Global 500.⁶⁴

En el caso de Apple fue fundada en abril de 1976 por Steve Jobs, Ronald Wayne y Steve Wozniak. Su sede se encuentra en Cupertino, California, en los Estados Unidos. Hoy en día, cuenta con 115,000 empleados y 478 tiendas minoristas en 17 países. Apple es la compañía de tecnología más grande del mundo con un ingreso anual de aproximadamente \$ 233.7 mil millones. Este ingreso contribuye con el 1.25% del producto interno bruto (PIB) nacional de los Estados Unidos. Esta empresa desarrolla software para computadoras, electrónica de consumo y servicios en línea. Algunos de sus productos de hardware más conocidos incluyen:

⁶⁴ REVISTA FORTUNE. Ranking 500 empresas mundial. Fortune revista Global. [en línea]. Consultado el 05 de febrero de 2019. Disponible en: <http://fortune.com/fortune500/>

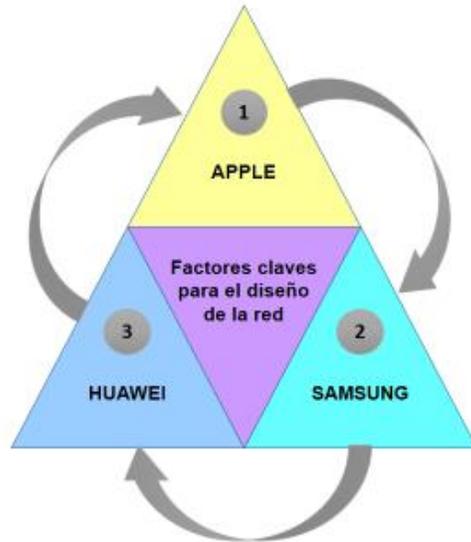
iPhone, iPad, Apple Watch, Apple TV y la computadora personal Mac. En 2014, Apple se convirtió en la primera compañía estadounidense con un valor de más de \$ 700 mil millones.

Por su parte Samsung se fundó en Suwon, Corea del Sur en 1969, cuando producía principalmente aparatos eléctricos y electrónicos. Hoy en día, es la segunda compañía de tecnología más grande del mundo con un ingreso anual de \$ 177,4 mil millones. Samsung tiene aproximadamente 319,000 empleados de tiempo completo en 80 países. Además, esta compañía es el mayor productor de teléfonos móviles, teléfonos inteligentes y televisores del mundo. Algunos de sus otros productos incluyen: semiconductores, chips, memoria flash, baterías de iones de litio y dispositivos de disco duro. En 2005, Samsung derrotó a su principal competidor, Sony, como la marca de consumo más popular del mundo.

Por otra parte, esta Huawei Technologies que ha sido incluida en la lista de compañías más respetadas, ésta lista ha sido realizada por "The Reputation Institute" y publicada por la revista Forbes, Estados Unidos en mayo de 2007. La lista de las compañías más respetadas cubre varias industrias como productos de consumo masivo, eléctricos y electrónicos, automotrices, venta minorista, farmacéuticas, computadores, financieras, aeroespaciales, telecomunicaciones, etc.

En el sector de Telecomunicaciones, seis compañías han sido listadas, y Huawei Technologies es una entre las seis más respetadas compañías de telecomunicaciones del mundo. Huawei tiene muchos dispositivos.

Figura 4. Triangulación de Casos



Fuente. elaboración propia

5.1 CASO APPLE

Apple a través de los años ha venido incursionando en el mejoramiento de su cadena de suministro para obtener los más altos estándares en temas como derechos humanos, protección del medio ambiente y brindar una responsabilidad empresarial al mundo. Mediante alianzas y ayuda de sus socios, proveedores, trabajadores y clientes en el 2015 lanzaron su programa Zero Waste to Landfill (Cero residuos en vertederos) de Underwriters Laboratories (UL)⁶⁵ para sus proveedores principalmente, en donde se planteó la manera de usar menos recursos provenientes de la tierra y poder utilizarlos nuevamente, en el cual utilizaron tecnologías de reciclaje más eficientes e innovadoras. Actualmente Apple cumplió con la meta que todas las instalaciones de montaje final del iPhone a nivel mundial obtuvieran la certificación de Zero Waste, es decir que 625.000 toneladas de residuos han dejado de ser desechos en vertederos desde 2015 con el lanzamiento de este programa⁶⁶.

Con todo lo anterior Apple en el 2017 anuncia su compromiso con el medio ambiente con una cadena de suministro de ciclo cerrado, en donde pretenden llegar en un futuro a producir y fabricar utilizando solamente materiales reciclados o renovados.

⁶⁵ APPLE. En: RESPONSABILIDAD DE PROVEEDORES. Informe de Progreso 2018. [Sitio Web]. [Consulta 29 Enero 2019]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.apple.com/es/supplier-responsibility/pdf/ESES_Apple_SR_2018_Progress_Report.pdf

⁶⁶ Ibid.

Esta meta requiere de varios años con la colaboración de todos sus agentes involucrados en su cadena de suministro, pero mientras esto se logra pretenden mantener todas las iniciativas y programas ya nombrados anteriormente para garantizar su responsabilidad hacia el medio ambiente⁶⁷.

- **Agentes participantes.** A través del Informe de Responsabilidad Medioambiental del 2018 Apple nos describe una cadena de suministro de ciclo cerrado, partiendo de que existen agentes que nos llevan a un sistema de flujo directo y agentes que nos llevan a un sistema de flujo inverso⁶⁸. Los agentes que se definieron para el flujo directo son proveedores, productor y clientes; y para el flujo inverso los agentes presentes que se le suman a los de flujo directo son: generador, gestores, procesadores y desarrolladores. En cuanto a proveedores se establece según la información encontrada que su principal proveedor se segundo nivel de materias primas son provenientes de la República Democrática del Congo en donde se extraen la mayor cantidad de minerales necesarios para la fabricación de los productos brindados por Apple⁶⁹.

Se toman como proveedores de primer nivel (primarios) las empresas que más hacen presencia en sus informes de gestión, con lo cual en la primera exploración por fuentes secundarias se infiere que son tres las principales empresas en sus niveles de integración. La primera de ellas es Foxconn⁷⁰ que hace presencia principalmente en China, es uno de los proveedores de Apple más comprometidos con el medio ambiente actualmente, fue el primer proveedor en reciclar y desechar responsablemente todos los residuos y que estos no llegara a los vertederos. Hon Hai / Foxconn Technology Group es una empresa que diseña, desarrolla, fabricación, ensambla y presta servicios postventa de computación, comunicación y electrónica del consumo (3G), es el mayor fabricante de componentes electrónicos a nivel mundial.

⁶⁷ APPLE. En: ENVIRONMENTAL RESPONSABILITY REPORT. 2018 Progress Report, Covering Fiscal Year 2017. [Sitio Web]. [Consulta 20 Enero 2019]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.apple.com/la/environment/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2018.pdf

⁶⁸ Ibid.

⁶⁹ APPLE. En: RESPONSABILIDAD DE PROVEEDORES. Informe de Progreso 2018. [Sitio Web]. [Consulta 29 Enero 2019]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.apple.com/es/supplier-responsibility/pdf/ESES_Apple_SR_2018_Progress_Report.pdf

⁷⁰ APPLE. En: INFORME DE PROGRESO DE RESPONSABILIDAD DE PROVEEDORES 2016. [Sitio Web]. [Consulta 29 Enero 2019]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.apple.com/es/supplier-responsibility/pdf/ESES_Apple_SR_2016_Progress_Report_SR.pdf

En segundo lugar tenemos a Avary Holding⁷¹ que también hace presencia en China, es un proveedor de hace más de 7 años de Apple y tiene un compromiso con las iniciativas ecológicas y programas de proveedores sobre su código de conducta. Avary se dedica principalmente al diseño, investigación, desarrollo, fabricación y venta de diferentes tipos de placas de circuito impreso (PBC). Y por último tenemos la empresa Wistron⁷² que hace presencia en India, es una empresa líder en tecnología de la información. Es una empresa que diseña y fabrica productos y servicios industriales en comunicación, componentes y soluciones en software.

En proveedores de primer nivel (secundarios) tenemos a Fedex y United Parcel Service (UPS), los cuales se encargan del transporte y logística de los productos ya ensamblados por los proveedores de primer nivel (primarios) los cuales operan a nivel mundial, para poder así llegar al productor/ compañía focal de la red de valor la cual es Apple. A nivel horizontal downstream siguen los clientes para los cuales se cuenta con tres niveles, el primero de ellos se tiene un centro de distribución principal de Apple en California, en segundo nivel encontramos diferentes tiendas ya sean virtuales como Amazon y Mercado libres; a través de un operador o centros autorizados dados por la página oficial de Apple como Movistar, Claro, Tigo, ETB y Avantel, o centros especializados y autorizados como son las tiendas iShop y Mac Center las cuales son tiendas Apple Premium Reseller; y por último en el tercer nivel encontramos a nuestro cliente final⁷³.

Los agentes que realizan el flujo inverso horizontalmente upstream tenemos los proveedores de segundo nivel son también llamados los gestores o también intermediario, los cuales realizan una gestión logística del residuo para llegar a su recuperación. Las actividades que realizan no deben generar ningún tipo de transformación del residuo, son agentes especializados en el recogimiento y entrega al centro de acopio⁷⁴. Dentro de la cadena de suministro se resalta los Puntos Verde de Lito, son 31 sitios a nivel nacional ubicados en 11 ciudades diferentes, en los cuales cualquier persona puede realizar entregas de sus

⁷¹ APPLE. En: RESPONSABILIDAD DE PROVEEDORES. Informe de Progreso 2018. [Sitio Web]. [Consulta 29 Enero 2019]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.apple.com/es/supplier-responsibility/pdf/ESES_Apple_SR_2018_Progress_Report.pdf

⁷² Ibid.

⁷³ APPLE. Dónde Comprar. [Sitio Web]. [Consultado 29 Enero 2019]. Disponible en: <https://www.apple.com/co/iphone/buy/>

⁷⁴ SUAREZ, Monica; QUIROGA, Germán. Diseño de una Red de Valor Inversa para Cerrar el Ciclo de vida de los envases en Tereftalato de Polietileno PET en la ciudad de Bogotá, Colombia. Bogotá, 2017.

residuos de los RAEE y así poder reducir el impacto ambiental en el planeta⁷⁵. Encontramos más agentes en este nivel que son proveedores directos de Lito S.A.S como son Avianca, Bavaria, ASSA Seguros, y empresas de energía como Codensa, EPM, EPSA y Electricaribe⁷⁶.

Horizontalmente upstream se puede observar dos niveles, el primero de ellos denominados procesadores o también llamados centros de acopio, que son los encargados de realizar el primer tratamiento a los residuos reciclados, es decir separan y clasifican los residuos de acuerdo a algunos parámetros, estos también son centros de acopio mientras se realiza la valorización y su respectiva comercialización. Existen dos niveles verticalmente, en los primarios se puede observar la empresa Lito S.A.S, es una empresa que realiza una gestión integral de excedentes industriales de residuos peligrosos y más específicamente los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), es una empresa que hace presencia a nivel nacional la cual compra, vende, recolecta y transporta los excedentes de residuos, también almacena, maneja, clasifica, segrega y aprovecha estos residuos. En los secundarios se encuentra una empresa a nivel mundial encargada del transporte y logística de nivel mundial Maersk, la cual se ocupa de llevar los residuos tratados por Lito S.A.S hacia las compañías extranjeras⁷⁷.

Al llegar a la compañía focal, se observan los desarrolladores que son los que transforman y realizan un tratamiento del residuo que se recuperó, estos realizan una actividad un poco más especializada ya se de baja, media o alta tecnología; se pudo inferir un solo agente aquí, los cuales son compañías extranjeras ya que en Colombia no se cuenta con a infraestructura para el manejo de los residuos y se exportan a países europeos. Las cuales son las encargadas de que se tenga un aprovechamiento de todos estos residuos reciclados o realizar una eliminación completa de estos⁷⁸.

Se encontró que downstream horizontalmente abarca tres niveles, en los clientes de primer nivel (distribuidor mayorista), se pudo constatar en el Informe de Responsabilidad Medioambiental del 2018 que Apple busca recuperar el

⁷⁵ LITO: ¿Qué es el programa Puntos Verdes Lito?.[Sitio Web]. [Consultado 02 Febrero 2019]. Disponible en: <http://www.puntosverdeslito.com/>

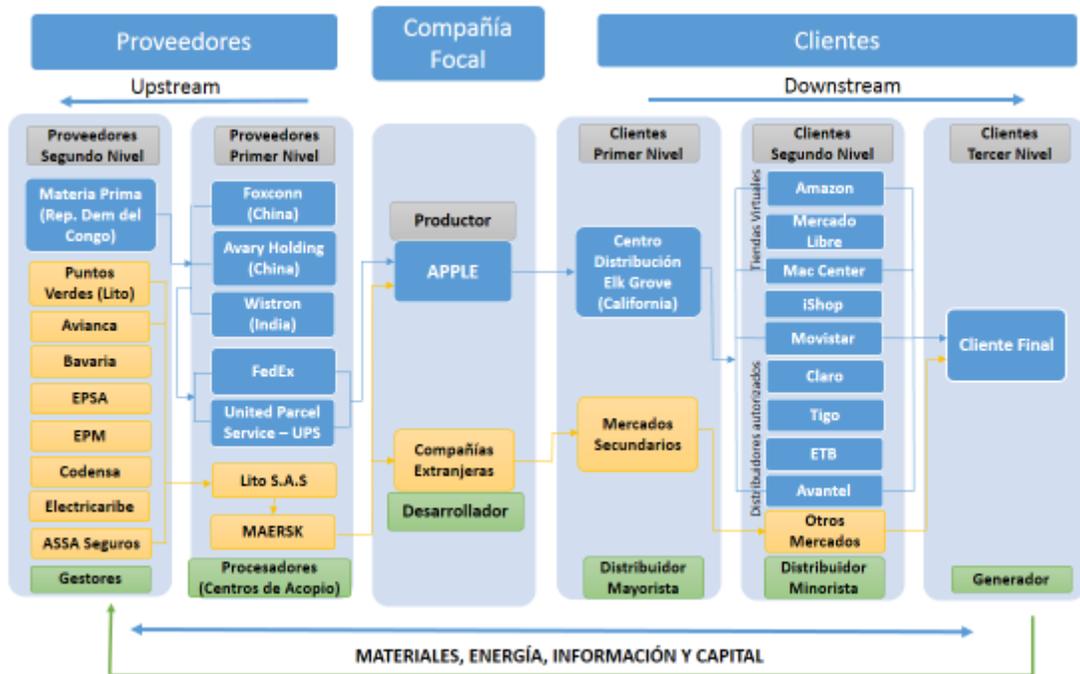
⁷⁶ LITO: Proveedores. [Sitio Web]. [Consultado 02 Febrero 2019]. Disponible: <http://www.lito.com.co/index.php/proveedores>

⁷⁷ LITO: Gestión Integral de Excedentes Industriales y Residuos Peligrosos. [Sitio Web]. [Consultado 02 Febrero 2019]. Disponible en: <http://www.lito.com.co/index.php/nosotros>

⁷⁸ SUAREZ, Monica; QUIROGA, Germán. Diseño de una Red de Valor Inversa para Cerrar el Ciclo de vida de los envases en Tereftalato de Polietileno PET en la ciudad de Bogotá, Colombia. Bogotá, 2017.

material del proceso de fabricación al final de su vida útil y luego redirigen el material a su propia cadena de suministro o estos se aseguran de que se envíe a un mercado secundario como se ve en la figura 2.⁷⁹ Los clientes de segundo nivel (distribuidor minorista) se evidencian los otros mercados que son a los que llega el porcentaje de residuos que no son utilizados por el productor y son enviados a otros sectores para su adecuado uso. Y por último los clientes de tercer nivel son los generadores de residuos, es decir que después que estos hagan uso del producto van a generar un residuo que será a materia prima para el sistema inverso y así poder recuperar su valor.

Figura 5. Red de Valor de Apple



Fuente. elaboración propia

- **Tipología de la red.** En esta red actúan varias organizaciones en la recuperación, por lo tanto se comporta como una red descentralizada, ya que consta de varias organizaciones involucradas en la recolección, clasificación y tratamiento de los RAEE.

⁷⁹ APPLE. En: ENVIRONMENTAL RESPONSABILITY REPORT. 2018 Progress Report, Covering Fiscal Year 2017. [Sitio Web]. [Consulta 20 Enero 2019]. Archivo pdf. Disponible: https://www.apple.com/la/environment/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2018.pdf

- **Dimensiones estructurales.**

Tabla 5. Dimensiones Estructurales de Apple

APPLE	
Estructura Horizontal	Respecto a la estructura horizontal de Apple se identifican 2 niveles Upstream y 3 niveles en la Configuración Downstream.
Estructura Vertical	Se identifican 15 proveedores y 10 clientes Apple se identifica como la compañía focal quien produce y como desarrollador de los RAEE se encuentran compañías extranjeras de países europeos principalmente.
Posición Compañía Focal	

Fuente. elaboración propia

5.2 CASO SAMSUNG

Samsung Electronics Co. Ltd. es una compañía de electrónica de Corea del Sur que se centra en la producción de dispositivos electrónicos móviles. Desde que presentó su primer teléfono Android, el Galaxy S, y el Galaxy Tab, la primera tableta de Android, Samsung ha sido una de las compañías de tecnología más exitosas del mundo. Samsung fabrica más teléfonos inteligentes que cualquier otra compañía en el mundo. También es uno de los principales productores de televisores de alta definición y equipos de cine en casa. A diciembre de 2017, Samsung tiene ventas de \$ 195.9 mil millones, activos de \$ 209.6 mil millones y una capitalización de mercado de \$ 187.8 mil millones.⁸⁰

- **Agentes participantes.** Al ser Samsung una organización de producción de Aparatos eléctricos y electrónicos se identifica que maneja una red de valor con presencia de diferentes agentes y actuantes. Tomando a Samsung como la empresa fabricante (**Compañía Focal**), es importante considerar las empresas o compañías que le sirven como proveedores ya sean (**proveedores primarios**) o secundarios y dependiendo del nivel, facilitando materia prima o algún tipo de servicio, entre estas compañías encontramos ACC Technologies Holdings Inc, Advantest Copr, Alps Electric Co Ltda, Air Products and chemicals Inc, Asm lithography inc, Biel Crystal Manufactory Ltd, entre otras. Dentro de la red se identifica que el cliente genera un RAEE que se convierte en el punto inicial del retorno de la cadena, donde el cliente se convierte en un Generador, iniciando la red identificamos proveedores de

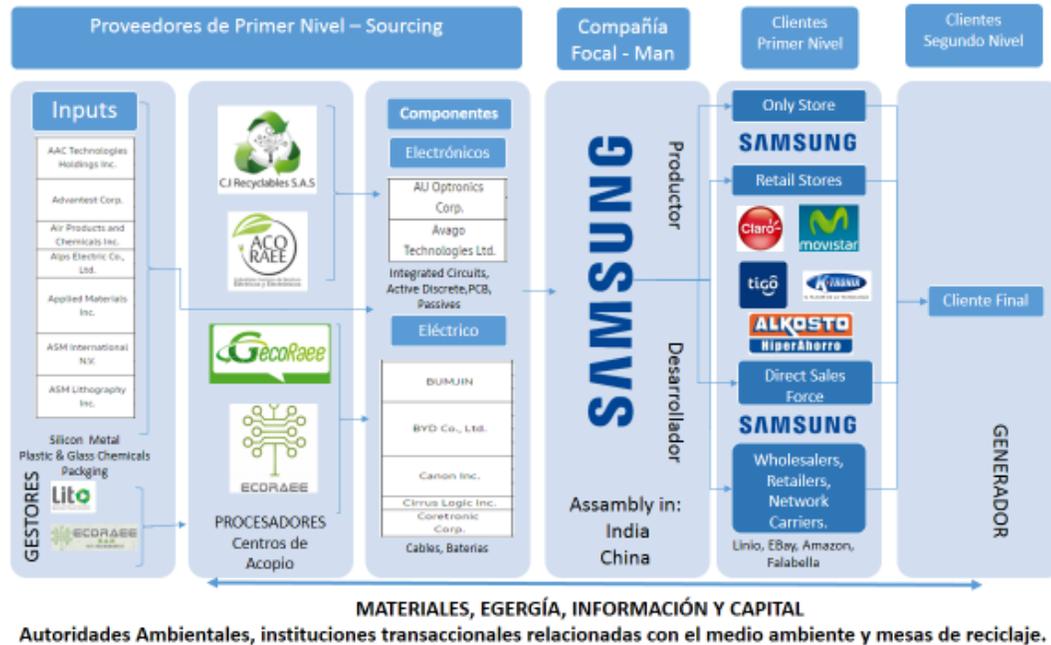
⁸⁰ FORBES. Obtenido de Las 20 empresas tecnologicas mas importantes del mundo : Fortune revista Global. [en línea]. Consultado el 05 de febrero de 2019. Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/las-20-empresas-tecnologicas-mas-importantes-del-mundo/>

materia prima como diferentes tipos de siliconas, metales, plásticos y ciertos químicos, en la parte inferior identificamos empresas colombianas denominadas Gestores que se encargan de recoger, clasificar, separar los diferentes tipos de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Algunas de estas empresas que se encargan de realizar estas actividades son Lito y ECORAAE. Identificamos un primer nivel con proveedores de componentes eléctricos y electrónicos, como circuitos integrados, cables, baterías entre otros. Por otro lado, se identifican los **agentes clientes** de primer nivel tales como Claro, Movistar, Tigo entre otras operadoras de telefonía móvil que ofrecen dispositivos Samsung, otro tipo de clientes que se identifican de primer nivel son plataformas de venta de dispositivos móviles como Linio, Amazon, EBay, Falabella entre otros. Ya como clientes de segundo y último nivel está el **cliente final**, quien adquiere el producto por medio de un de los clientes de primer nivel.

Al final de la red de Samsung identificamos que el cliente final se encarga de ser un generador de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, que ingresan a la red como Inputs. Ciertas empresas se encargan de realizar toso este proceso entre ellas encontramos ECORAAE S.a.S, que es una compañía exportadora, dedicada a la comercialización, almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento y disposición final de residuos peligrosos, Aparatos Eléctricos y Electrónicos y otros excedentes industriales, el enfoque principal de esta compañía se basa en la recuperación de ciertos componentes y derivados de los RAEE para darles un tratamiento adecuado ya que algunos de estos elementos son nocivos para la salud del ser humano.

- **Tipología de la Red.** En esta red actúan varias organizaciones en la recuperación, por lo tanto se comporta como una red descentralizada, ya que consta de varias organizaciones involucradas en la recolección, clasificación y tratamiento de los RAEE.

Figura 6. Red de Valor de Samsung



Fuente. elaboración propia

- **Dimensiones de la Red.**

Tabla 6. Dimensiones Estructurales de Samsung

SAMSUNG	
Estructura Horizontal	Respecto a la estructura horizontal de Samsung se identifican 2 niveles Upstream y 3 niveles en la Configuración Downstream.
Estructura Vertical	Se identifican 14 proveedores y 5 clientes Samsung se identifica como la compañía
Posición Compañía Focal	focal, quien produce y comercializa diferentes tipos der AEE.

Fuente. elaboración propia

Como se identifica en la representación gráfica de la Red de Valor de Samsung y teniendo en cuenta los roles que desempeñan cada una de las organizaciones, se caracterizan los siguientes niveles: en la parte Upstream se cuenta con dos niveles, correspondiente a los proveedores de materias primas, componentes electrónicos y eléctricos para que la compañía focal pueda realizar sus actividades de producción. En la dimensión Downstream existen tres niveles correspondientes a los clientes, dentro de los cuales se encuentran los de primer nivel que son tiendas directas de la tienda Samsung, para el segundo nivel aquellas tiendas

comercializadoras tales como claro, movistar entre otras dependiendo de cada país, y finalmente, en el tercer nivel se encuentra el cliente final (consumidor).

5.3 CASO HUAWEI

Huawei es un proveedor líder en el mercado mundial de infraestructuras de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y dispositivos inteligentes. Gracias a las soluciones integradas en los cuatro dominios claves (redes de telecomunicaciones, tecnología de la información, dispositivos inteligentes y servicios en la nube), nos comprometemos a acercar la digitalización a cada persona, hogar y organización para lograr un mundo totalmente conectado e inteligente.

La producción se está convirtiendo en una industria inteligente totalmente conectada. Huawei ofrece una variedad de tecnologías emergentes que permiten que los fabricantes modernicen cualquier etapa del ciclo de vida de la producción. Estas soluciones inteligentes conectan la mano de obra, los sistemas de aplicación y la maquinaria inteligente para prepararse para el futuro de la fabricación conectada en red. Huawei cuenta con un rango de soluciones inteligentes, tales como Internet de las cosas (IoT) móvil, Cloud Computing y Big Data, para ayudar a las empresas a desarrollar procesos de fabricación más ágiles.

Huawei fue nombrada como la 68va marca más valiosa del mundo en Best Global Brands 2018, lanzada por la consultora de marcas líder Interbrand. Huawei trepó dos lugares desde 2017, y su valor de marca aumentó en un 14% llegando a los US\$ 7,6 mil millones. Según IDC, en el segundo trimestre de 2018, Huawei se convirtió en el segundo fabricante en participación de mercado global de Smartphones. Huawei es la única empresa china que se destaca en el ranking anual de las marcas más valiosas del mundo de 2018, según la revista Forbes, con un valor de marca de USD 8.400 millones.⁸¹

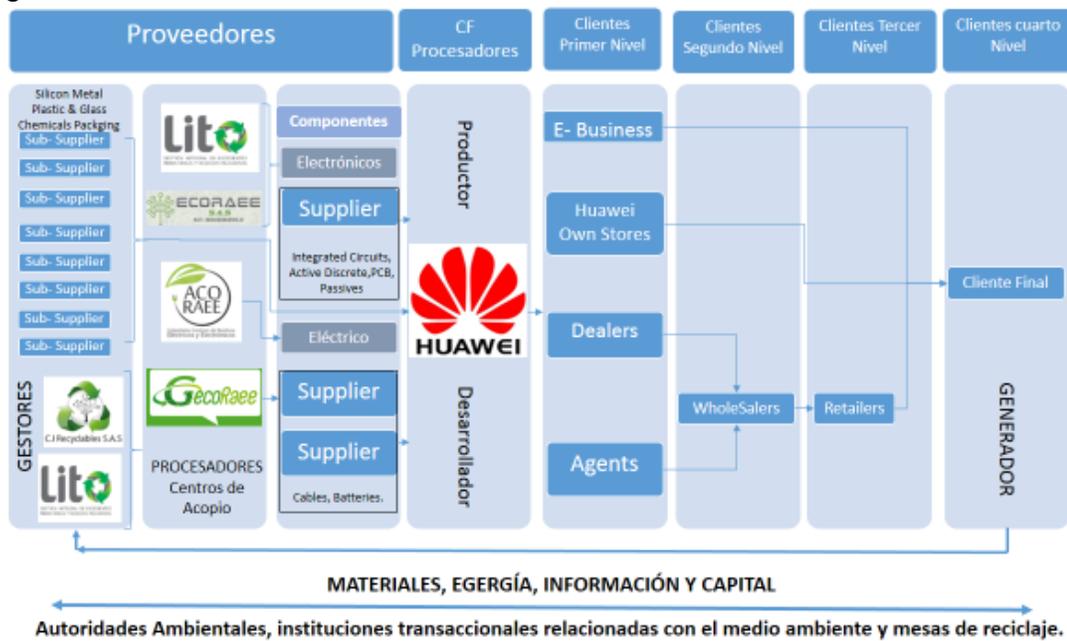
- **Agentes participantes.** Se identifica a Huawei como compañía focal, ya que se encarga de la producción directa de dispositivos electrónicos, se identifica la participación de proveedores de segundo nivel que se encargan de proveer a los de primer nivel y a la compañía de materia primas y de insumos que se requieren para la producción de AEE (Aparatos Eléctricos y Electrónicos). En este primer nivel también encontramos un grupo de Gestores que su principal

⁸¹ EYN, EMPRESAS Y MANAGEMENT, Huawei se posiciona como la marca china más valiosa, 10 de octubre de 2018- 18 de febrero de 2019. Disponible en: <https://www.estrategiaynegocios.net/empresasymangement/1223606-330/huawei-se-posiciona-como-la-marca-china-m%C3%A1s-valiosa-del-mundo-seg%C3%BA>

característica es la gestión logística que realiza para la recuperación del residuo, el desarrollo de su actividad no genera ningún tipo de tratamiento o transformación, debido a que se especializa en la recogida, distribución y entrega al centro de acopio. Su actividad está relacionada con la población vinculada al reciclaje o retorno de producto, siendo estos un soporte primordial en la recolección de residuos.⁸²

- Identificando a Huawei como la compañía focal, produce sus dispositivos tecnológicos en diferentes partes del mundo, pero teniendo como centro de operación en China. Al analizar los niveles Downstream de la red, se identifican cuatro niveles de clientes, clasificados de la siguiente manera, los clientes de primer nivel son los que tienen comunicación directa con la compañía focal, encontramos en este nivel relaciones E-Business, tiendas propias de Huawei, mayoristas y agentes de compra. En el segundo nivel encontramos a mayoristas o Wholesalers, en tercer nivel Minoristas o Retailers y por último en el cuarto nivel el cliente final.

Figura 7. Red de Valor de Huawei



Fuente. elaboración propia

- **Tipología de la Red.** En esta red actúan varias organizaciones en la recuperación, por lo tanto, se comporta como una red descentralizada, ya que

⁸² SUAREZ, MOLINA, VILLA. Mónica, Diseño de una red de valor de ciclo cerrado para la industria manufacturera de Bogotá, Colombia, Fundación Universidad de América, Facultad de Ingeniería. 5p

consta de varias organizaciones involucradas en la recolección, clasificación y tratamiento de los RAEE.

- **Dimensiones estructurales**

Tabla 7. Dimensiones Estructurales de Huawei

HUAWEI	
Estructura Horizontal	Respecto a la estructura horizontal de Samsung se identifican 2 niveles Upstream y 3 niveles en la Configuración Downstream.
Estructura Vertical	Se identifican 3 proveedores clientes
Posición Compañía Focal	Huawei se identifica como la compañía focal, quien produce y comercializa diferentes tipos de RAEE.

Fuente. elaboración propia

Como se identifica en la representación gráfica de la red de valor de Huawei como compañía focal, se observa que en su configuración horizontal cuenta con dos niveles Upstream identificados como los Suppliers que se encargan de agregar valor directo a la operación realizada por la compañía focal y los de segundo nivel que aportan a los de primer nivel conocimiento, utilidades, recursos y materias primas. En la dimensión Downstream se identifican tres niveles de clientes con diferentes canales de distribución, tales como E-Business, tiendas propias de la marca, mayoristas y minoristas. A final de la red se identifica el consumidor final y un nivel de retorno para las compañías que realizan el proceso de recolección, almacenamiento y tratamiento de los RAEE generados por los clientes finales.

5.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE CASOS MÚLTIPLES

Siguiendo la metodología de estudios de casos múltiples, y habiendo descrito las características principales de los factores claves tales como los agentes participantes, la tipología de red y las dimensiones estructurales, se procede a realizar un análisis comparativo de cada una de las redes, para posteriormente, basados en estos resultados tomar decisiones para la construcción de la red. Dicha comparación se realizará mediante la siguiente matriz en la siguiente figura.

Una vez realizada la figura de comparación se procede a validar dicha información y realizar los cálculos correspondientes.

Figura 9. Dimensiones estructurales de los casos

Compañía Focal	Intervención del Gobierno	Tipología	Dimensiones estructurales		Total agentes
			Total Upstream	Total Downstream	
Apple	Con presencia	Descentralizada	2	3	6
Samsung	Con presencia	Descentralizada	3	2	6
Huawei	Con presencia	Descentralizada	3	4	8

Para el total de agentes horizontales de la red se suma el número de agentes Upstream más el número Downstream. Para aquellas dimensiones en donde hay presencia del gobierno se suma uno (1) más al número de agentes.

Fuente. elaboración propia

6. REALIZAR UN DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS ACTUALES DE LOS RAEE TIPO III EN BOGOTÁ

El diagnóstico es el mecanismo por medio del cual se identifican las diferentes causas por medio de las cuales se está generando un problema y los posibles efectos que este dicho problema genera, de esta manera se realiza una visión más específica de las causas que generan la falla en la gestión de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá. Este diagnóstico se realiza en base a fuentes primarias y secundarias de la información, para luego recopilarlas en diferentes metodologías de análisis. Específicamente para realizar el diagnóstico de los procesos actuales de los RAEE tipo III se identificarán los procesos de recuperación y reciclado de un celular, un periférico, un computador y el sistema de gestión RAEE en general, estos procesos serán plasmados mediante un diagrama de flujo de proceso. A continuación, se identificarán las causas de cada uno de los procesos de recuperación antes mencionados mediante el diagrama de Ishikawa.

6.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Un diagrama de flujo de proceso o también llamado cursograma analítico, es una representación gráfica que permite conocer procedimientos administrativos o de fabricación, en donde se grafica la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, inspección-operación, demoras y almacenamientos, al igual puede incluir información necesaria para poder analizar el proceso, como los son: distancias recorridas y tiempos.⁸³

Este dispone de una simbología que representa cada secuencia logrando así visualizar el proceso global o curso de una persona, material o equipo. El diagrama de flujo de proceso puede basarse en tres opciones o variantes, la primera es un cursograma de operario el cual registra lo que hace el trabajador, el segundo es un cursograma de material en donde se registra todas las acciones que se le hacen al material y por último el tercero un cursograma de equipo en donde se registra como se usa el equipo.⁸⁴

Los símbolos de un diagrama de flujo de proceso señalan todas las acciones que se realizan secuencialmente y estos son los mostrados en la siguiente figura.

⁸³ UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN. Licenciada María Josefina Castilla - Sistemas de información II. Ciencias económicas, Argentina. [Sitio Web]. [Consulta 15 Abril 2019]. Archivo pdf. Disponible en: <http://www.facso.unsj.edu.ar/catedras/ciencias-economicas/sistemas-de-informacion-II/documentos/cursog.pdf>

⁸⁴ INGENIO EMPRESA. El cursograma: herramienta del ingeniero industrial. 2016. [Sitio Web]. [Consulta 15 Abril 2019]. Archivo pdf. Disponible en: <https://ingenioempresa.com/cursograma/>

Cuadro 38. Simbología del diagrama de flujo de proceso

Símbolo	Significado	Descripción
	Operación	Indica las principales fases del proceso en donde ocurre una transformación
	Inspección	Verifica la cantidad o calidad conforme a especificaciones preestablecidas
	Inspección y operación (Combinada)	Indica varias actividades simultáneamente, una operación y revisión
	Transporte	Indica el movimiento o traslado de un lugar a otro
	Almacenamiento	Indica un depósito de un objeto bajo vigilancia del almacén
	Demora	Indica una demora entre dos operaciones o abandono momentáneo

Fuente: SmartDraw. Disponible en: <https://www.smartdraw.com/flowchart/simbolos-de-diagramas-de-flujo.htm>

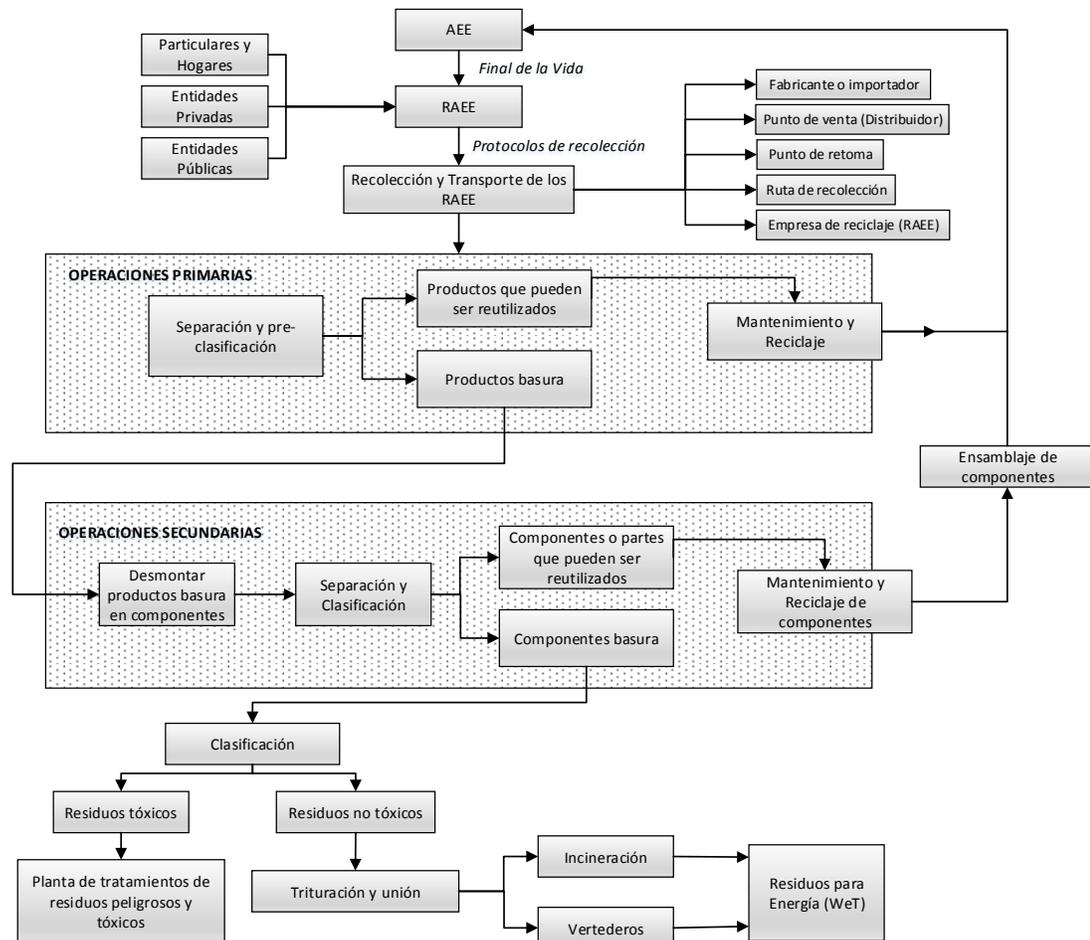
Con un diagrama de flujo de proceso se puede visualizar y dar esquema a un grupo de actividades administrativas globalmente, estos permiten conocer todas las unidades funcionales dentro y fuera de la organización y que hacen parte del procedimiento, las operaciones que se llevan a cabo y los debidos controles que se deben realizar en el proceso, los diferentes cursos de acción que sean posibles dentro del proceso, los debidos formularios y soportes de información que se involucran en el proceso y su correspondiente ordenamiento en los archivos.

Este diagrama de flujo de proceso busca identificar y mejorar los procesos y actividades que no den valor al producto, procedimiento o fabricación, como lo son mejorar las actividades que no agreguen valor al producto como lo son la inspección, el transporte y almacenamiento. También para ver que retrasos se están produciendo en el procedimiento, poder dar registro a las operaciones y períodos no productivos, poder dar mejora y crear un nuevo método, distancias recorridas que son innecesarias, el almacenamiento temporal y el manejo de los diferentes materiales, detectar errores en el proceso global, reiteraciones u omisiones que se estén dando y así poder establecer un procedimiento más eficiente.⁸⁵

⁸⁵ CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA CADENA METALMECÁNICA COLOMBIANA (CRTM). Módulo 2: Distribución en planta. [Sitio Web]. [Consulta 15 Abril 2019]. Archivo pdf. Disponible en: <http://www.crtmdelpacifico.org.co/media/MaterialModulo2MPP.pdf>

6.1.1 Proceso de recuperación y reciclado de los RAEE.

Figura 10. Diagrama de bloque de recuperación y reciclado de la gestión de los RAEE



Fuente: elaboración propia, con base en.^{86 87}

Para poder realizar el proceso de recuperación y reciclaje de los RAEE y su debida gestión se necesita de una estrategia la cual incluya una metodología apropiada de recolección y acopio, buenas técnicas de clasificación y separación, establecer un proceso de reciclaje y reúso mediante el mantenimiento de estos residuos de

⁸⁶ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, 2010. [Sitio Web]. [Consulta 12 Marzo 2019]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

⁸⁷ JAISWAL, Anand; SAMUEL, Cherian, PATEL, Bharat S; KUMAR, Manish. Go Green with WEEE: Eco-friendly approach for handling e-waste. India, 2015. Procedia Computer Science 46 (2015) 1317-1324. [En línea]. [Consultado 12 Marzo 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915000605>

Aparatos Eléctricos y Electrónicos y lo restante debe llegar a los rellenos sanitarios o tengan su adecuada incineración. El proceso de reciclaje es uno de los más fundamentales al momento de gestionar los RAEE, este proceso se puede definir como la secuencia de unas unidades de proceso con el fin de poder recuperar componentes, partes o materiales que puedan ser reutilizados en un futuro.

Toda la gestión de recuperación y reciclaje de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos inicia con una obsolescencia de un AEE, debido al tiempo de uso se convierte en un residuo o desperdicio al final de su vida útil, y estos son desechados por los usuarios, estos pueden ser de particulares y hogares, entidades privadas o entidades públicas. Todo iniciaría con la gestión de recolección de los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos de diferentes fuentes. Se diría que es una etapa de alta importancia y bastante clave para poder tener un adecuado sistema de reciclaje de RAEE, la recolección y el transporte de los residuos son los principales costos en el proceso de gestión de recuperación y reciclaje de los RAEE.

La recolección y su transporte pueden darse en cuatro diferentes formas:

- a) **Fabricante o importador:** estos se encargan directamente de recolectar o recibir los RAEE que venden (de su marca).
- b) **Punto de venta (distribuidor):** se establece que el minorista, distribuidor o el punto de venta directo con el cliente es el encargado de dar recolección a los RAEE o servir como un punto de retoma.
- c) **Puntos de retoma:** son los puntos establecidos para la entrega o recolección de RAEE, en donde el propio consumidor puede llevar los residuos, podría llamarse también **Punto de entrega**, aquí los RAEE pueden depositarse teniendo adecuados contenedores para su reciclaje.
- d) **Recolección directa por la empresa de reciclaje:** o también denomina como **Ruta de recolección**, es una de las formas de recolección y transporte más utilizado en países Europeos, pueden establecerse de tres formas, la primera de ellas es que la empresa recicladora hace recolección periódica de los residuos en diferentes sitios como una ruta ya dada. La segunda es que la empresa recibe los RAEE directamente de los usuarios y estos se encargan de llevarlos a la empresa recicladora o por último la empresa puede hacer directamente la recolecta de los RAEE.

Se tener en cuenta que tanto los puntos de retoma y recolección, las instalaciones y almacenamientos y el transporte tienen unos requisitos técnicos para su adecuado y óptimo reciclaje de los RAEE⁸⁸.

⁸⁸ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, 2010. [Sitio Web]. [Consulta 12 Marzo 2019]. Archivo pdf.

El transporte de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos tiene una consideración importante para poder realizarla, esta depende directamente del tipo de residuo que se esté transportando y el grado de desensamble o reciclaje se deba realizar, se puede transportar todo el residuo como son equipos enteros en desuso o también componentes de este debido a un desensamble anterior. Se pueden distinguir:

- Transporte de quipos enteros en desuso
- Transporte de componentes y partes desensambladas

Al igual que la recolección, el transporte tiene unos requisitos técnicos para su correcta y debida gestión. Existen unas condiciones generales para el transporte de los RAEE, algunos de ellos son:

- Si se realiza el transporte de RAEE en estibas, se debe envolver toda la estiba con una película plástica cuando esta esté cargada.
- Se debe asegurar siempre que los RAEE no estarán a la intemperie.
- Cuando se realice el transporte se debe garantizar que personas no autorizadas tengan acceso a la carga, para así poder evitar la pérdida o suma de partes o piezas de equipos sin tener una supervisión.
- Toda la carga que se va a transportar en el vehículo debe estar óptimamente empacada, acomodada, apilada, sujeta, estibada y cubierta de tal manera que esta no represente ningún peligro para el medio ambiente y las personas.
- Se debe proteger mientras ocurre el transporte los RAEE, en general no se requiere que se ponga espumas o cartones entre los residuos, pero en tal caso que estos lo requieran se deben ponerlos para asegurar que la carga llegue en buen estado.
- En caso de transportar impresoras o fotocopiadores en desuso, se debe tener un sistema de recolección de derrames de tinta para así poder evitar la contaminación del medio ambiente y de los componentes de esta u otros que se transporten.
- Se debe tener como mínimo dos extintores de tipo multipropósito, uno en la cabina del vehículo y otro cerca a la carga o un sitio que sea de fácil acceso en caso de presentarse una emergencia y tener personas preparado si es necesario utilizarlos.⁸⁹

Disponible en: http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

⁸⁹ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, 2010. [Sitio Web]. [Consulta 12 Marzo 2019]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

Dentro de las operaciones primarias y secundarias tenemos un reuso, este se define como la prolongación de la vida útil de los aparatos eléctricos y electrónicos usados, y estos vuelven a entrar al mercado. El reciclaje y el reuso son diferentes, en el primero de ellos es imprescindible descomponer los equipos en residuos o partes, mientras que en el reuso se conserva el equipo totalmente, en donde se mantiene un valor mayor mediante un mínimo esfuerzo.

Se podría considerar un nuevo sector económico el reuso, ya que este es beneficioso por la reventa de los equipos a precios más bajos que los nuevos aparatos eléctricos y electrónicos. Con poco alineamiento de las actividades ya existentes se puede dar un nuevo tipo de industria en donde se da nuevas oportunidades a los RAEE volviendo a comercializarlos. Para darse este reuso es importante tener en cuenta dos ámbitos: el primero de ellos es que existe unas actividades de clasificación y reciclaje, con requerimiento de formación para mano de obra no calificada o con un empleo de perspectivas limitadas y la segunda es que este reuso puede beneficiar a muchas familias que no tienen acceso a bienes de alto valor monetario ya que estos AEE son más baratos que los nuevos, con lo que disminuye una brecha social. Existen tres formas de reuso:

- **Reusó directo de aparatos completos.** Es donde se reutiliza el equipo usado sin realizarle ninguna adecuación o separación al equipo, en cuando el aparato tiene buen funcionamiento y puede:
 - Venderse a título particular a tiendas de segunda mano.
 - Venderse entre consumidores.
 - Donarse a familias, amigos o fundaciones.
- **Reutilización de componentes sin pérdida funcional.** Es un equipo en la cual su restauración o reparación completas no son económicamente viables, pero que puede contener componentes que pueden ser reutilizadas. Aquí se realiza un desensamble simple y con mucho cuidado de no dañar estos componentes.
- **Reacondicionamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.** Es un proceso técnico de renovación o restauración, en donde se realiza un mantenimiento para poder restablecer completamente las funciones y estética del equipo en reuso y este puede volver a iniciar un nuevo ciclo de vida.⁹⁰

⁹⁰ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, 2010. [Sitio Web]. [Consulta 12 Marzo 2019]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

El siguiente proceso es la clasificación y evaluación de los RAEE, esta es la operación principal donde se lleva a cabo la preclasificación y segregación de la basura electrónica.⁹¹ El principal propósito en este proceso es clasificar los productos que tienen un correcto funcionamiento y los que no, ya que los que están funcionando pueden reutilizarse y estos van al proceso de reúso que se mencionó anteriormente, después de haber realizado el debido mantenimiento y reparación. En la preclasificación los equipos que funcionan correctamente se envían para el reúso y el resto se reenvía a la operación secundaria.

En la operación secundaria, lo primero que se realiza es desensamblar los equipos y productos de la chatarra en componentes y luego realizar el proceso de separación y clasificación en dos categorías. Muchas plantas recicladoras se basan en una separación y desmontaje manual y este es otro de los costos que más incide en los costos totales de la gestión de los RAEE. Estos componentes y residuos electrónicos pueden separarse de forma mecánica en varias partes, como lo son en metales (hierro, cobre aluminio, etc), plásticos, cerámicas, papel, madera, dispositivos como condensadores, baterías, tubos de imagen, LCD, tableros de circuitos, etc. Estos componentes van a dos categorías, ir a mantenimiento y reparación para reingresar nuevamente a un ciclo de vida o componentes desechados.

La siguiente etapa es la clasificación puede ser manual o automática en donde se eliminan los elementos peligrosos como baterías y otros, componentes prohibidos por las directivas de los RAEE, y se clasificación en material de bajo y alto grado. Los componentes que son tóxicos o peligrosos pueden ser tratados. Después se llevan a plantas de tratamiento de residuos tóxicos y los que no son tóxicos pueden procesarse para ser llevado a rellenos sanitarios o a la incineración. Esta categoría está dada por procesos mecánicos, como la impactación física, fragmentación o trituración y granulación, hasta llegar a reducir en mayor medida su tamaño, las sobras se pueden tratar a través de modos de manejo de residuos sólidos.

Lo que se sugiere para tener una red de valor de ciclo cerrado verde es un enfoque de clasificación de tres niveles en el que los dos primeros pasos de clasificación, ya sean los productos o sus componentes reutilizables puedan ser llevados nuevamente a un ciclo de vida y poderles dar un reúso, y el último paso de clasificación son los residuos tóxicos, estos se deben clasificar para que se tenga y se realiza su debido manejo. Todo lo anterior nos lleva a poder gestionar los

⁹¹ JAISWAL, Anand; SAMUEL, Cherian, PATEL, Bharat S; KUMAR, Manish. Go Green with WEEE: Eco-friendly approach for handling e-waste. India, 2015. Procedia Computer Science 46 (2015) 1317-1324. [En línea]. [Consultado 12 Marzo 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915000605>

residuos de aparatos electros y eléctricas de una maneja eficiente, que sea rentable, que cuide el medio ambiente y la salud humana.⁹²

6.1.2 Proceso de recuperación y reciclado de un celular.

Figura 11. Diagrama de flujo de recuperación y reciclaje de un celular

CELULAR							
Proceso: Proceso de Recuperación y Reciclado de un Celular				Resumen			
Fecha: 12 de Marzo 2019				Actividad	Actual	Propuesto	
Analistas: Sandra Martínez Acuña				Operación	6	-	
Método: <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto				Inspección	1	-	
Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Operario Máquina <input type="checkbox"/>				Operación- Inspección	1	-	
				Transporte	2	-	
				Demora	-	-	
				Almacenamiento	-	-	
No	Actividad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observaciones
1	Recolección de los celulares	x					Consumidores
2	Transporte a las instalaciones de almacenamiento y reenvío				x		Segrega en dos grupos
3	Reventa de componentes			x			Componentes revendibles
4	Separar celulares y baterías	x					Similares actividades
5	Desensamblar	x					Desmontaje de celulares y de baterías
6	Separación (mecánica y magnética)	x					Separación de celulares y de baterías
7	Fundición, refinación, reprocesamiento e incineración	x					Piezas de metal y tableros de cableado, plásticos y otros
8	Reúso	x	x		x		Materiales

Fuente: elaboración propia, con base en.⁹³

El proceso de recuperación y reciclaje de los celulares o también llamados teléfonos móviles, se pudo evidencia que para su correcta gestión de reciclaje se deben tener en cuenta ocho actividades fundamentales, que se pueden dividir en tres etapas fundamentales. Se inicia por un desuso por parte del consumidor de celulares por

⁹² JAISWAL, Anand; SAMUEL, Cherian, PATEL, Bharat S; KUMAR, Manish. Go Green with WEEE: Eco-friendly approach for handling e-waste. India, 2015. Procedia Computer Science 46 (2015) 1317-1324. [En línea]. [Consultado 12 Marzo 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915000605>

⁹³ TANSKANEN, Pia. Nokia Corporation. Electronics Waste: Recycling of Mobile Phones. Finland. [En línea]. [Consulta 12 Marzo 2019]. Archivo pdf. Disponible en: http://cdn.intechopen.com/pdfs/37110/InTechElectronics_waste_recycling_of_mobile_phones.pdf

parte de particulares y hogares, entidades públicas o privadas, es decir el celular finaliza su ciclo de vida.

La primera etapa es una recolección de los celulares, esta se puede también clasificar según la gestión de los RAEE en general, esta recolección se da por el fabricante o importador, en un punto de venta, punto de retoma o una recolección directa por la empresa de reciclaje también llamada ruta de recolección. Luego se procede a almacenar y revender algunos de los componentes que están funcionando correctamente. Los equipos celulares o componentes que aun estén y funcionen correctamente son revendidos en el mercado.

En una segunda etapa del proceso de reciclaje, se realiza una separación por parte de la compañía que está realizando la recuperación y el reciclaje, se separa el celular y las baterías inicialmente, esta separación puede ser manuales aunque se debería realizar mecánica y magnéticamente. Posteriormente vienen un desensamble tanto de los celulares como de las baterías separadamente. Los residuos que se obtienen de este desensamblen tanto del celular como de las baterías se clasifican según el tipo de material que se obtiene, que puede ser en piezas metálicas o tableros de cableado, plástico y otros materiales.

En una tercera parte del proceso, la empresa que está a cargo del reciclaje y recuperación de los celulares y sus componentes con las partes metálicas y tableros de cableado lo que realiza es ya sea fundir el cobre encontrado y los metales precisos que se obtengan se refinan y todo al final se reutilizan como materiales o materia prima. En cuanto al plástico obtenido se les realiza un reprocesamiento y los procesan como plásticos de grado inferior, y el resto de plástico se incinera para así recuperar energía.⁹⁴

6.1.3 Proceso de recuperación y reciclado de un periférico. El proceso de recuperación del valor de un periférico en este caso una impresora, debe ser analizada desde el momento en que el cliente desecha la impresora. A medida que avanza la tecnología los componentes usados en la fabricación de impresoras son cada vez más inocuos para el medio ambiente, pero se siguen utilizando plásticos y diferentes tipos de elementos contaminantes que se deben tratar aparte debido que el reciclaje de nuestra impresora se convierte en una cuestión de salud medioambiental y de responsabilidad propia.⁹⁵

⁹⁴ IELTS – Write Right. Academic Module. [En línea]. [Consulta 12 marzo 2019]. Archivo pdf. Disponible en: <https://es.slideshare.net/amirkharazmkia/writing-right-69915729>

⁹⁵ QUECARTUCHO. Segunda vida a los cartuchos. [En línea]. [Consulta febrero 2019]. Posted by QUECARTUCHO.ES 22 AGOSTO, 2017. Disponible en: <https://quecartucho.es/blog/donde-tirar-la-impresora-una-impresora-desuso/>

Existen diferentes programas de reciclaje de marcas, muchas de estas compañías ofrecen la facilidad para reciclar impresoras que ya no se usan o que están en mal estado y han sido remplazadas por nuevos dispositivos de impresión, en ocasiones permiten obtener un descuento en la compra de un próximo modelo en caso de ofrecer una impresora obsoleta a cambio.

En el siguiente diagrama se identifican las actividades por medio de las cuales se realiza el proceso de recuperación y reciclado de una impresora, dichas actividades son clasificadas dependiendo si son una operación, una inspección, un transporte, una demora o un almacenamiento.

Las impresoras son clasificadas por los métodos de impresión subyacentes que emplean, un sin número de tecnologías han sido desarrolladas en los últimos años del siglo 21.

Por ejemplo, una impresora monocromática solo puede producir imágenes de un color, usualmente dicho color es el negro o ciertas graduaciones de tonos de este color, tal como una escala de grises. Una impresora de color por su parte produce imágenes de múltiples y diferentes colores, a partir de la combinación simultánea de la menos tres de los siguientes fundamentales colores; el magenta, el cyan y el amarillo. El color negro por su parte acompaña y mejora la impresión de diversas tonalidades. Este sistema es conocido por el nombre de Sistema CMYK.

Se han identificado que en el mercado de las impresoras existen dispositivos profesionales y semiprofesionales que son usados en diferentes ámbitos como es el hogar, empresas, compañías, laboratorios de revelado fotográfico entre otros.⁹⁶

Gama de Aparatos

- Impresora Láser. Este tipo de impresora es aquella que permite imprimir ya sean textos o gráficos, tanto en escala de colores como a blanco y negro, con una gran calidad. Este dispositivo de impresión consta de un tambor fotoconductor unido a un depósito de tóner y un haz laser. Para realizar una impresión láser monocroma se hace uso de un solo tóner. Si la impresión es a color es necesario contar con cuatro (uno por cada color de base)

⁹⁶ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. Lineamientos Técnicos para el Manejo de RAEE. Julio de 2010. . [En línea]. [Consulta 10 febrero 2019]. Pdf Disponible en: http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

- Impresora de matriz de punto. Este es un tipo de impresora con una cabeza de impresión que se desplaza de izquierda a derecha sobre la página, realizando la impresión por impacto, oprimiendo una cinta de tinta sobre el papel, siendo de forma singular o similar a la forma en que funciona una máquina de escribir. A pesar de que son buenos dispositivos pierden eficacia con el Tiempo.
- Impresora térmica. Este dispositivo obtiene la imagen mediante el calentamiento de papel sensible al calor. Este es un sistema de gran uso en terminales de venta, cajeros automáticos, para imprimir tiquetes o recibos, o para crear etiquetas. Estas impresoras o dispositivos tienen la ventaja de no requerir más mantenimiento que la sustitución del rollo de papel.
- Impresoras de inyección de tinta. Este tipo de impresoras son hoy en día las más usadas y se han convertido en la competencia de las impresoras a laser, además por su impresión de buena calidad a bajo precio. Esta tinta se obtiene de cartuchos reemplazables, algunas de estas utilizan cartuchos separados, quiere decir un cartucho para la tinta negra y otro para la de color, en donde se encuentran los tres colores básicos

Componentes que pueden traer sustancias peligrosas.

- Tarjetas de circuito impreso. Estos se encuentran dependiendo del modelo de la impresora en diferentes ubicaciones o posiciones como por ejemplo en las partes laterales o detrás de los elementos de mando.
- Condensadores electrolíticos grandes. Especialmente en equipos antiguos y grandes, las tarjetas de circuito impreso pueden tener condensadores electrolíticos grandes, mientras que en las tarjetas de equipos nuevos se encuentran pilas de respaldo. Los condensadores normalmente se ubican como en todos los equipos de voltaje bajo, cerca de la fuente de poder o en la tarjeta de circuito. En los equipos o dispositivos más recientes estos condensadores normalmente son menores a 25 mm de diámetro o de largo.
- Tubos fluorescentes y pantallas LCD. Todas las impresoras láser contienen tubos fluorescentes y pantallas LCD para el menú de control. También contienen pilas de respaldo en caso de fallo de corriente.
- Entrega por parte del cliente o consumidor final. Al final de la vida útil de la impresora, cada usuario decide el momento en que desea desechar el producto y por medio de qué forma quiere hacer, de tal manera que este se convertiría en el principal paso para que las impresoras ingresen a un proceso de reutilización, reusó o reciclado según su estado.

- **Recolección.** La etapa clave y decisiva para un sistema de reciclaje RAEE está en el proceso de la recolección, ya que un sistema de recolección eficaz depende de los esquemas de recolección accesibles y eficaces para el usuario y de la divulgación de información a los usuarios de forma coherente y adecuada para gestionar una buena recolección de diferentes modelos y tipos de impresoras.

Se ha identificado que una de las actividades que más costos tiene en su desempeño o realización es la etapa de la recolección y específicamente en el caso de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, que muchas veces como es el caso de las impresoras son voluminosos y delicados, lo que resulta en costos representativos que pueden depender principalmente de la distancia, cantidad y calidad de los RAEE.

Figura 12. Diagrama de flujo de recuperación y reciclaje de una impresora

PERIFÉRICOS (IMPRESORA)						
Proceso: Process of recovery and recycling of a Printer Machine		Resumen				
Fecha: 11 de Marzo de 2019		Actividad	Actual	Propuesto		
Analistas: Miguel Suarez		Operación	6	-		
Método: <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto		Inspección	3	-		
Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Operario		Operación-Inspección	1	-		
Máquina <input type="checkbox"/>		Transporte	2	-		
		Demora	-	-		
		Almacenamiento	1	-		

No	Actividad	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observaciones
1	Entrega Cliente		x					Client
2	Recolección	x						Collection
3	Trasporte				x			Transport
4	Almacenamiento Seguro						x	Secure WareHouse
5	Destruccion de Datos	x						Data Destruction
6	Pruebas de Equipo y Serial		x					Equipment Testing and Serial
7	Registro de Partes			x				Asset Recording
8	Separación y reciclaje de equipos	x						Equipment Separation and Recycling
9	Separacion y tratamiento de Elementos y materiales	x						Metal, Glass, Plastics and Printer Cartridges
10	Especialista el Reciclado	x						Specialist Downstream Recycler
11	Reuso	x	x		x			Reuse

Fuente. elaboración propia

A parte de esto, el cálculo de la capacidad estimada no es tan fácil debido a las diferencias en la vida útil de los equipos y la existencia de mercados de segunda. Toda la recuperación de un producto depende no solo de su vida útil, sino de la capacidad de almacenamiento de las viviendas (mayor en las zonas rurales que en las ciudades) y del comportamiento y los hábitos de la gente. Para poder calcular la cantidad aproxima de RAEE que se genera en una zona se emplea dos métodos fundamentales: el método del uso y consumo y el de la oferta del mercado. Los dos métodos propuestos se basan en estimaciones acerca de la oferta típica de AEE, en el promedio de peso y vida útil, en la situación socioeconómica de la zona geográfica y en el tiempo que se almacenan en los hogares, según datos estadísticos y el tipo de AEE que se consuma.

El principio para la recogida o recolección re impresoras existen las siguientes opciones presentadas en la siguiente imagen:

Figura 13. Diagrama de flujo de recuperación y reciclaje de una impresora



Fuente. elaboración propia

- Trasporte.** El procedimiento de transporte de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos depende del tipo de residuo en este caso las impresoras y el nivel de desensamble o reciclaje que se tenga, ya que se puede transportar equipos enteros en desuso o sus componentes posteriores a un desensamble. Existen ciertos tipos de requisitos técnicos donde se abarcan unas condiciones generales para el transporte de RAEE, unas características de empaque requeridas para el transporte de equipos enteros en desuso y unas características de empaque requeridas para el transporte de partes y componentes.

Condiciones generales para el transporte de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Para este transporte se deben tener en cuenta una serie de parámetros para que el transporte de los dispositivos sea el correcto, entre ellos tenemos la protección contra la intemperie, en todo el momento del transporte de la impresora se debe evitar que las personas no autorizadas tengan acceso a la carga, con el fin de evitar la adición o pérdida de partes o piezas de equipos sin supervisión. Toda la carga que debe estar debidamente empacada, acomodada, estibada, apilada y sujeta de tal forma que no genere ningún riesgo a la vida de las personas o al medio ambiente, en caso en que el transporte se esté realizando en estibas estas deben ser envueltas en una película de plástico cuando se realice la carga, para este caso de las impresoras se debe tener un sistema de derrame de tintas para evitar contaminación del medio ambiente y de los demás componentes transportados. Se deben portar por lo menos dos (2) extintores tipo multipropósito, los cuales deben ubicarse uno en la cabina del medio de transporte y la otra cerca al lugar de la carga en un sitio de fácil acceso.

- Almacenamiento seguro.** Los siguientes son requerimientos técnicos básicos para las instalaciones de almacenamiento de impresoras luego de ser desechadas por parte del cliente final.

- Protección contra la intemperie. Todo almacenamiento de las impresoras debe realizarse en temperatura ambiente y protegido de la intemperie, con el fin de evitar que agentes contaminantes puedan afectar al medio ambiente debido a los efectos del tiempo y permitir el debido procedimiento que se le realizara a la impresora.⁹⁷
- Pisos. Estos deben ser impermeables para evitar cualquier infiltración al suelo que pueda causar una contaminación de medio ambiente.
- Capacidad. La capacidad debe ser la adecuada para manejar la cantidad adecuada de impresoras en sus diferentes tamaños.
- Protección contra el acceso no autorizado. El RAEE de impresoras debe ser protegido de ser parte de una extracción por parte de personas extrañas a la actividad, quienes pueden sacar piezas, equipos entre otros, fomentando un reciclaje informal que descentralice el alineamiento de la red.
- Registros. Se deben realizar los registros pertinentes de las diferentes impresoras que se recojan, que se transporten y que se desensamblen, al igual que de las partes recuperadas y desechadas.
- Procedimientos. Debe realizarse un control y un registro de los procedimientos del almacenaje adecuado que se realicen en las diferentes plantas o sitios de almacenaje que pueden ser los mismos de operación.
- Personal. Todo el personal que tenga cualquier tipo de contacto con las impresoras desechadas, debe estar debidamente capacitadas y entrenadas para cumplir con los procedimientos del almacenamiento.
- Almacenamiento y empaque. Todas las impresoras que ingresen al proceso de recuperación o reciclado deben ser almacenadas de manera práctica, para su movimiento, transporte, carga y descarga, preferiblemente en estibas.

Existen algunas características de empaque requeridas para el transporte de equipos enteros en desuso como lo son las impresoras.

- De ser posible todas las impresoras y otros equipos deberán ser empacados individualmente.
- Ubicar las impresoras más grandes y pesadas en la base de la estiba
- Si no se poseen cajas de cartón para cada impresora se deberá incluir divisiones de cartón entre una impresora y otra.
- Para evitar el derrame de tintas y de tóner, se deben colocar los equipos en contenedores y envases impermeables.

⁹⁷ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. Lineamientos Técnicos para el Manejo de RAEE. Julio de 2010. . [En línea]. [Consulta 10 febrero 2019]. Pdf Disponible en: http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

- **Destrucción de datos.** Algunas fotocopiadoras e impresoras tienen la posibilidad de en sus memorias guardar datos y documentos, configuraciones entre otras operaciones que se pueden usar sin necesidad de un dispositivo sino directamente con la memoria interna de las impresora, esta información almacenada en los dispositivos puede ser confidencial de organizaciones, compañías y demás entidades que guardan información en sus dispositivos, esta información debe ser eliminada de las impresoras y destruida por parte de personal autorizado, de tal manera que se guarde la privacidad de las empresas.
- **Pruebas de equipo y serial.** Estas son pruebas ya específicas que se le realizan a las impresoras para investigar su serial e identificar el origen de cada equipo, para evaluar si la compañía productora tiene algún programa de tratamiento luego del uso y desecho de las impresoras. De lo contrario se procede a realizar una prueba de funcionamiento del dispositivo, si enciende si algunas de sus partes son funcionales aún, si el dispositivo fue desechado por cambio, pero este sigue funcionando y podría continuar su ciclo de vida en algún lugar.
- **Registro de partes.** Al ingresar las impresoras una planta de tratamiento de RAEE se debe realizar un respectivo registro de las diferentes partes que conforman a las impresoras, como lo son tapas, vidrios, toners, cables, escaparates entre otros. Esto se debe registrar en documentos para pasar al inventario e identificar si las partes que se registran son para desechar, tratar, dar un segundo ciclo de vida entre otras decisiones que pueden tomarse con las partes de las impresoras.
- **Separación y reciclaje de equipos.** Normalmente esta clasificación y la selección de las impresoras en desuso se realiza con base a las características físicas que son determinadas sin la necesidad de encender los equipos, es decir que no necesariamente el hecho de que no encienda la impresora no significa que no puede ser usado posterior mente. Algunos de los criterios permiten establecer si el equipo cumple con los estándares mínimos que se tienen contemplados como los siguientes:
 - La edad de la impresora: esto es un dato súper importante ya que se puede analizar en gran medida el consumo que realice de energía y agua.
 - El tipo y el modelo del aparato: esto sirve para poder identificar si el producto se ha quedado obsoleto con la aparición de tecnología alternativa
 - La demanda de dichos aparatos según su capacidad, función, la utilidad.
 - El estado general de la impresora

De dicha manera se podrá identificar de forma preliminar aquellas unidades que tienen limitaciones en cuanto a la tecnología de sus componentes, su ausencia o el estado que se encuentran funcionando.

- **Separación y tratamiento de elementos y materiales.** Esta separación se puede hacer de manera manual, mecánico o combinando ambas técnicas. Luego que se hayan extraído los contaminantes que pueden estar presentes en las impresoras, algunas se pueden destinar a procesos de reciclaje, de donde se obtienen tres grandes grupos de materiales: vidrios, plásticos y metales. En términos generales, este aprovechamiento y valorización de componentes, materiales y subproductos procedentes del reciclaje de las impresoras, puede proceder a fundirse, la refinación, la recuperación química y la incineración controlada:
 - Fundición. Se refiere a la fundición y el reciclaje común de metales ferrosos.
 - Refinación térmica y química. Se refiere a la recuperación de los metales nobles, no ferrosos, contenidos en las tarjetas de circuito impreso y en otros residuos eléctricos y electrónicos, a través de procesos térmicos o químicos.
 - Incineración. Los residuos sin valor, no aprovechables o con contenidos peligrosos son incinerados bajo altos estándares técnicos que permiten la recuperación de valor energético en forma de energía eléctrica y evita la contaminación

Desensamble adecuado de la impresora:

- Abrir la impresora y desensamblarla hasta encontrar la tarjeta de circuito impreso
 - Identificar y extraer los condensadores grandes (fuente de poder/tarjeta)
 - Sacar las pilas de respaldo y las baterías
 - Extraer los tubos fluorescentes
 - Extraer el tóner y cartuchos sobre todo cuando la impresora sea a color, también se recomienda sacar los tóner y los cartuchos que solo contienen tinta negra.
 - Extraer posibles pantallas LCD
- **Reusó.** El reusó de las impresoras sirve para prolongar la vida útil de estas, de manera que puedan introducirse al mercado. A diferencia del reciclaje, para el cual es imprescindible descomponer los equipos en desuso y partes, en el reusó se conserva íntegro el estado de las impresoras con lo cual se mantiene un valor mayor.

El reusó también reporta unos beneficios por la reventa de los productos a precios inferiores que los nuevos. Esto se considera como un nuevo sector económico. Los beneficios relacionados con el reusó de las impresoras en desuso revisten especialmente importancia en dos ámbitos, por un lado dichas actividades ofrecen un trabajo interesante de clasificación y reciclaje, además de formación para mano de obra no calificada con perspectiva de empleo limitadas, y por otro lado, las impresoras reutilizadas, por ser mucho más baratas que las nuevas, permiten a las familias menos favorecidas acceder a bienes que, de otro modo, no podrían permitirse, con algo que se disminuye la exclusión social.

Principalmente existen las siguientes opciones para el reusó de las impresoras:

- Reusó directo de aparatos completos: consiste en la reutilización directa del equipo usado sin realizarse ninguna adecuación, estas impresoras pueden: venderse a título particular a tiendas de segunda mano, venderse entre consumidores o donarse gratuitamente a familiares y amigos.
- Reutilización de componentes sin pérdida funcional: algunos de los componentes que contienen algunas impresoras son aun funcionales, para este fin estas impresoras deben ser desensamblados con el mayor cuidado con el fin de no dañar los componentes o partes que aún pueden ser usados.
- Reacondicionamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: el reacondicionamiento y la reparación son procesos técnicos de renovación y restauración, en los cuales se restablecen completamente las condiciones funcionales y estéticas de un equipo en desuso de tal forma que el equipo pueda ser usado en un nuevo ciclo de vida.⁹⁸

6.1.4 Proceso de recuperación y reciclado Computador. El proceso de reciclado y recuperación de un computador se refiere a todo el reprocesamiento y la utilización de ordenadores de mesa y portátiles que han sido desechados o han sido considerados obsoletos. También incluye componentes informáticos como monitores, pantallas, teclados, placas base, ratones y procesadores centrales. El reciclaje de computadoras se hace para reducir los vertederos, conservar los preciosos recursos no renovables y promover la salud humana y ambiental mediante la eliminación de computadoras y sus partes de una manera amigable con el medio ambiente.⁹⁹

⁹⁸ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. Lineamientos Técnicos para el Manejo de RAEE. Julio de 2010. . [En línea]. [Consulta 10 febrero 2019]. Pdf Disponible en: http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

⁹⁹ BUYEQUIP. Recycle electronics: preventing waste to landfill. [En línea]. [Consulta 15 marzo 2019]. Disponible en: <https://buyequip.com.au/ewaste-recycling/>

Los ordenadores suelen estar hechos de Cadmio, silicio, plomo, mercurio, hexavalente y muchos otros materiales, todos estos metales, alambres, plásticos forman un solo componente de un ordenador que requiere un largo proceso de formación, entonces, ¿Por qué malgastar dinero y recursos, cuando se pueden renovar mediante el reciclaje de desechos electrónicos?

El proceso paso a paso del reciclaje de las computadoras, en las instalaciones del reciclaje de computadoras de escritorio y computadoras portátiles obsoletas, se utiliza un proceso general de reciclaje, el proceso está bien elaborado en los siguientes procesos que se describen a continuación:

Figura 14. Diagrama de flujo de recuperación y reciclaje de un computador

COMPUTADOR								
Proceso: Process of recovery and recycling of a Cell Phone				Resumen				
Fecha: 11 de Marzo de 2019				Actividad	Actual	Propuesto		
Analistas: Miguel Suarez				Operación	4	-		
Método: <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto				Inspección	3	-		
Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Operario Máquina <input type="checkbox"/>				Operación- Inspección	1	-		
				Transporte	1	-		
				Demora	-	-		
				Almacenamiento	2			
No	Actividad	○	□	⊗	⇒	∅	▽	Observaciones
1	Colecta				x		x	Collection
2	Clasificación		x					Sorting
3	Prueba de Reutilización Potencial		x					Test for Potential Reuse
4	Desensamble Manual	x						Manual Disassembly
5	Destrucción de Datos	x						Data Destruction
6	Separación en la Composición del Material	x						Separation into material Composition
7	Reuso	x	x	x			x	Reuse

Fuente. elaboración propia

- **Colecta.** Las computadoras no deseadas u obsoletas deben ser recolectadas por los propietarios o puntos de recolección de desechos de computadoras cuando se llenan en la empresa de reciclaje. Los centros de recolección de computadoras funcionan de manera diferente dependiendo de las políticas utilizadas durante la recolección, Algunos recicladores pueden pagar a los propietarios de las computadoras, mientras que otros cobran a los propietarios por la eliminación. Algunos, en su mayoría recicladores que fabrican computadoras, intercambian la computadora vieja a cambio de una nueva a bajo costo. Es una forma de reducir la huella ambiental, recuperar algunos artículos para su reproducción y promover la venta de nuevas computadoras.
- **Sorting.** Todos los equipos recopilados se clasifican manualmente por tipo de elemento antes de pasar a las etapas avanzadas de procesamiento y reutilización. Los ordenadores con tubos de rayos catódicos (CRT) en ellos se procesan en una línea y el resto se procesa en otra.

- **Test of potential reuse.** Después de la clasificación, se comprueba la posibilidad de reutilización de los dispositivos informáticos. Si todavía funciona o está en buenas condiciones de funcionamiento, y las piezas no están totalmente fuera de servicio o sólo requieren una pequeña actualización, es probable que el equipo se actualice o se reacondicione y luego se venda o se done. Por lo general, se hace después de reparaciones de mejora y borrado de memoria, después de lo cual los ordenadores se donan a organizaciones benéficas para una segunda vida o se venden a tiendas de informática de segunda mano, donde la demanda de ordenadores de segunda mano es alta.
- **Manual disassembly.** Una vez que se comprueba la posibilidad de reutilización de todos los equipos, los que no satisfacen la necesidad de reacondicionarlos o si los costes de actualización superan a los beneficios de la reutilización, se desmontan los componentes del equipo. Los componentes básicos del ordenador que se desmontan generalmente incluyen: altavoces, tarjetas de sonido y gráficas, placas de circuitos, unidades de DVD, discos duros y teclados, entre otras piezas. El proceso es llevado a cabo manualmente por personal altamente calificado para mantener la utilidad de los componentes. Los componentes que funcionan después del desmontaje manual se venden a consumidores de segunda mano o a fabricantes de ordenadores para su uso en la fabricación de ordenadores nuevos o para su reacondicionamiento. En esta etapa, algunos recicladores también pueden desmontar los dispositivos y clasificarlos en plásticos, materiales ferrosos y no ferrosos, placas de circuito y CRT. Los CRT se manejan con mucho cuidado debido a su composición de materiales peligrosos como plomo, cadmio, mercurio, fósforo y bario. Se desmontan y se envían a instalaciones especializadas que tienen la capacidad de eliminar el plomo del panel de vidrio de la CRT. Otros componentes peligrosos, como las baterías recargables, se envían a recicladores secundarios especializados en el reciclaje y la producción de baterías.
- **Data destruction.** Todos los discos duros y procesadores se trituran o se estrellan en un proceso de diez toneladas. Esencialmente se hace para asegurar que todos los datos del disco duro sean destruidos. Luego se procesan en lingotes de aluminio para su uso en la industria automotriz.
- **Separation into material composition.** Una vez que los componentes útiles y peligrosos de los juegos de ordenador han sido recolectados, las piezas que quedan son trituradas por la composición del material. Por ejemplo, las cubiertas de plástico de los ordenadores, los metales, las placas de circuitos, los cables, etc., se descomponen por separado. Los residuos resultantes se pasan a través de técnicas de cribado para eliminar los componentes valiosos.

La fundición también se utiliza para recuperar cualquier otro metal precioso como el hierro, el oro, la plata y el cobre entre otros componentes valiosos de los escombros.¹⁰⁰

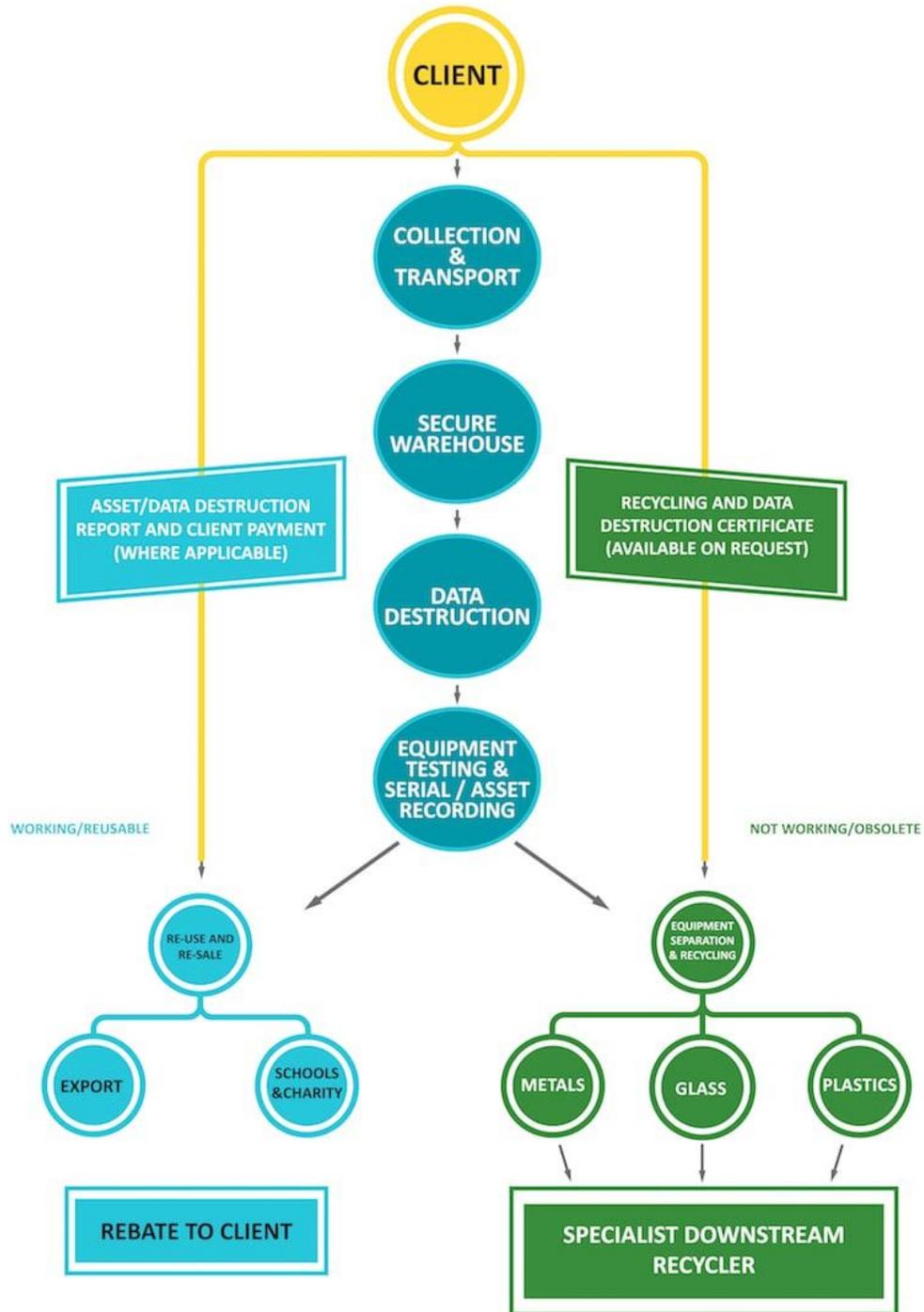
- Reuse. Los distintos materiales recuperados pueden ser transportados después a las respectivas recicladoras de materiales secundarios para su procesamiento adicional. Los recicladores secundarios, fabricantes o compradores de materias primas reutilizan los materiales para la fabricación de nuevos productos. Por ejemplo, los metales se envían a recicladores de metales para fabricar acero nuevo y otros materiales metálicos. Lo mismo ocurre con los plásticos en la fabricación de productos de plástico, y lo mismo se aplica a otros materiales recuperados. La única excepción es el vidrio CRT, que se somete a un proceso de reciclaje especializado para eliminar el plomo y otros materiales peligrosos del vidrio. En la mayoría de los casos, la TRC se vende a recicladores o fabricantes que extraen el vidrio para reutilizarlo o para fabricar nuevos dispositivos de TRC.

El reciclaje de residuos electrónicos es la reutilización y la reprocesamiento de aparatos eléctricos y electrónicos de cualquier tipo que se hayan desechado o se consideren obsoletos. Algunos de los desechos electrónicos más comunes incluyen: electrodomésticos como televisores, acondicionadores de aire, cocinas y calentadores eléctricos, aire acondicionado, ventiladores, DVD, radios y microondas, entre otros; equipos de tecnología de la información como computadoras, teléfonos móviles, computadoras portátiles, baterías, placas de circuito, discos duros y monitores, entre otros; y otras utilidades electrónicas como equipos de ocio, iluminación y deportivos. El reciclaje de los desechos electrónicos es una tendencia creciente y se inició para proteger la salud humana y ambiental, principalmente debido a los efectos de la contaminación ambiental generalizada de los desechos electrónicos.

En el siguiente grafico podemos observar el proceso de reúso y reciclaje de E-Waste.

¹⁰⁰ Rinkesh. Conserve-Energy-Future. Computer Recycling. [En línea]. [Consulta 15 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.conserve-energy-future.com/recyclingcomputer.php>

Figura 15. Diagrama de flujo de recuperación y reciclaje de RAEE



Fuente. Rinkesh - Conserve-Energy-Future. Computer Recycling. [En línea]. [Consulta 15 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.conserve-energy-future.com/recyclingcomputer.php>

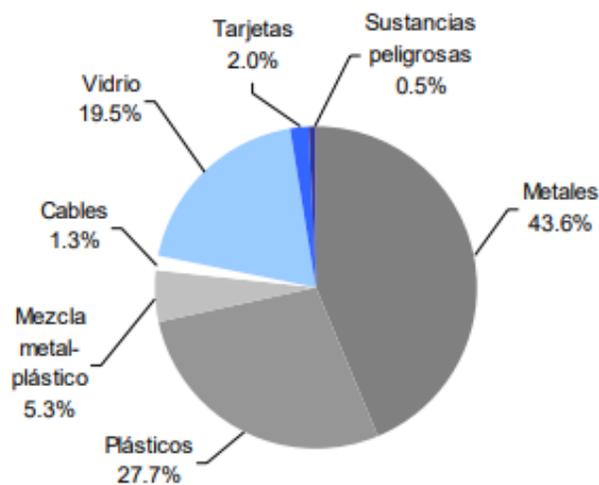
El proceso de reciclaje de desechos electrónicos es altamente intensivo en mano de obra y pasa por varios pasos. A continuación, se muestra el proceso paso a paso de cómo se reciclan los desechos electrónicos como los computadores:

- Picking Shed. Cuando los residuos electrónicos llegan a las plantas de reciclaje, el primer paso consiste en clasificar todos los artículos manualmente. Las pilas se retiran para comprobar su calidad.
- Disassembly. Después de la clasificación manual, el segundo paso consiste en un proceso de desmantelamiento manual que requiere una gran cantidad de mano de obra. Los desechos electrónicos se separan para recuperar todas las partes y luego se clasifican en materiales y componentes básicos. Los artículos desmantelados se separan en varias categorías en partes que pueden ser reutilizadas o continuar con los procesos de reciclaje.
- First size reduction process. Aquí, los artículos que no se pueden desmontar de forma eficiente se trituran junto con las demás piezas desmontadas en piezas de menos de 2 pulgadas de diámetro. Se hace en preparación para una mayor categorización de las piezas más finas de desechos electrónicos.
- Second size reduction process. Las partículas más finas de desechos electrónicos se distribuyen uniformemente a través de un proceso de agitación automatizado en una cinta transportadora. Las piezas bien repartidas de desechos electrónicos se descomponen más adelante. En esta etapa, el polvo se extrae y se desecha de forma que no se degrada el medio ambiente.
- Over- band magnet. En este paso, se utiliza un imán de banda para eliminar todos los materiales magnéticos, incluidos el acero y el hierro, de los residuos electrónicos.
- Non-metallic and metallic components separation. El sexto paso es la separación de metales y componentes no metálicos. El cobre, el aluminio y el latón se separan de los escombros para dejar sólo materiales no metálicos. Los metales se venden como materia prima o se reutilizan para la fabricación en fresco.
- Water Separation. Como último paso, el contenido de plástico se separa del vidrio mediante el uso de agua. Una vez separados, todos los materiales recuperados pueden ser revendidos como materias primas para su reutilización. Los productos vendidos incluyen plástico, vidrio, cobre, hierro, acero, placas de circuito trituradas y una valiosa mezcla de metales.

Como último paso, el contenido de plástico se separa del vidrio mediante el uso de agua. Una vez separados, todos los materiales recuperados pueden ser revendidos como materias primas para su reutilización. Los productos vendidos incluyen plástico, vidrio, cobre, hierro, acero, placas de circuito trituradas y una valiosa mezcla de metales.

Reutilización de los componentes del ciclo electrónico

Gráfica 3. Composición Promedio de las TIC obsoletos



Fuente. Swico 2006, Composición promedio de las TIC obsoletos. Disponible en: <https://docplayer.es/18290079-Juan-carlos-hoyos-arbelaez.html>

- **Plastic.** Todos los materiales plásticos recuperados son enviados a recicladores que los utilizan para fabricar artículos como postes de cercas, traviesas de plástico, bandejas de plástico, estacas para viñedos y porta equipos o aislantes entre otros productos plásticos.
- **Metal.** Los materiales de chatarra recuperados se envían a recicladores para fabricar acero nuevo y otros materiales metálicos.
- **Glass.** El vidrio se recupera de los tubos de rayos catódicos (CRT) que se encuentran principalmente en televisores y monitores de computadoras. La extracción de vidrio para reciclar de los CRTs es una tarea más complicada, ya que los CRTs están compuestos de varios materiales peligrosos. El plomo es el más peligroso y puede perjudicar la salud humana y el medio ambiente. Los tubos de los monitores CRT grandes pueden contener altos niveles de

plomo de hasta 4 kilogramos. Otros metales tóxicos como el bario y el fósforo también se encuentran en los tubos CRT. Para lograr la mejor extracción de vidrio respetuosa con el medio ambiente, los siguientes pasos garantizan un reciclaje especializado de CRT:

- Separación manual de la CRT del cuerpo del televisor o monitor
- Proceso de reducción de tamaño en el que la CRT se tritura en trozos más pequeños. El polvo es eliminado y eliminado de una manera respetuosa con el medio ambiente.
- Todos los metales se eliminan a través de imanes sobre banda, donde los componentes ferrosos y no ferrosos son eliminados de los materiales de vidrio.
- A continuación, se utiliza una línea de lavado para eliminar los óxidos y los fósforos del vidrio.
- La clasificación del vidrio es el paso final por el que se separa el vidrio con plomo del vidrio sin plomo. A continuación, los extractos pueden utilizarse para crear nuevas pantallas.
- **Mercury.** Los dispositivos que contienen mercurio se envían a instalaciones de reciclaje de mercurio que utilizan una tecnología especializada para su eliminación para su uso en amalgamas dentales e instrumentos métricos, y para la iluminación fluorescente. Otros componentes como el vidrio y los plásticos se reutilizan para la fabricación de sus respectivos productos.
- **Printed circuit boards.** Las placas se envían a empresas especializadas y acreditadas donde se funden para recuperar recursos no renovables como plata, estaño, oro, paladio, cobre y otros metales valiosos.
- **Hard drivers.** Los discos duros son triturados en su totalidad y procesados en lingotes de aluminio para su uso en la industria automotriz.
- **Ink and toner cartridges.** Los cartuchos de tinta y tóner se devuelven a las respectivas industrias de fabricación para su reciclaje. Se re manufacturan mientras que los que no pueden se separan en metal y plástico para su reutilización como materia prima.
- **Batteries.** Las baterías se llevan a recicladores especializados donde se descascarán para extraer el plástico. Los metales son fundidos en condiciones especializadas para recuperar níquel, acero, cadmio y cobalto que son reutilizados para la producción de nuevas baterías y la fabricación de acero inoxidable. Las baterías se llevan a recicladores especializados donde se descascarán para extraer el plástico. Los metales son fundidos en condiciones

especializadas para recuperar níquel, acero, cadmio y cobalto que son reutilizados para la producción de nuevas baterías y la fabricación de acero inoxidable.¹⁰¹

6.2 DIAGRAMA ISHIKAWA

El diagrama de Ishikawa o de causa efecto, busca identificar y cuantificar las causas de un problema, es bueno, buscar en forma metódica las causas de un problema, es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que probablemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis. Evitar el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas.

Existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los cuales dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en la gráfica.

- **Método de las 6M.**

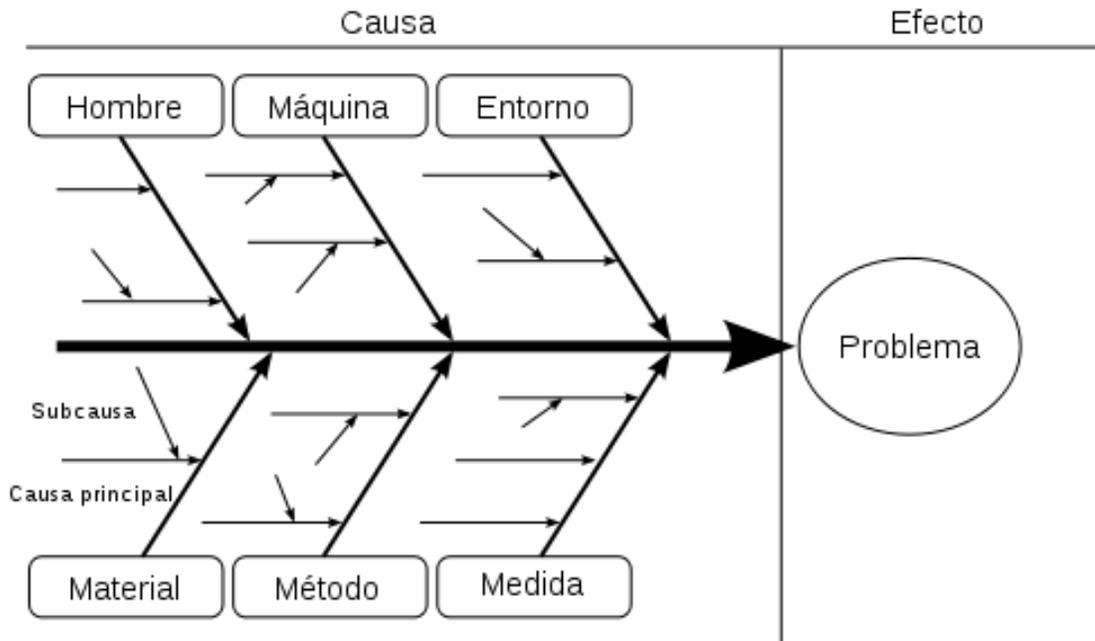
Es el método más común y consiste en agrupar las causas potenciales en las 6M principales:

- Método del trabajo.
- Mano de obra
- Material
- Maquinaria
- Medio ambiente

Estos elementos forman parte de la variable del producto final, por lo que es natural esperar que una de ellas esté relacionada con el problema. Este método es posible utilizarlo cuando no se conocen los procesos con detalles específicos o con características específicas de cada actividad. Este es un método gráfico por medio de cual se refleja la relación entre una característica de calidad (Muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyan a que exista.

¹⁰¹ Rinkesh. What is E-waste Recycling?. [En línea]. [Consulta 20 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.conserve-energy-future.com/e-waste-recycling-process.php>

Figura 16. Diagrama causa - efecto



Fuente: Gestión de Operaciones. Blog. Disponible en: <https://www.progresslean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>

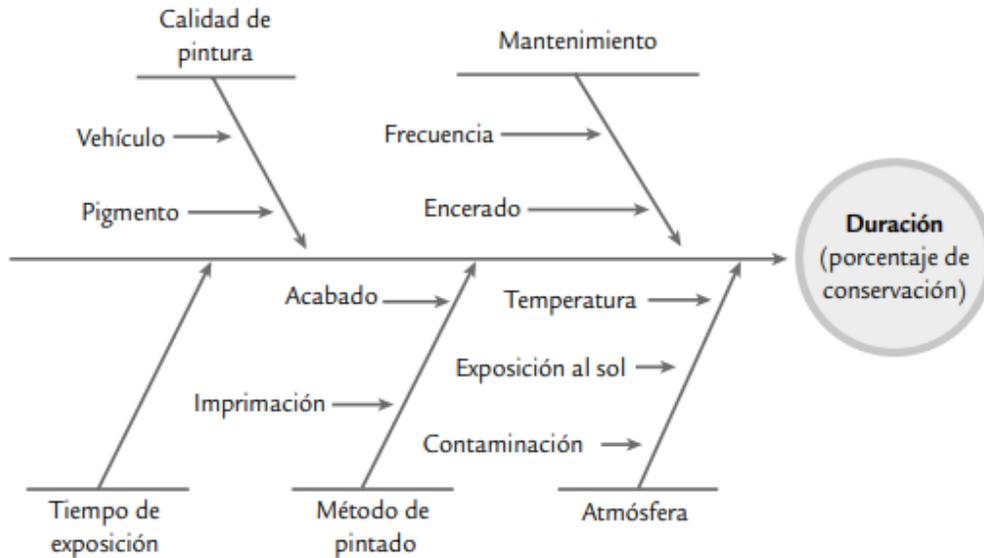
Los aspectos a considerar en cada una de las 6M son:

- Hombre: conocimiento, entrenamiento, habilidad y capacidad
- Métodos: estandarización, excepciones, definición de operaciones, procedimientos.
- Maquina o equipos: capacidad, condiciones de operación, herramientas y mantenimiento
- Material: Variabilidad, cambios, proveedores, tipos de material.
- Medida: Disponibilidad, tamaño de la muestra, repetitividad, sesgos.
- Entorno: ciclos, condiciones del medio ambiente, daños al medio ambiente.

• **Método de estratificación o enumeración de las causas.**

La estratificación es una herramienta por medio de la cual se plantean el número de causas que se crean necesarias para la realización del diagrama. La estratificación de estas causas nos permitirán comparar las características de las causas para identificar su homogeneidad y de esta manera poder realizar una agrupación por similitud de causas, esta estratificación nos permite aislar las causas del problema, identificando el grado de influencia de ciertos factores en el resultado del proceso, puede apoyarse y servir de base en distintas herramientas de análisis causal y destaca que la comprensión de un fenómeno resulta ser mucho más completa.

Figura 17. Enumeración de las causas

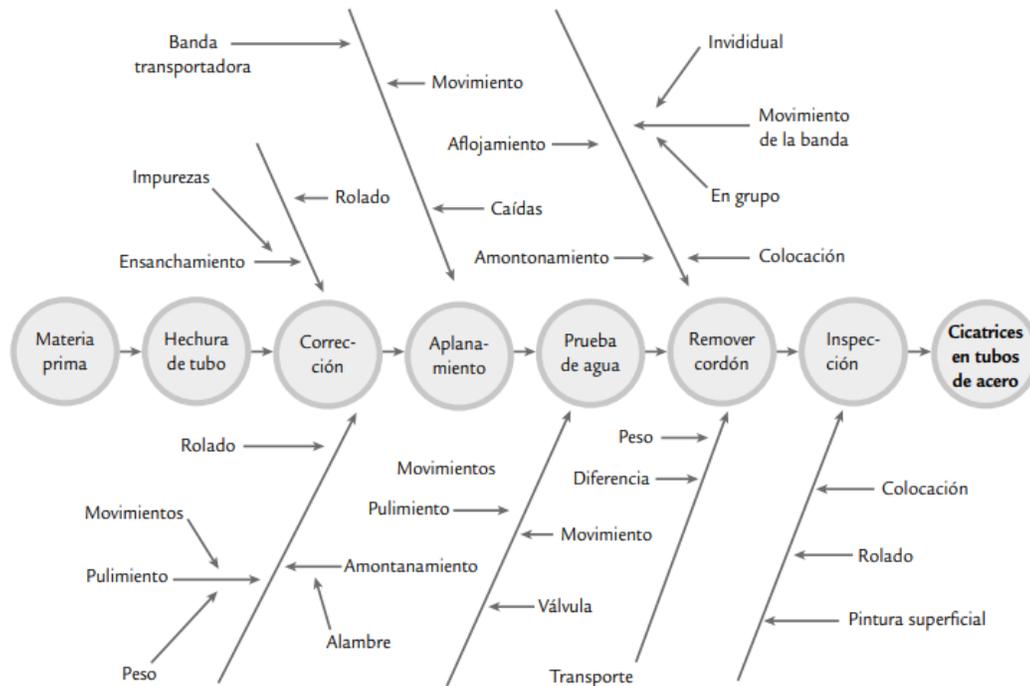


Fuente: Control estadístico de la calidad y seis sigmas. Disponible en: <https://es.slideshare.net/CarlosVigil5/12022015-control-estadstico-de-la-calidad-y-seis-sigma-3ed-gutierrez>

- **Método tipo de flujo de proceso.**

Mediante este diagrama la línea central del FishBone se conforma por los procesos de la actividad, los factores que puedan afectar de las 5M que se usaran, se irán agregando en el orden en el que correspondan según el proceso. Estos métodos son usualmente usados para identificar cuellos de botella, alternativas de trabajo, puntos críticos de la operación y redistribución de actividades.

Figura 18. Tipos de flujos de procesos

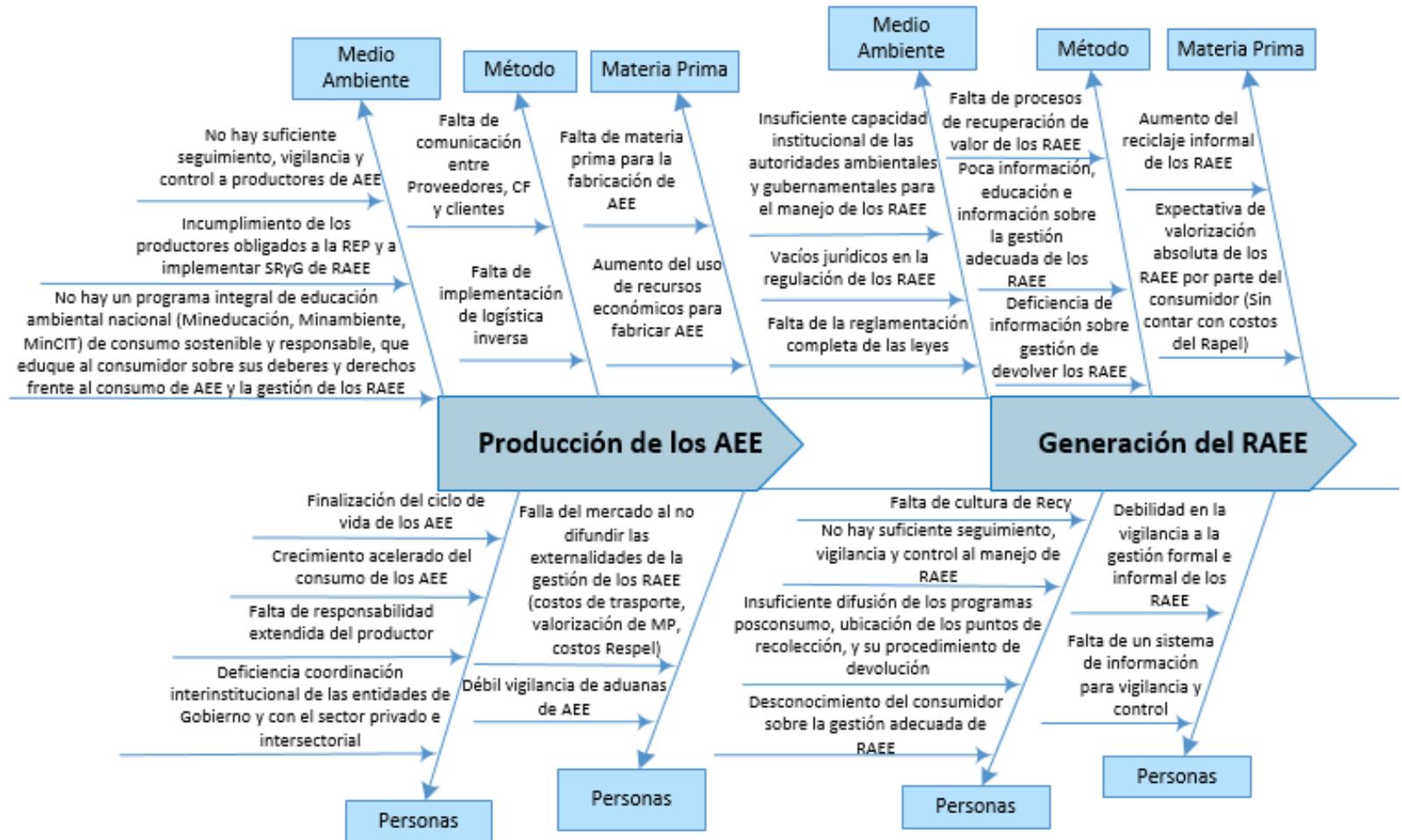


Fuente: Control estadístico de la calidad y seis sigmas. Disponible en: <https://es.slideshare.net/CarlosVigil5/12022015-control-estadstico-de-la-calidad-y-seis-sigma-3ed-gutierrez>

Para la realización de este tipo de diagrama se debe inicialmente realizar un diagrama de flujo de proceso para identificar cada uno de los procesos que se realizan en el desarrollo de la actividad, se considera a un proceso como una causa potencial del problema a la cual se le puede analizar las 6M, permite abarcar más causas e identificar de manera global y específica las fallas en el problema.

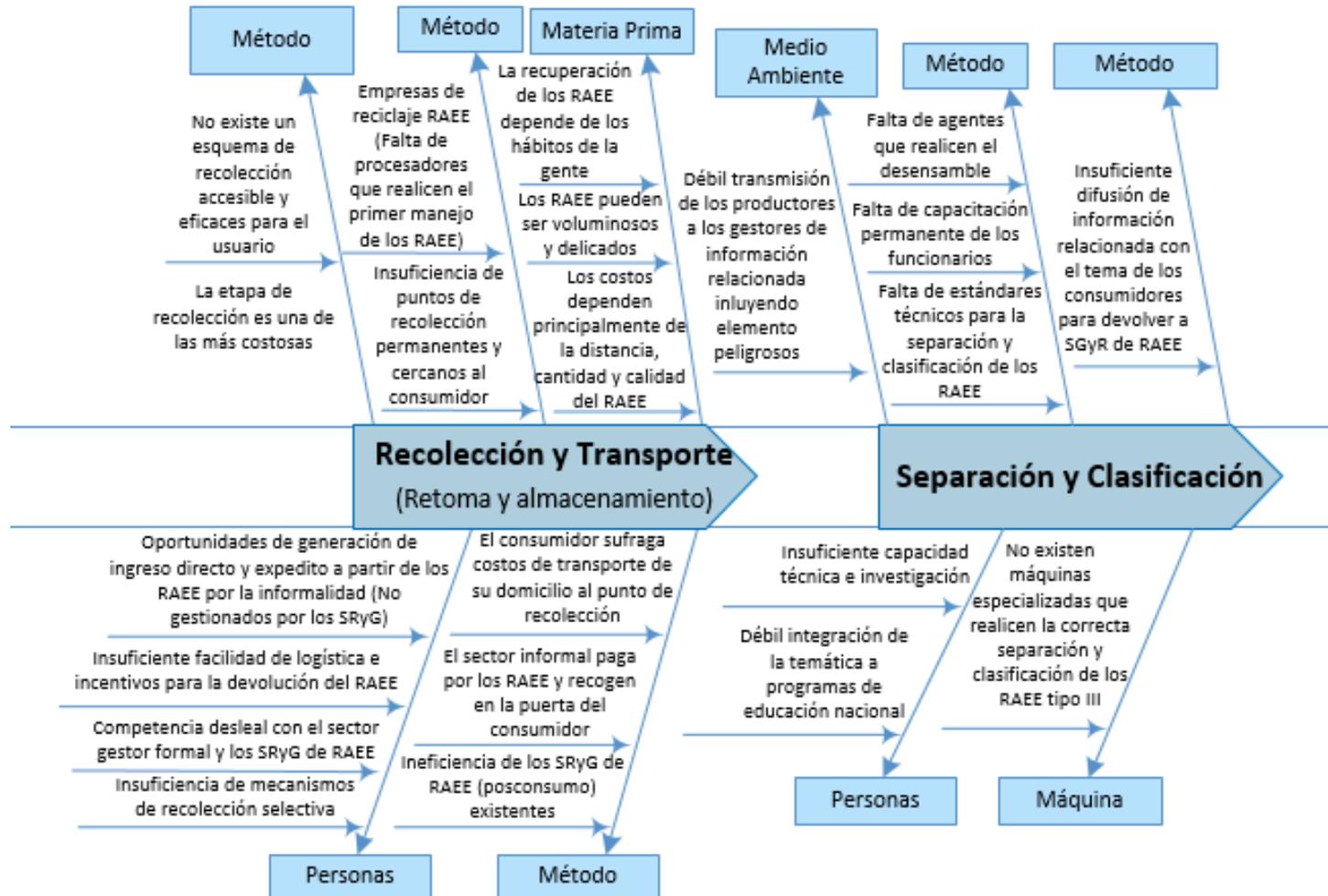
6.2.1 Diagrama Ishikawa gestión de RAEE.

Figura 19. Diagrama Ishikawa gestión de RAEE



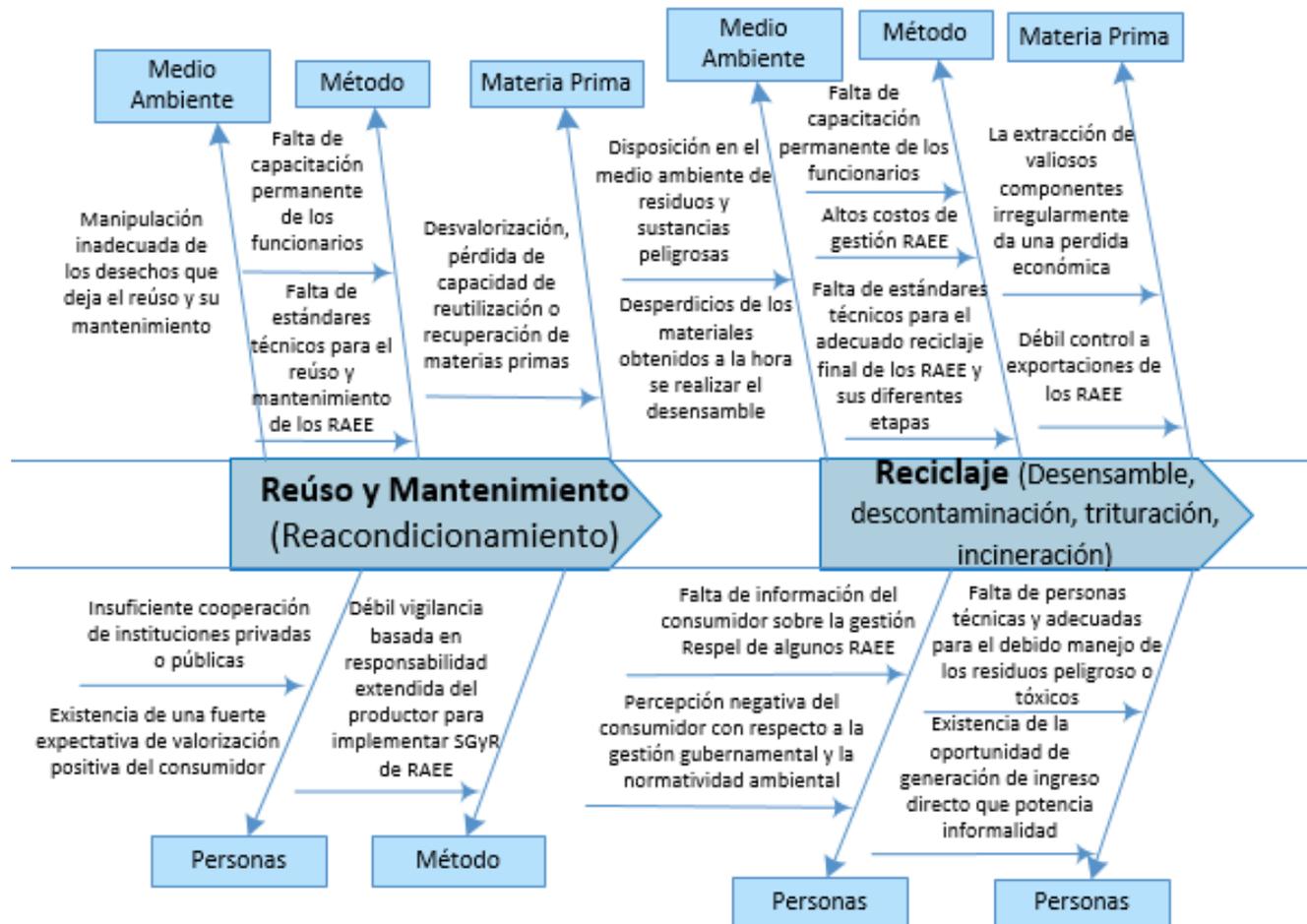
Fuente. elaboración propia

Figura 20. Diagrama Ishikawa gestión de RAEE



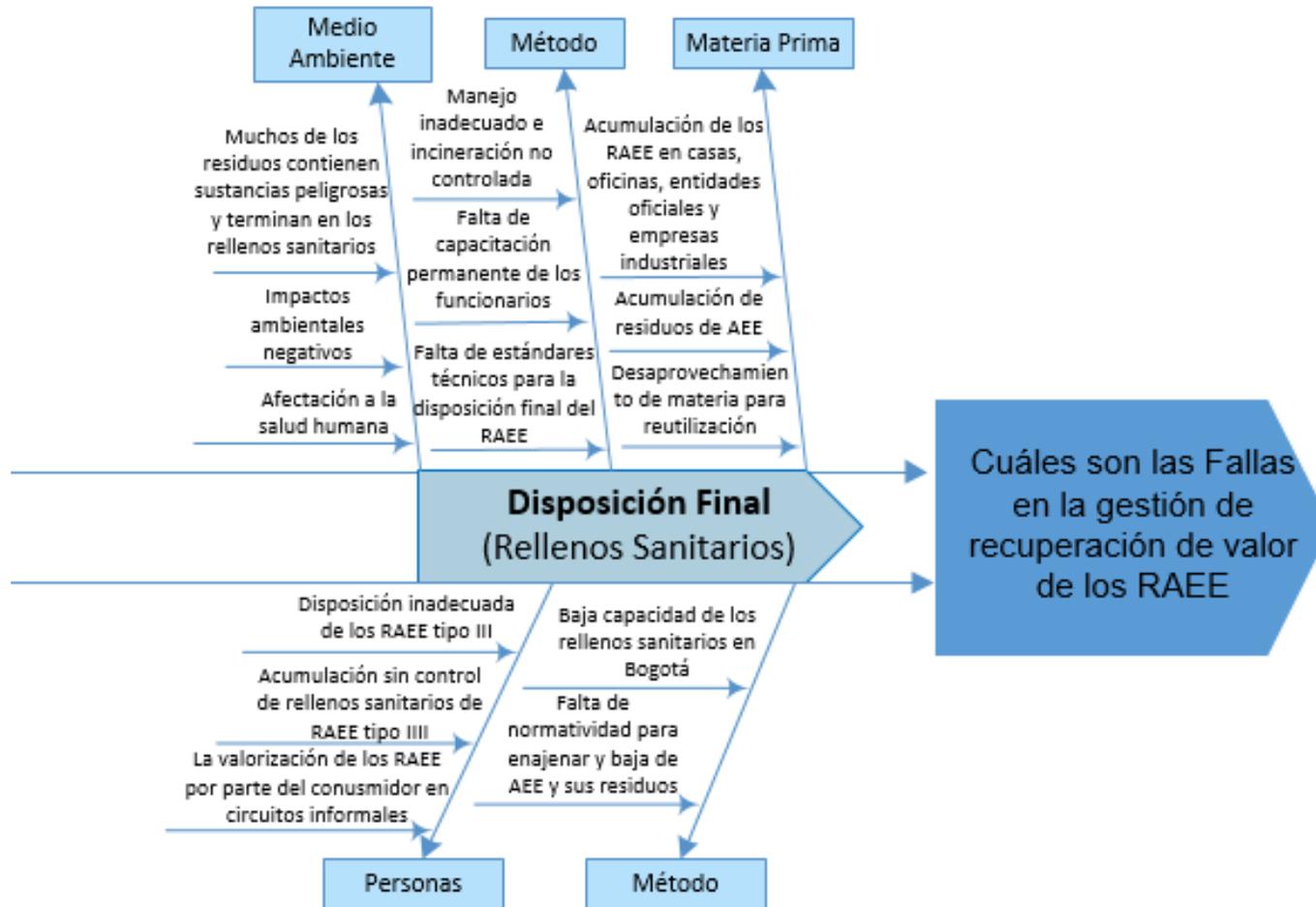
Fuente. elaboración propia

Figura 21. Diagrama Ishikawa gestión de RAEE



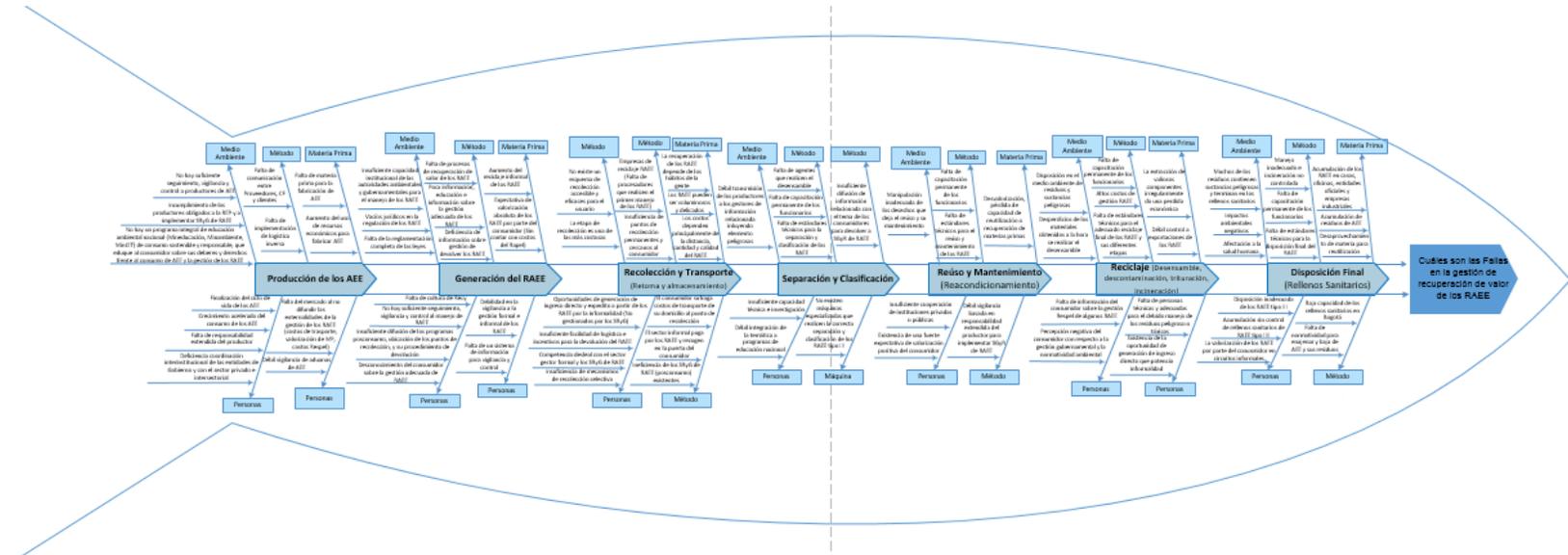
Fuente. elaboración propia

Figura 22. Diagrama Ishikawa gestión de RAEE



Fuente. elaboración propia

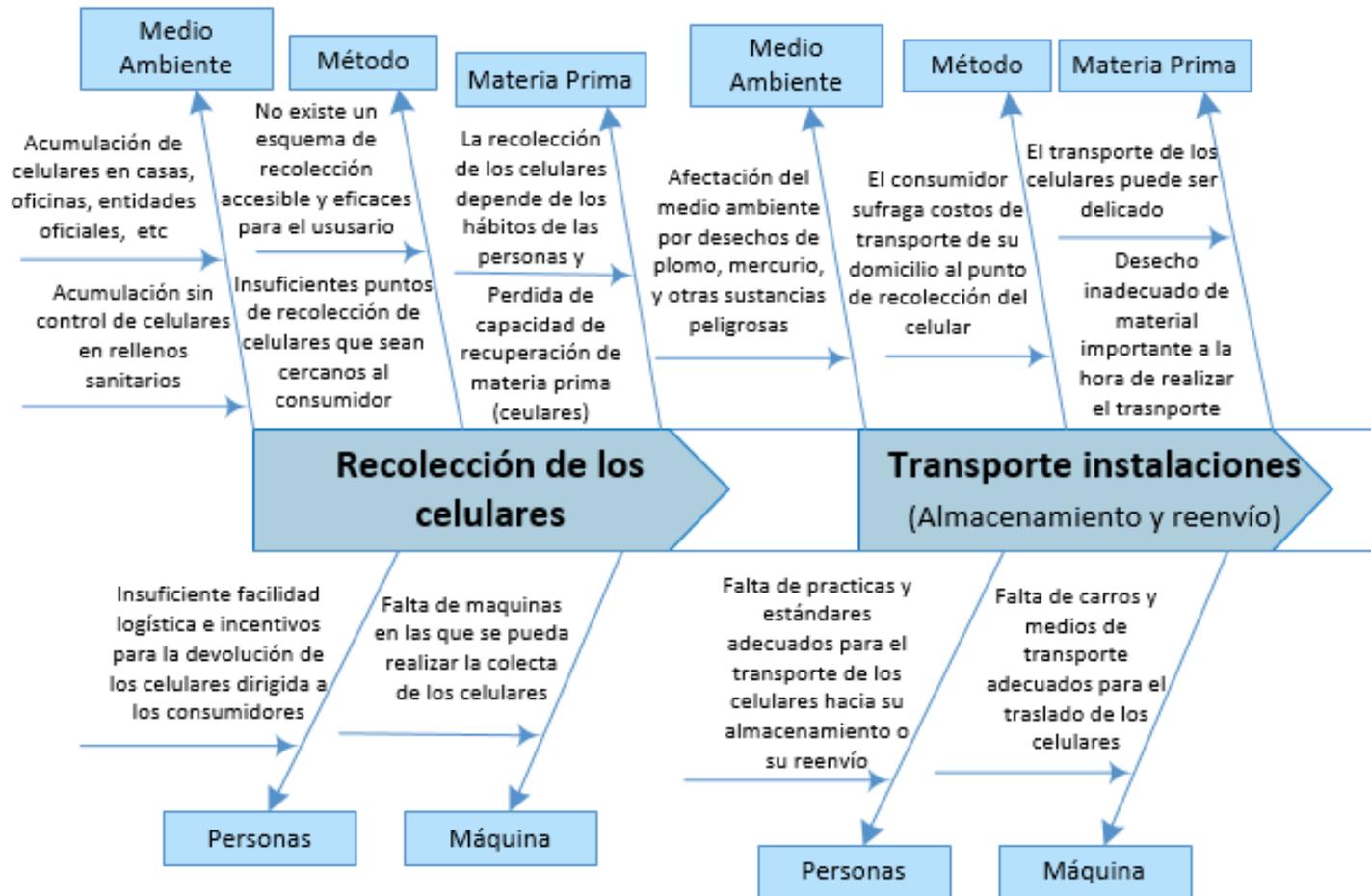
Figura 23. Diagrama Ishikawa general de la gestión de RAEE



Fuente. elaboración propia

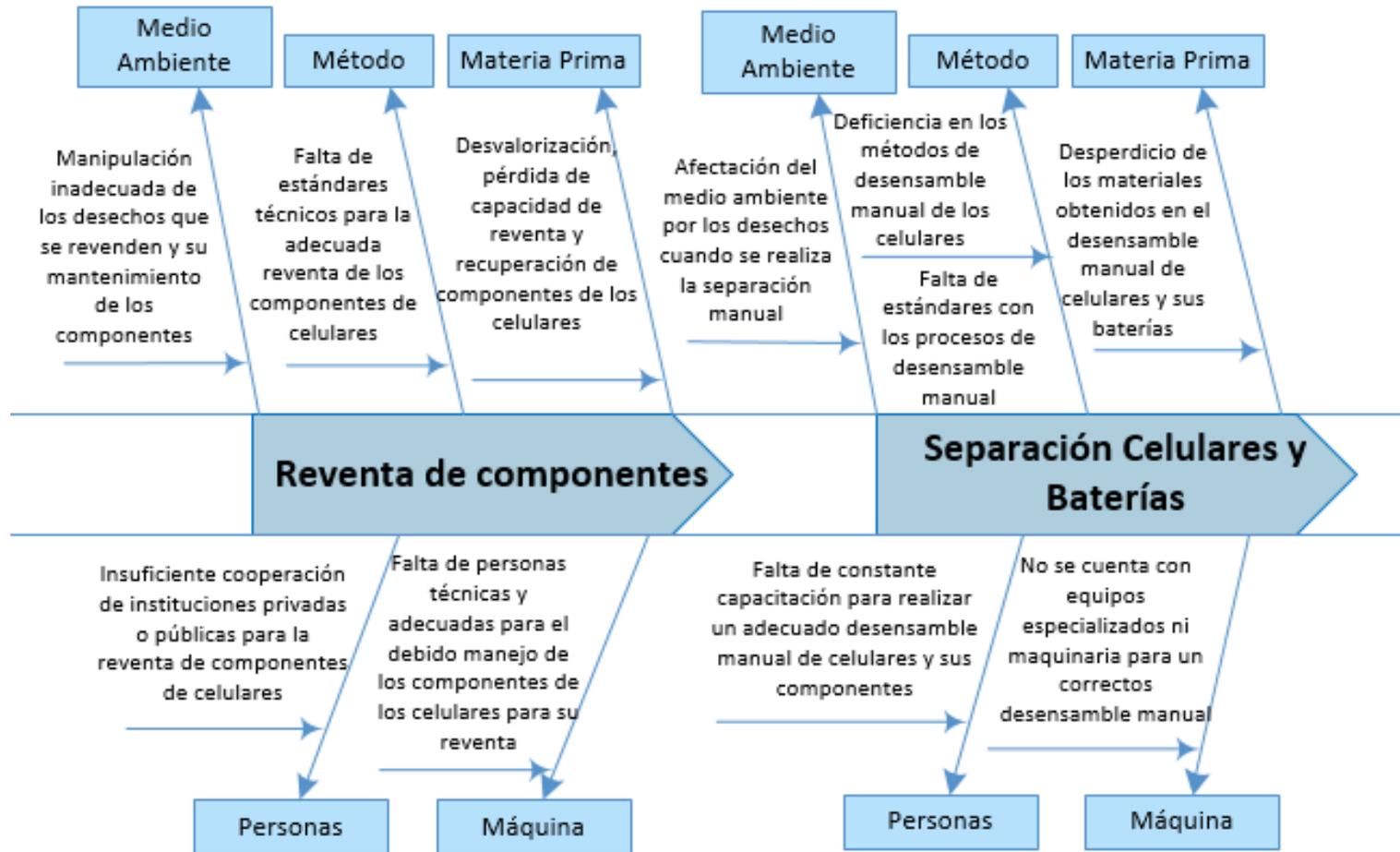
6.2.2 Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un celular.

Figura 24. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un celular



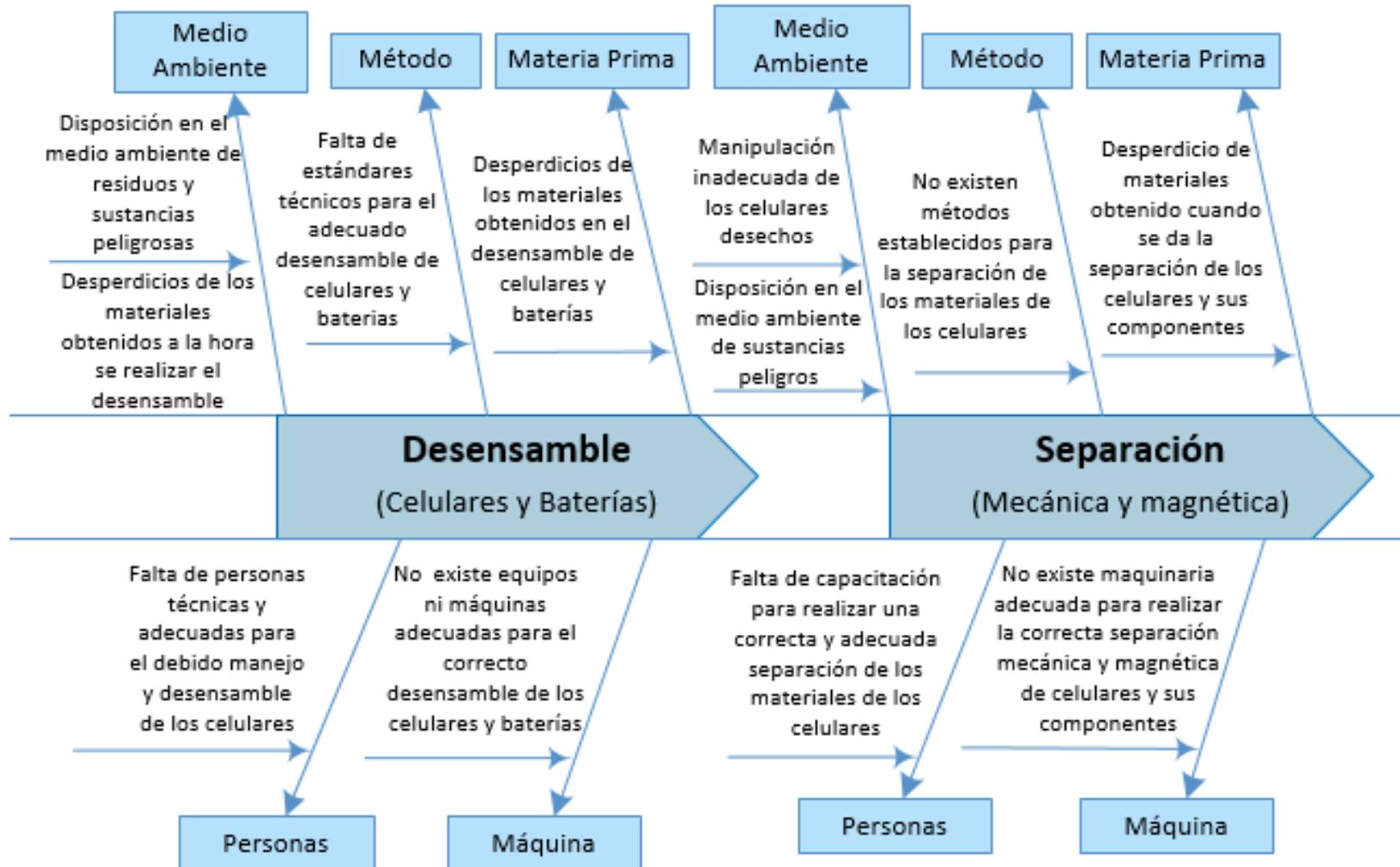
Fuente. elaboración propia

Figura 25. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un celular



Fuente. elaboración propia

Figura 26. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un celular



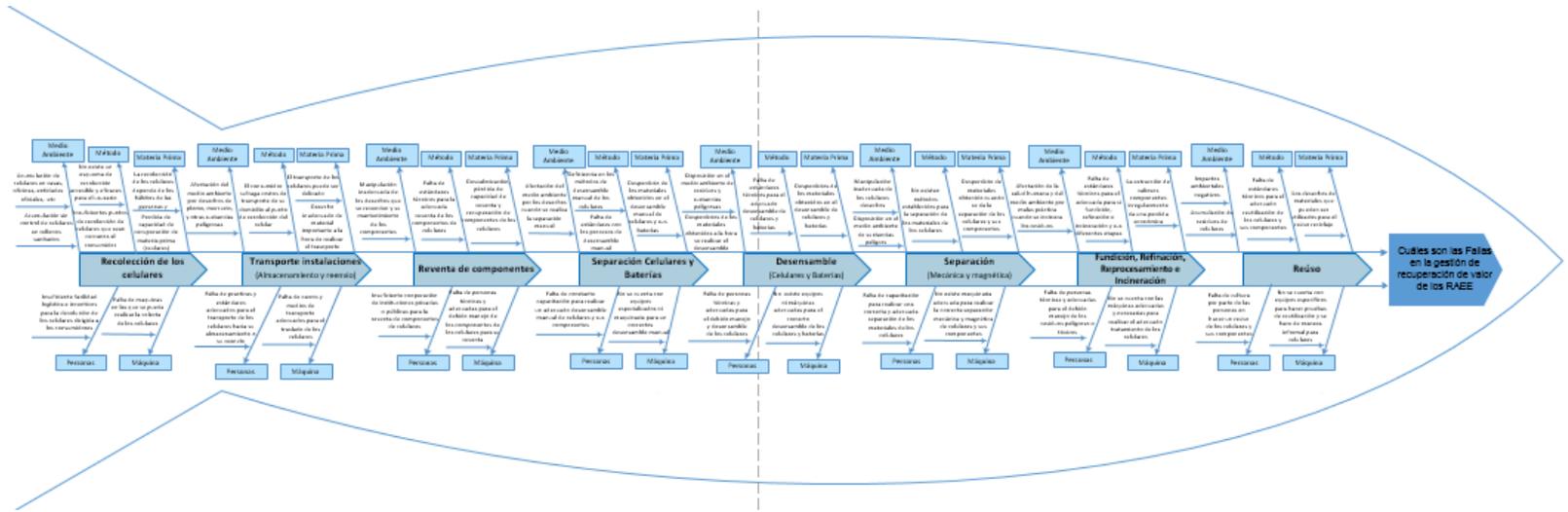
Fuente. elaboración propia

Figura 27. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un celular



Fuente. elaboración propia

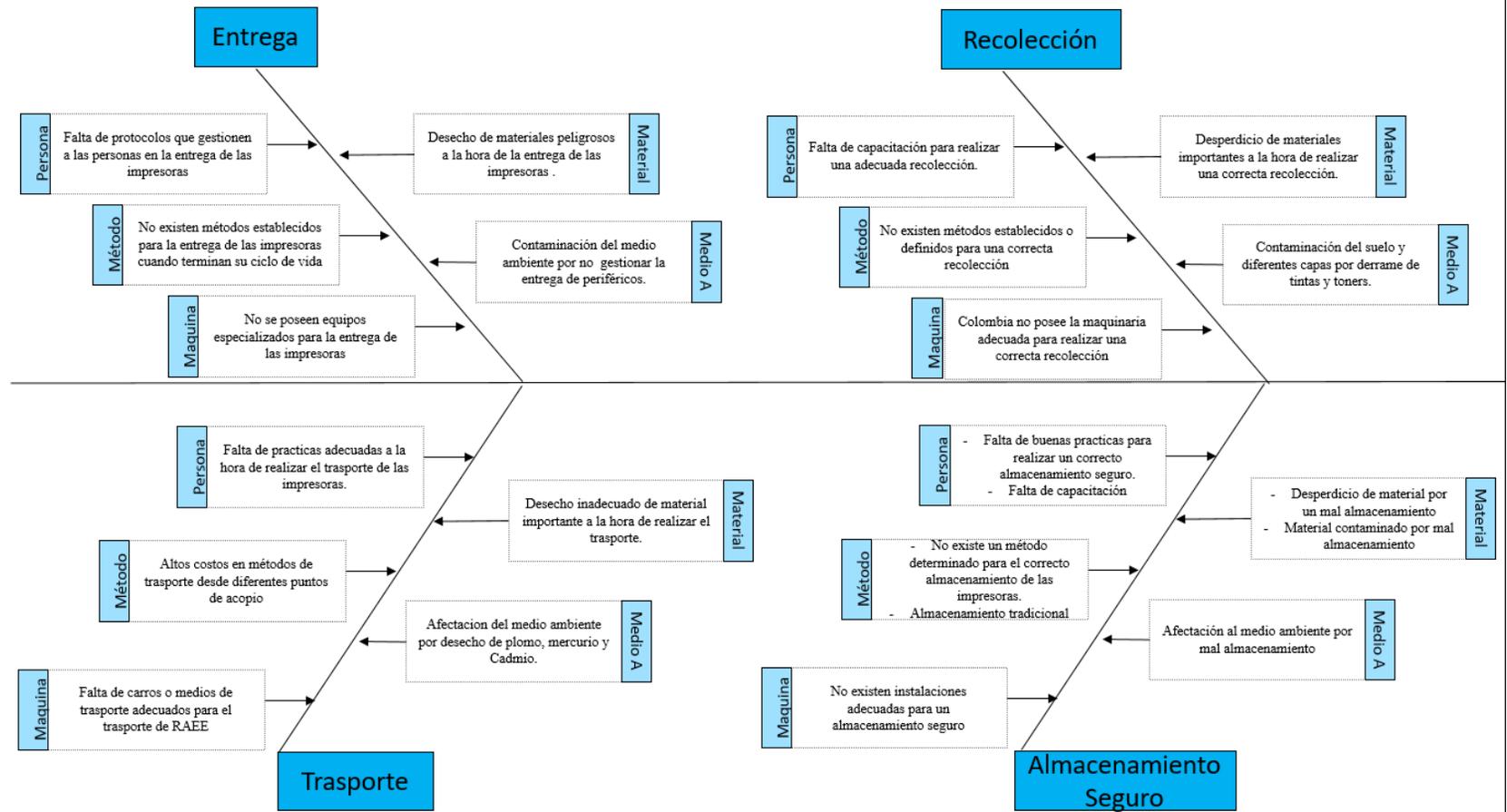
Figura 28. Diagrama Ishikawa general del proceso de recuperación y reciclado de un celular



Fuente. elaboración propia

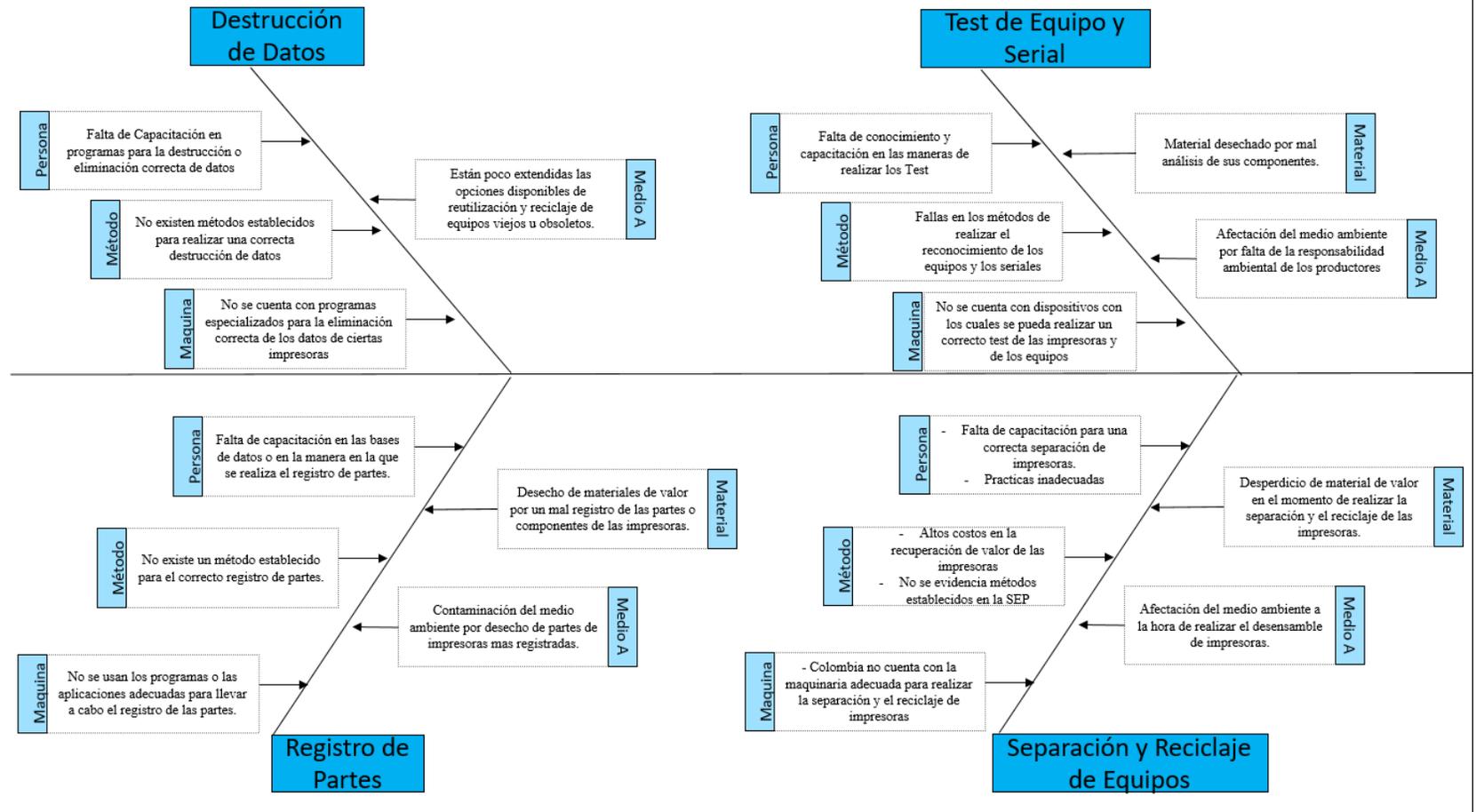
6.2.3 Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un periférico.

Figura 29. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un periférico



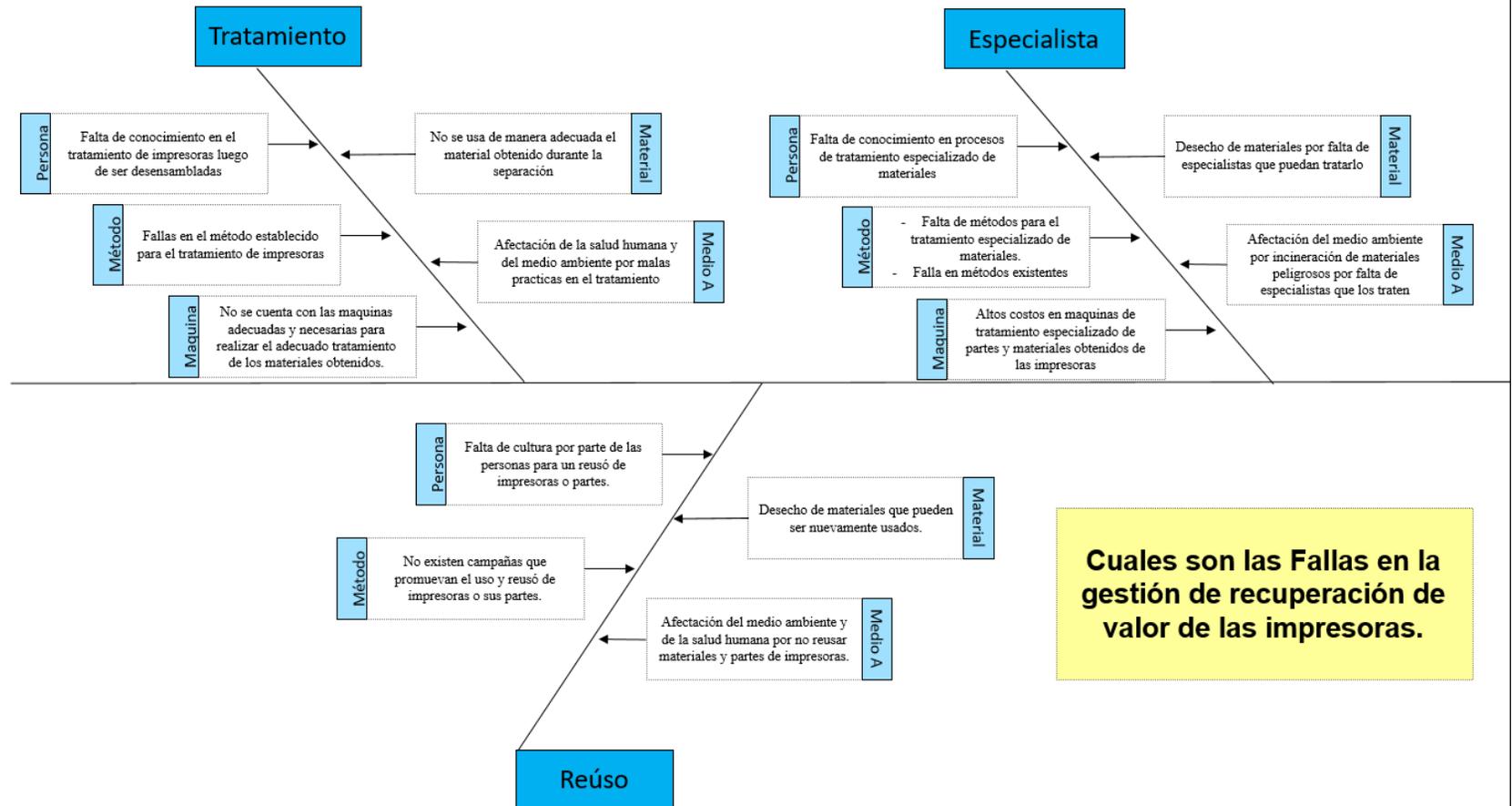
Fuente. elaboración propia

Figura 30. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un periférico



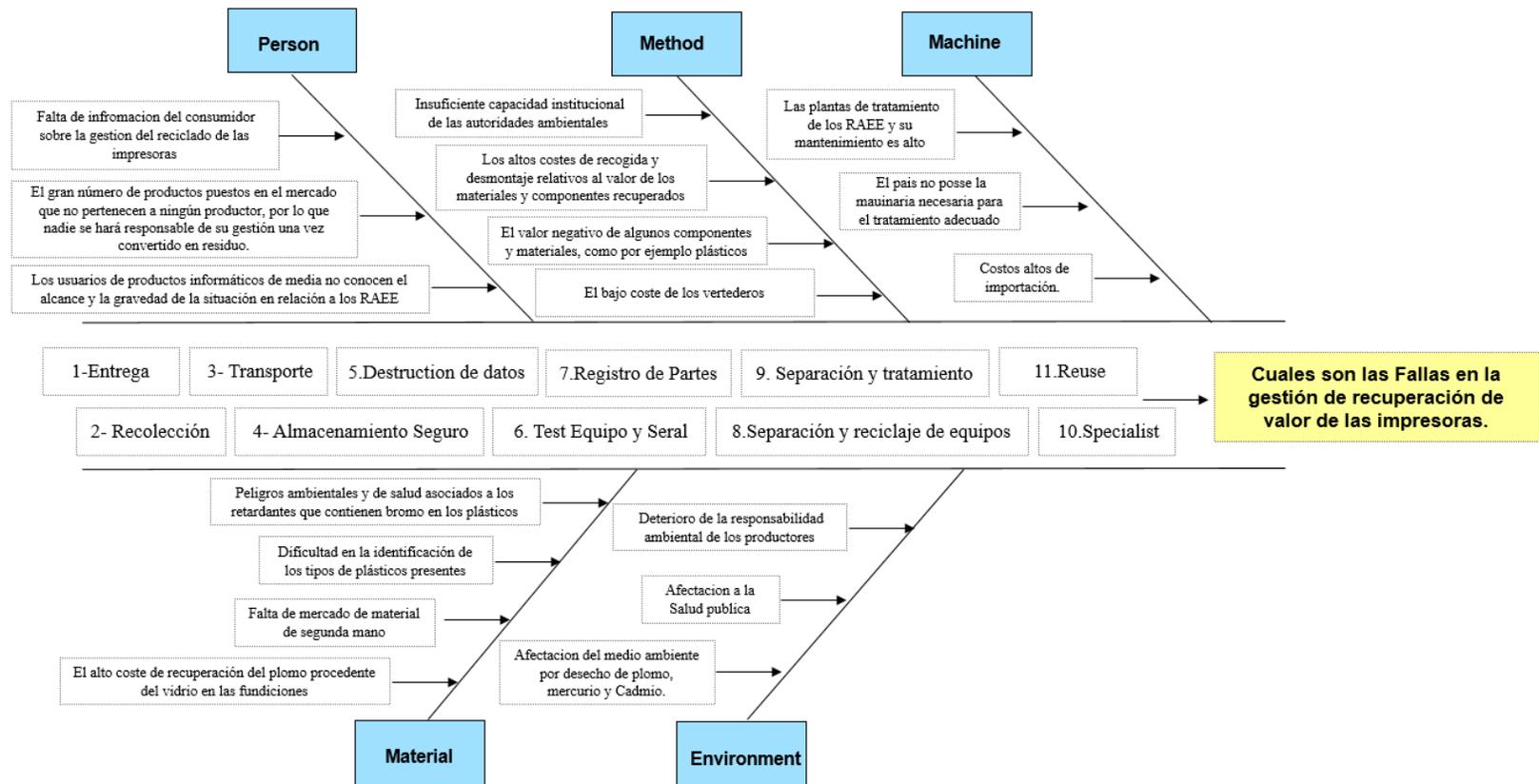
Fuente. elaboración propia

Figura 31. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un periférico



Fuente. elaboración propia

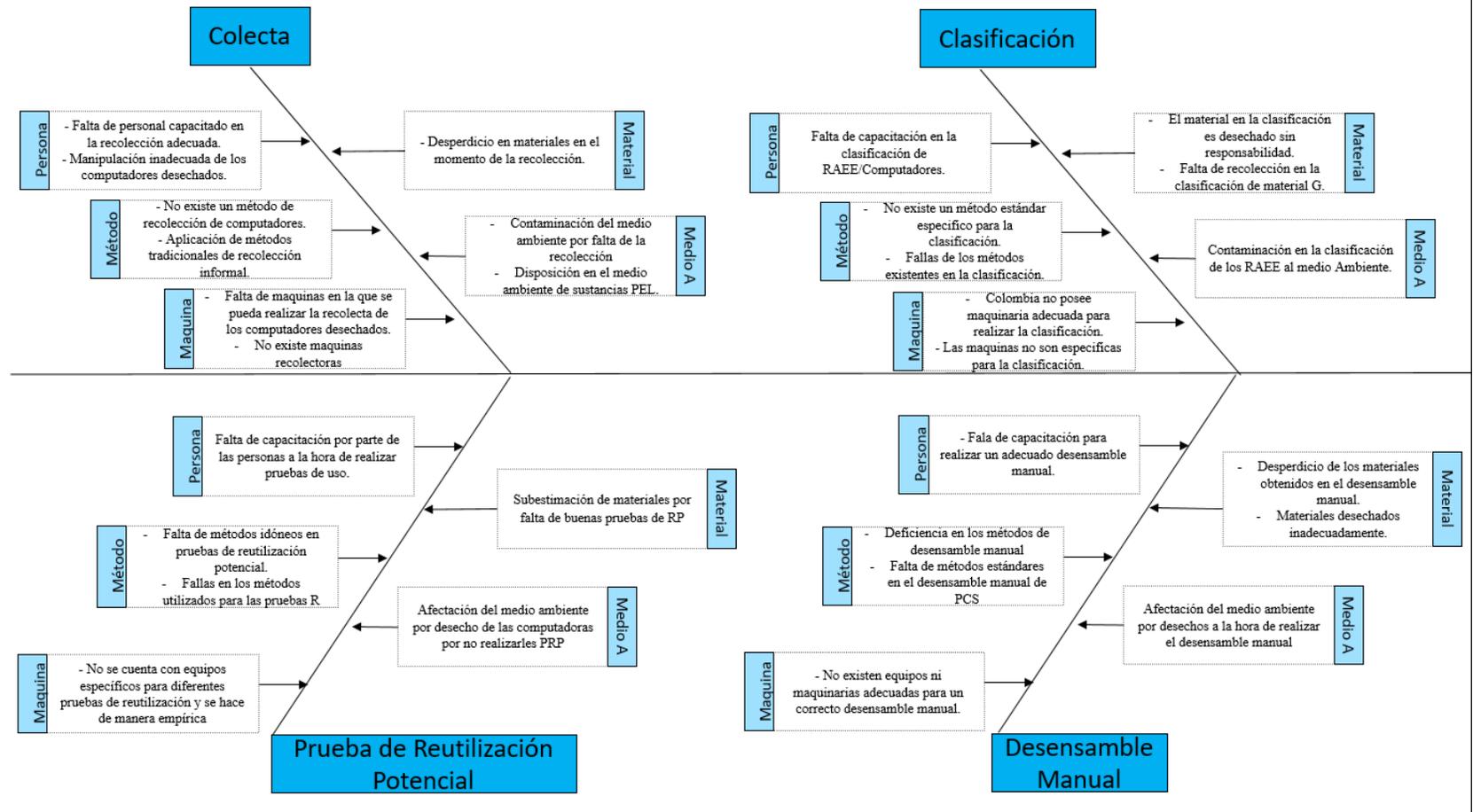
Figura 32. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un periférico



Fuente. elaboración propia

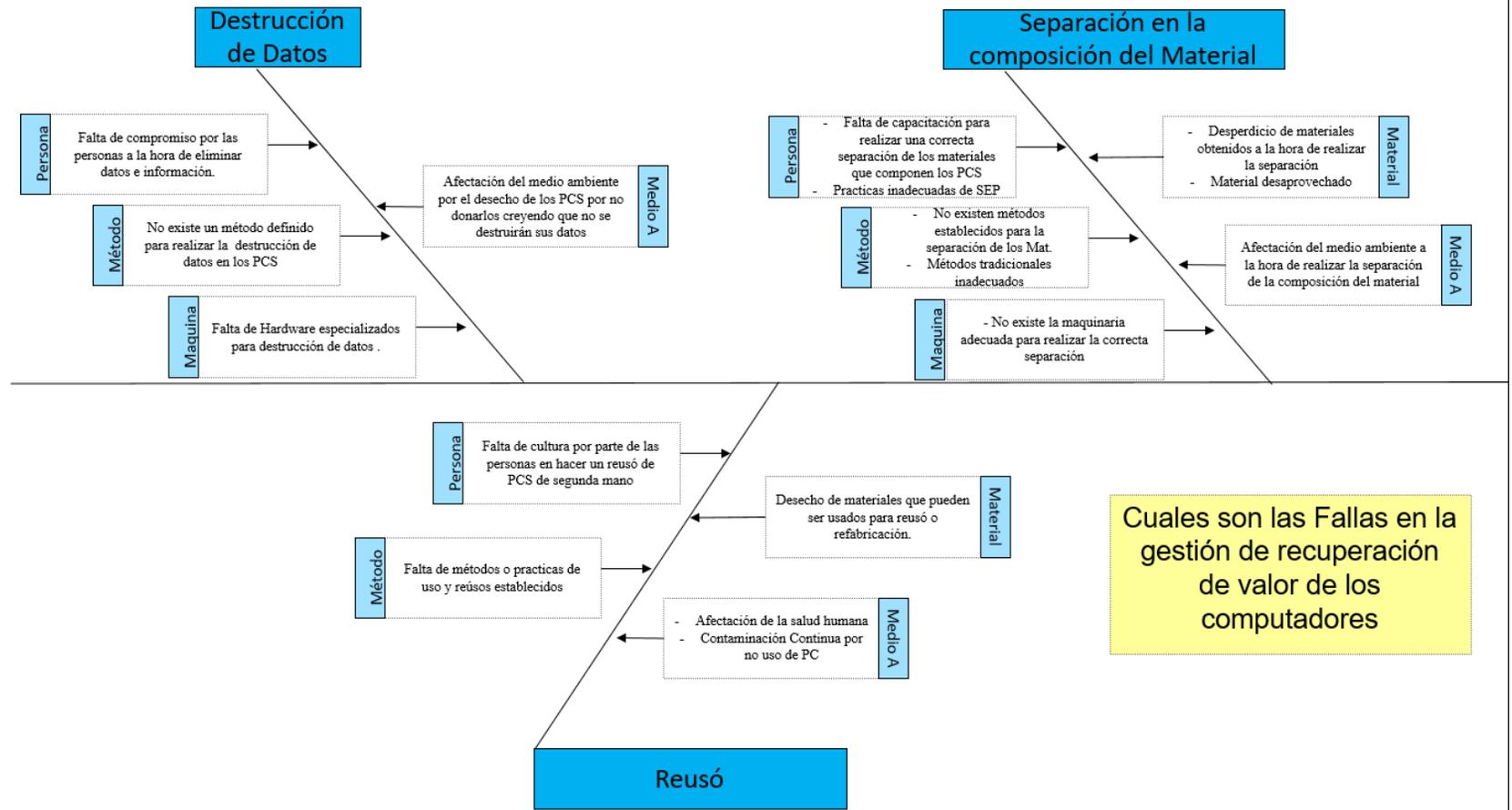
6.2.4 Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un Computador.

Figura 33. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un Computador



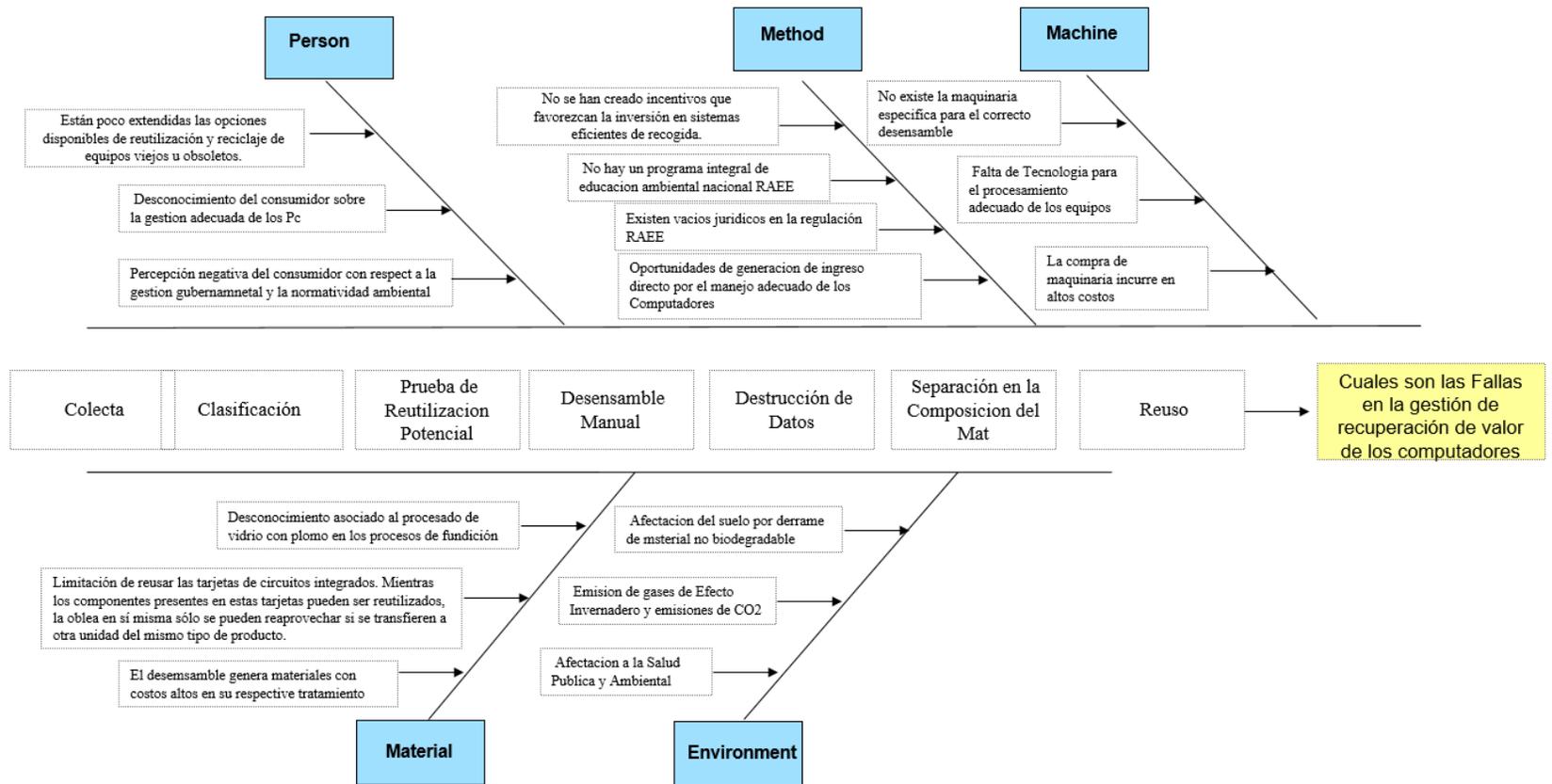
Fuente. elaboración propia

Figura 34. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un Computador



Fuente. elaboración propia

Figura 35. Diagrama Ishikawa del proceso de recuperación y reciclado de un Computador



Fuente. elaboración propia

Identificación de las causas por medio de por medio de la Hipótesis dinámica. Integración de los Ishikawa y el diagrama del árbol del problema.

- Acumulación sin control de rellenos sanitarios de RAEE tipo III
Sin una gestión de recolección adecuada, es inevitable una contaminación. Al disponer los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en contacto directo con la tierra se genera diferentes tipos de contaminaciones, la afectación directa a las capas de la tierra. El país produce al año aproximadamente 130.000 toneladas de basura tecnológica, el volumen de este tipo de residuos aumenta de 3% al 5% cada año, casi tres veces más que cualquier otro desecho, Colombia no tiene rellenos sanitarios con metodologías establecidas que ayuden a mitigar los impactos ambientales negativos que generan los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, además los cuatro (4) rellenos sanitarios pueden causar emergencias sanitarias. La contraloría dice que la falta de vigilancia y medidas correctivas para lo que viene pasando principalmente en los rellenos “de El Carrasco, en Bucaramanga, Rediba en Barrancabermeja, Doña Juana en Bogotá, y la Celda de Córdoba, en Buenaventura, podría generar "emergencias sanitarias" en sus zonas de influencia. Además de los rellenos sanitarios, preocupa el tratamiento de las aguas negras, proceso que en muchas ciudades termina contaminando los recursos hídricos” y eso no es todo, el caso más grave se encuentra en la capital, donde “El problema del relleno sanitario de Doña Juana es que su capacidad, dice la Contraloría, se copará según su licencia ambiental en el 2022. Además, el organismo verificó que el Centro de Gerenciamiento de Residuos Doña Juan S.A. "presenta incumplimientos tanto de las obligaciones consignadas en la licencia ambiental, otorgada por la CAR a la Uaesp, como las cláusulas del contrato de concesión del 2010”¹⁰²
- Impactos ambientales negativos de la disposición final.
La disposición final de los dispositivos eléctricos y electrónicos está generando impactos ambientales negativos de diferentes tipos, en un consumo de energía y materiales para volver a elaborar productos para comercializar, pudiendo usar materia primas de los equipos desechados para la Remanufactura de AEE, esto hace que se tenga que utilizar materia prima y extraerla del medio ambiente causando contaminación y afectando de manera negativa al medio ambiente, se está generando una contaminación al agua por los desechos de los AEE que arrojan a los ríos y a las cañerías, en los lugares donde se filtran los líquidos llamados lixiviados que contaminan el agua del subsuelo. El desecho de estos residuos en alcantarillas genera que se obstruya las redes

¹⁰² EL TIEMPO. Milena Sarralde Duque. Los cuatro rellenos en crisis que pueden causar emergencias sanitarias. 13 de octubre 2018. Artículo [En línea]. [Consulta 15 marzo 2019].

de alcantarillado y generando inundaciones que afectan al medio ambiente, daños de bienes materiales y lo que es más grave aún vidas humanas.¹⁰³

- Afectación del medio ambiente por incineración de materiales peligrosos por falta de especialistas que los traten.
Entre los tratamientos o sistemas inadecuados que se han utilizado para la disposición final de RAEE se tiene la incineración no controlada, la cual consiste en la quema en espacios abiertos (sin sistemas de tratamiento especiales para emisiones) que causa contaminación al aire por la emisión de material particulado y puede causar efectos adversos a la salud, como afectaciones respiratorias, ataques de asma, tos, irritación de los ojos entre otros. Este tipo de incineración podría ser usada bajo parámetros ambientales seguros para poder realizar una incineración con fines de generación de energía.¹⁰⁴
- Fallas en la gestión de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá.
En Colombia no existen protocolos sobre la dinámica de la gestión de los RAEE, lo cual hace que el sector de reciclaje informal sea quien desempeñe las labores correspondientes al tratado y manejo de este tipo de residuos, de este modo puede decirse que actualmente la mayor parte de recolección, desmontaje y comercialización de algunos tipos de RAEE, la realiza recuperadores informales, así el flujo de componentes económicamente valiosos presentes en los materiales recogidos o desensamblados por los recuperadores informales llega hasta gestores formales o continua la cadena de manejo informal a través de las llamadas “chatarrerías”¹⁰⁵
Se identifican que son varias las causas por las cuales se falla en la gestión de la recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá como lo son la falta de infraestructura logística para el procesamiento y el manejo de los residuos AEE, hay un desconocimiento de técnicas de manejo y recolección, no se identifican los beneficios económicos, ambientales y sociales de realizar la gestión de los RAEE.¹⁰⁶
- Insuficiencia de los SRyG de RAEE (Pos consumo) existentes
Los sistemas de Recolección y gestión de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, es una estructura legal y de logística compuesta por cuatro componentes principales, las normas que rigen al sistema, las áreas operativas

¹⁰³ Universidad Nacional de Mar del Plata. La basura: consecuencias ambientales y desafíos. 14 abril 2016. Artículo. Disponible en: <https://eco.mdp.edu.ar/institucional/eco-enlaces/1611-la-basura-consecuencias-ambientales-y-desafios>

¹⁰⁴ Corantioquia. Concientízate. Buenas prácticas ambientales en el Manejo de residuos de aparatos eléctricos Y electrónicos. Cartilla RAEE.

¹⁰⁵ Casas Merchán. Análisis de la vinculación de actores informales al Sistema de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales. 2018

¹⁰⁶ Suárez Serrano, diseño de un modelo de logística inversa para los RAEE tipo 3. 2017

de la recolección y el procesamiento de los RAEE la financiación de sistema y la forma de controlar el flujo de los RAEE dentro y fuera de la jurisdicción del sistema. De acuerdo con lo establecido en Colombia la gestión de los RAEE, los sistemas de recolección y gestión son responsabilidad de los productores (Fabricantes e importadores de los AEE) con el apoyo de los comercializadores y la participación de los consumidores.¹⁰⁷

- Capacidad de reutilización o recuperación de materias primas
La reutilización de elementos que se encuentran en diferentes dispositivos desechados es mucho más barata que volver a extraer la materia prima. La utilización del residuo generado y extraer la mayor cantidad de elementos para luego ser usados en la fabricación de nuevos dispositivos logra iniciar un proceso de economía circular, con entradas y salidas que retornar al sistema de producción y así de esta manera no tener que recurrir al medio ambiente para extraer de nuevo materia prima para la fabricación de AEE. Enterrar materiales reciclables en el suelo, tiene muchos inconvenientes; se pierde materias primas que podrían aprovecharse, es importante el aprovechamiento de materiales reciclables, pues enterrados demoran demasiado tiempo en descomponerse.

La recuperación de las materias primas supone un claro beneficio económico y de relación con el entorno, así como un desempeño de producción sostenible que genere productos amigables con el medio ambiente, esta recuperación se basa en la utilización de los residuos generados en otro proceso distinto al que lo produjo, este se puede introducir directamente o puede sufrir algún tipo de manipulación o tratamiento, tiene su fundamento en tres puntos, el poder calorífico de los residuos que pueden usarse como fuentes de energía mediante la combustión, la recuperación de componentes que pueden ser separados y usados por otras industrias con fines diferentes y por último el aprovechamiento directo de los residuos por otras industrias. En muchos países desarrollados, las estrategias de manejo y gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y el aprovechamiento de la materia prima que estos contienen se emplean para generar energía eléctrica por incineración, en contraste a países como Colombia que no existe una conciencia para su uso, sin contar la falta de interés en el reciclaje lo cual hace que todo se convierta en basura.

- Disposición inadecuada de los RAEE tipo III
Este tipo de residuos debe tener una adecuada disposición final, algunos de estos contienen materias primas escasas y valiosas que pueden ser utilizadas o reusadas y recuperadas, pero también contienen compuestos peligrosos, causando un impacto negativo al medio ambiente cuando son liberados. Esta

¹⁰⁷ Ministerio de Ambiente. Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Política Nacional.

disposición final inadecuada que puede ser relleno sanitario, incineración, procesos de reciclaje informales o artesanales, de estos Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, se convierte en residuos potencialmente peligrosos y de alto impacto al medio ambiente y la salud humana, debido a la presencia de algunos compuestos tóxicos en su estructura como lo son metales pesados, plásticos entre otros. Muchos de estos RAEE son desechados en lugares inadecuados, generando un impacto al medio ambiente y a su vez desaprovechando el uso de elementos con los cuales se pueden realizar la producción de nuevos EE.

- **Acumulación de los residuos de AEE**
Esta acumulación de residuos de AEE se da en mayor medida en las zonas urbanas, en gran parte debido a su elevado y creciente consumo. Este consumo de debe a varios factores y a su vez estos influye de manera directa en la acumulación de los residuos, algunos de los factores por los cuales sea aumentado el consumo de los AEE son la introducción de nuevas tecnologías y el acceso al crédito entre otros, estos residuos contribuyen a la acumulación de contaminantes peligrosos que sin un debido tratamiento, pueden generar un impacto negativo.¹⁰⁸ Sino realizamos el reciclaje de estos AEE se generara una acumulación no controlada que se convertirá en basura electrónica y esta contiene bastante sustancias peligrosas, como cadmio, mercurio, plomo, arsénico, fosforo y aceites peligrosos que agotan la capa de ozono o que afectan directamente al calentamiento global que directamente afectan a la salud humana una vez que se convierten en residuos, los aparatos no se gestionan y se tratan adecuadamente.¹⁰⁹ El no realizar el reciclado de estos AEE estamos contribuyendo a la acumulación de estos residuos y componentes en vertederos y contribuimos a explotar unos recursos naturales limitados que tenemos a nuestra disposición. Por ende una de las consecuencias de no tener una gestión adecuada sería una pérdida de recursos y un encarecimiento de los procesos productivos.
- **Oportunidad de Generación de ingreso directo y expedito a partir de los RAEE no gestionados por los SRyG de RAEE (informalidad)**
Existe un rentable mercado en la reutilización de residuos de materiales eléctricos que no se están aprovechando en Colombia, los motivos son variados, por un lado encontramos una estructura de reciclaje informal a la que se le destina muy pocos recursos y por otro, la falta de acuerdos entre gobiernos y empresas acerca de la necesidad de una ley que regule el manejo de este tipo de residuos. Al referirnos a desechos se refiere a los materiales de equipos electrónicos como teléfonos celulares, baterías, computadores y

¹⁰⁸ Rodríguez, L., Gonzáles, N., Reyes, L. & Torres, A. (2013). Sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Enfoque de dinámica de sistemas. Revista S&T, 11(24), 39-53

¹⁰⁹ ECOLEC, Sobre los RAEE. Artículo [En línea]. [Consulta 20 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.ecolec.es/informacion-y-recursos/sobre-los-raee/>

todo tipo de aparatos que contengan Oro, Plata, Cobre y otros minerales. El aprovechamiento de los minerales no solo sería ecológico sino que también sería un mercado muy rentable. “En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible anunció en 2012 que 41 empresas (45% del mercado de empresas tecnológicas) conformaron el “sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y/o periféricos” de Colombia. Bajo el nombre de EcoCómputo centraliza la gestión de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento de este tipo de residuos”, lo cual sería la base para la generación de ingreso. Hay que identificar que parte de los desechos pueden ser basura y otra parte materia prima, que al ser reusada puede generar ingresos y volverse el core de compañías.

- **Altos costos de Gestión de RAEE**
El no poseer métodos definidos para la gestión de RAEE ya lo hace tener costos altos, ya que no se cuenta con parámetros establecidos para la gestión de estos y hace que se realice de manera informal, el desensamble, recolección y transporte de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos al no estar establecidos mecanismos y maquinaria especializada se debe realizar de formas artesanales o tradicionales, incurriendo en altos costos de operación y a su vez desperdiciando materiales o elementos que podrían ser reutilizados. El gobierno por su parte no tiene una regulación definida o establecida en cuanto a esta gestión para que pudiese ser más económica, la administración del sistema puede incurrir todas o algunas de las siguientes responsabilidades según el ministerio de ambiente, la recolección y la administración de las cuotas de gestión de los RAEE por parte de los productores, el pago a los sistemas de recolección y los procesadores (gestores de RAEE), la aplicación y seguimiento al cumplimiento de los estándares de gestión de los RAEE; aplicación de sanciones a los productores que no cumplan con la implementación de los sistemas. El nulo o muy escaso reciclaje de basura electrónica tiene altos costos económicos que van desde la necesidad de mantener rellenos sanitarios en constante crecimiento a los costos de depuración asociados a la presencia de metales peligrosos, por ultimo al desampare económico que significa arrojar la basura hay que sumar a esto el daño ambiental que algunos de estos generan.
- **Falta de agentes que realicen el desensamble.**
La falta de agentes que realicen el desensamble adecuado, el desconocimiento de técnicas de manejo y recolección de estos residuos, el manejo inadecuado e incineración no controlada y la presencia de sustancias peligrosas en componentes de fabricación de estos RAEE son causas de gran impacto para la contaminación del medio ambiente y la afectación a la salud humana. Los RAEE son residuos complejos para su gestión, debido a que incluye gran cantidad de aparatos utilizados en un consumo masivo (hogares,

empresas, instituciones, industrias) y contienen diferentes materiales según el tipo de aparato y distintas sustancias nocivas para la salud humana que requieren un manejo adecuado para cada uno de estos.^{110 111} Con el reciclaje informal se realiza un desensamble inadecuado, se votan a los suelos o cuerpos de agua los componentes que no son valioso para estos recicladores, ya que en países como Colombia, en vía de desarrollo existe un constante lucha por los materiales y materiales que si les genera valor a estos, pero se desconoce del manejo que realmente es el adecuado para todas las partes de los equipos.

- El reciclaje informal de los RAEE.
El reciclaje informal o también llamados “pequeños recicladores” es una de las efectos que tiene que existan fallas en la recuperación de valor de los RAEE tipo III, en Colombia específicamente en Bogotá, tan solo se recupera el 8% de los materiales que se reciclan de los residuos sólidos urbanos a través de la población recicladora informal, y por iniciativa del gobierno a través de rutas selectivas de reciclaje solo se recupera el 0,5% (Gómez, 2012)¹¹², lo que genera el aumento del reciclaje informal de los RAEE. El reciclaje es uno de los procesos más importantes ya que allí se aprovecha y transforman los residuos de los RAEE y poder así volverlos a reincorporar como materia prima de nuevos AEE o darles un reuso. Hay que tener en cuenta que en países no industrializados como Colombia, el reciclaje, el desmontaje y la reventa son actividades en su mayoría informales lo cual hace que exista un mercado rentable aquí, debido a la falta de controles técnicos, vacos jurídicos y regulación del sector de los RAEE. Esta recolección informal tiene todo tipo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, en donde los recicladores solo aprovechan las partes que mayor valor les genere a ellos y desechan los demás componentes sin tener un control ambiental. Esto genera un impacto negativo al medio ambiente por el inadecuado manejo que se le da a las sustancias peligrosas o componentes y también conlleva afectaciones a la salud humana de estos recicladores como a la población.¹¹³

¹¹⁰ SUÁREZ, Mónica; TARAZONA, Jaime; TRIVIÑO, Paula. Diseño de un Modelo de Logística Inversa para los RAEE tipo 3. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad de América, 2016. [Consultado 01 Marzo 2018].

¹¹¹ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 Febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae/_Politica_RAEE.pdf

¹¹² Rodríguez, L., Gonzáles, N., Reyes, L. & Torres, A. (2013). Sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Enfoque de dinámica de sistemas. Revista S&T, 11(24), 39-53 [Consultado: 01 Marzo 2018]. Disponible en: [file:///C:/Users/SANDRA/Downloads/1501-Article%20Text-4635-1-10-20130331%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/SANDRA/Downloads/1501-Article%20Text-4635-1-10-20130331%20(4).pdf)

¹¹³ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, 2010. [Sitio Web]. [Consulta 12 Marzo 2019]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

- La falta de cultura Recy.
 En Colombia, no existe una cultura de reciclaje, por lo cual el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible lanzó una Política de RAEE, en donde se trata de promover y poder fortalecer institucionalmente todas las entidades territoriales y las entidades ambientales, junto con la inclusión de los ciudadanos una de las más importantes, y así poder aumentar la cultura de reciclar, y tener una conciencia sobre el medio ambiente. Socioculturalmente existe una inactiva participación de las partes involucradas con el reciclaje, ya sean los productores, distribuidores, gremios, programas posconsumo, entidades gubernamentales y privadas, autoridades ambientales, lo que nos lleva a que se incentive y aumente esta conciencia.
- La responsabilidad extendida del productor y la responsabilidad socio ambiental de los productores.
 Al existir vacíos jurídicos a nivel nacional se cobija a los productores a que no tengan y establezcan una responsabilidad ambiental con los RAEE, lo que se debe buscar es que el productor establezca una responsabilidad frente a la fabricación de AEE, que se estimule el diseño y producción de aparatos eléctricos y electrónicos que tengan en cuenta el desmontaje y faciliten la separación a la hora de recuperar y reciclar los RAEE, que los consumidores de los aparatos eléctricos y electrónicos tengan la facilidad y posibilidad de devolver al final de ciclo de vida de los aparatos sin costo alguno a estos fabricantes. Es decir que el productor tenga una responsabilidad frente al posconsumo de los AEE y no solo llegue hasta la venta de este aparato.
- Falta de un método definido para realizar la separación de los materiales y componen los AEE.
 La separación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se puede hacer mediante varios procesos, uno de los más utilizados es el manual y existen otros como lo son los mecánicos y magnéticos, estos dependen del tipo de material y componentes que están hechos los desechos. Al no contar en Colombia con la tecnología suficiente y un método definido para realizar la correcta separación solo se realiza la primera separación y esta es manual, ya que carecemos de un método definido para poder realizar la adecuada separación.
- Colombia no cuenta con la maquinaria adecuada para realizar la separación y el reciclaje de los RAEE.
 Se puede establecer que en Latinoamérica y el Caribe no existen todavía refinerías de tecnología de punta que puedan realizar la separación y extracción de los componentes y materiales como lo son metales preciosos a la vez. En Colombia la separación y el reciclaje de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se realizan de forma manual, y después se debe clasificar, dar una valorización y demás actividades que se requiera para la

debida gestión de los RAEE. Después de esto los componentes son transportados y exportados a países en el exterior los cuales si cuentan con adecuadas plantas para el correcto manejo de los RAEE ¹¹⁴

- Falta de comunicación y control entre proveedores, compañía focal, clientes y gobierno.
Todos los actores y gestores involucrados en la red de valor no elaboran proyectos, estrategias y planes para alinear los procesos de gestión de recuperación y reciclaje de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, lo cual causa que exista una falta de comunicación y control sobre estas. Al no existir una infraestructura logística sobre el manejo adecuado de los RAEE hace que sea aún más difícil la comunicación y los alineamientos de estos actores en la cadena de valor. No existe un diseño de un sistema de gestión y recolección de los RAEE que involucre a todos los actores y partes interesadas como lo son los proveedores, la compañía focal, los clientes y el gobierno, es decir no se establece una responsabilidad y comunicación extendida entre cada eslabón de la cadena de suministro mediante un proceso de logística directa e inversa.
- Control a exportaciones de los RAEE.
Es necesario tener y establecer un control frente a las exportaciones de los RAEE a nivel nacional, estas se dan ya que en países como Colombia en vía de desarrollo no se cuenta con la tecnología y con las condiciones requeridas para poder realizar algunos procesos dentro de la gestión de reciclaje de los RAEE como es la incineración de bifenilos policlorados (PCB), plaguicidas, dicloro difenil trocloroetano (DDT), y sustancias tóxicas como las dioxinas y furanos; por lo cual estos deben ser enviados a países extranjeros, en su mayoría a países europeos. Para tener control a estas exportaciones es necesario establecer una normativa y estar en constante conocimiento de las empresas que receptan en el exterior. ¹¹⁵
- Existen vacíos jurídicos en la regulación de los RAEE.
Se deben implementar normatividad e instrumentos jurídicos y legales en los cuales se regule y establezca todo lo referente al manejo y gestión adecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Colombia. Estas deben servir para exigir a cada uno de los actores en la cadena de valor el cumplimiento y la responsabilidad frente al debido manejo de los residuos de

¹¹⁴ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, 2010. [Sitio Web]. [Consulta 12 Marzo 2019]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

¹¹⁵ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 Febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

los AEE, y se dé plena garantía de los derechos y de sus deberes. En Colombia ya existen leyes sobre el adecuado manejo de algunos RAEE y sus contaminantes pero estas muchas veces no son sancionadas lo cual genera que las empresas recicladoras, las compañías productos, los consumidores, y todos los actores en la cadena de valor no obedezcan a estas.

- Falta de implementación de logística inversa en la recuperación de valor de los RAEE tipo III.

La implementación de un logística inversa, es decir que los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos sean debidamente gestionados en la cadena de valor y estos puedan volver a entrar como materia prima o sean reciclados correctamente y se establezca un desarrollador en su red de valor nos permite dar un gestión de los RAEE eficazmente y adecuadamente. Es importante que los distribuidores y comercializadores reconozcan la cadena de logística inversa, con esto los clientes pueden tener puntos de entrega y recolección de los AEE cuando finalice su ciclo de vida, que existan permanentes y cercanos puntos de acopio para el consumidor, poder realizar campañas para incentivar e incrementar la cultura de reciclaje dentro de los compradores.¹¹⁶

6.3 DIAGNÓSTICO

Esta etapa se desarrollara por medio de tres (3) fases las cuales se enfocan en la caracterización de la problemática central la cual se deriva del árbol del problema, una segunda fase que corresponde a la identificación de las causas por medio de la integración de los Ishikawa realizados y el diagrama causal escalado a una hipótesis dinámica y finalmente una tercera fase que consiste en la priorización de las causas por medio de la aplicación de técnicas multicriterio.

6.3.1 Caracterización de la problemática. El problema central de la investigación se identificó a través de la metodología de diagrama de árbol donde se identifican causas y efectos, estas causas y efectos son clasificados en financieros, técnicos y de gestión. Identificando las causas y sus efectos y la relación que hay entre estos se identifica que la problemática son las fallas en la gestión de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá.

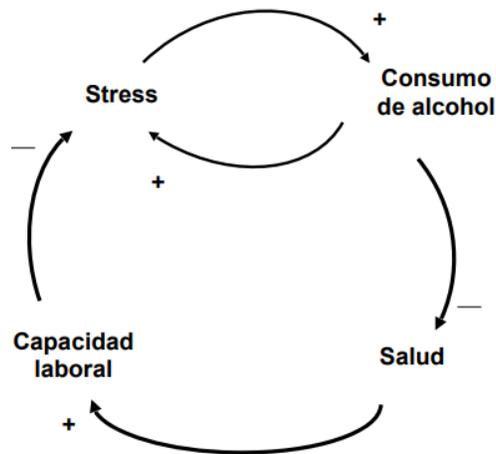
6.3.2 Identificación de las causas. Esta fase se desarrolló a través de la metodología de hipótesis dinámica bajo el esquema de análisis causal, donde se tendrán en cuenta las causas identificadas en el árbol del problema, los efectos del

¹¹⁶ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 Febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

mismo árbol del problema y se tomaran las causas más relevantes identificadas en los diagrama de Ishikawa (Gestión, Celular, Computador e Impresora).

Para llevar a cabo el diseño se debe tener en cuenta ciertos parámetros para la construcción del diagrama causal, donde se debe entender que se realizan una serie de enlaces causales los cuales se unen mediante una flecha que indica el sentido de la relación causal, a su vez al final de cada flecha existe un signo de polaridad, una relación causal positiva se da si la causa aumenta el efecto aumenta y de forma contraria una relación causal negativa se da si la causa aumenta el efecto disminuye y si la causa disminuye el efecto aumenta. Como se observa en la siguiente imagen el Diagrama de Enlace Causal las causas están relacionadas con flechas y tienen signos al final de la unión entre las variables.

Figura 36. Diagrama de enlace causal



Fuente: VENSIM- Maestría en administración pública. Disponible en: <https://docplayer.es/48262429-Maestria-en-administracion-publica-modulo-1-tercera-parte-modelando-sistemas-complejos-con-diagramas-causales-y-la-herramienta-vensim.html>

Para el desarrollo de análisis del diagrama causal entre las variables se suele utilizar las siguientes notaciones:

Cuadro 39. Notación Diagrama Causal

Notación o Vínculo causal	Regla	Descripción
A → B	Relación o Vínculo Causal	Expresa una relación de causalidad entre las dos variables, lo cual indica que una variación en A genera un cambio en B

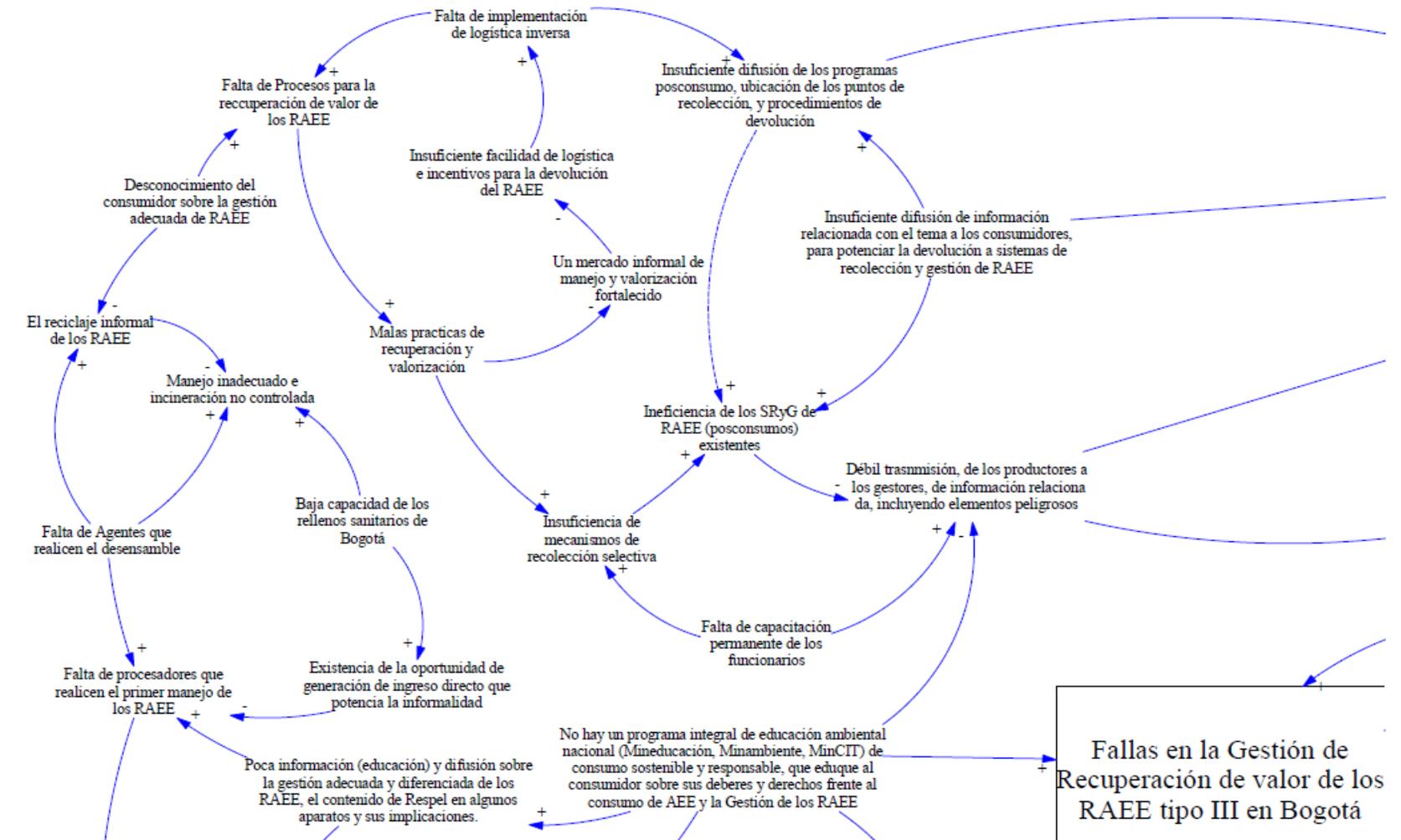
Cuadro 40. (Continuación)

Notación o Vinculo causal	Regla	Descripción
$A \xrightarrow{+} B$	Relación de Influencia Positiva	Ambas variables cambian en el mismo sentido, si una aumenta la otra igual o si una disminuye la otra también disminuye.
$A \xrightarrow{-} B$	Relación de Influencia Negativa	La relación negativa indica que las variables de los dos extremos varían en sentido opuesto, si una aumenta la otra disminuye o al contrario si una disminuye la otra aumenta.
$A \xrightarrow{ } B$	Retardo o Ruptura	Un retardo es una acción que retarda, mitiga o rompe la relación causal entre dos variables.

Fuente: elaboración propia, con base en. Basado en Diagrama Causal, Hipótesis Dinámica

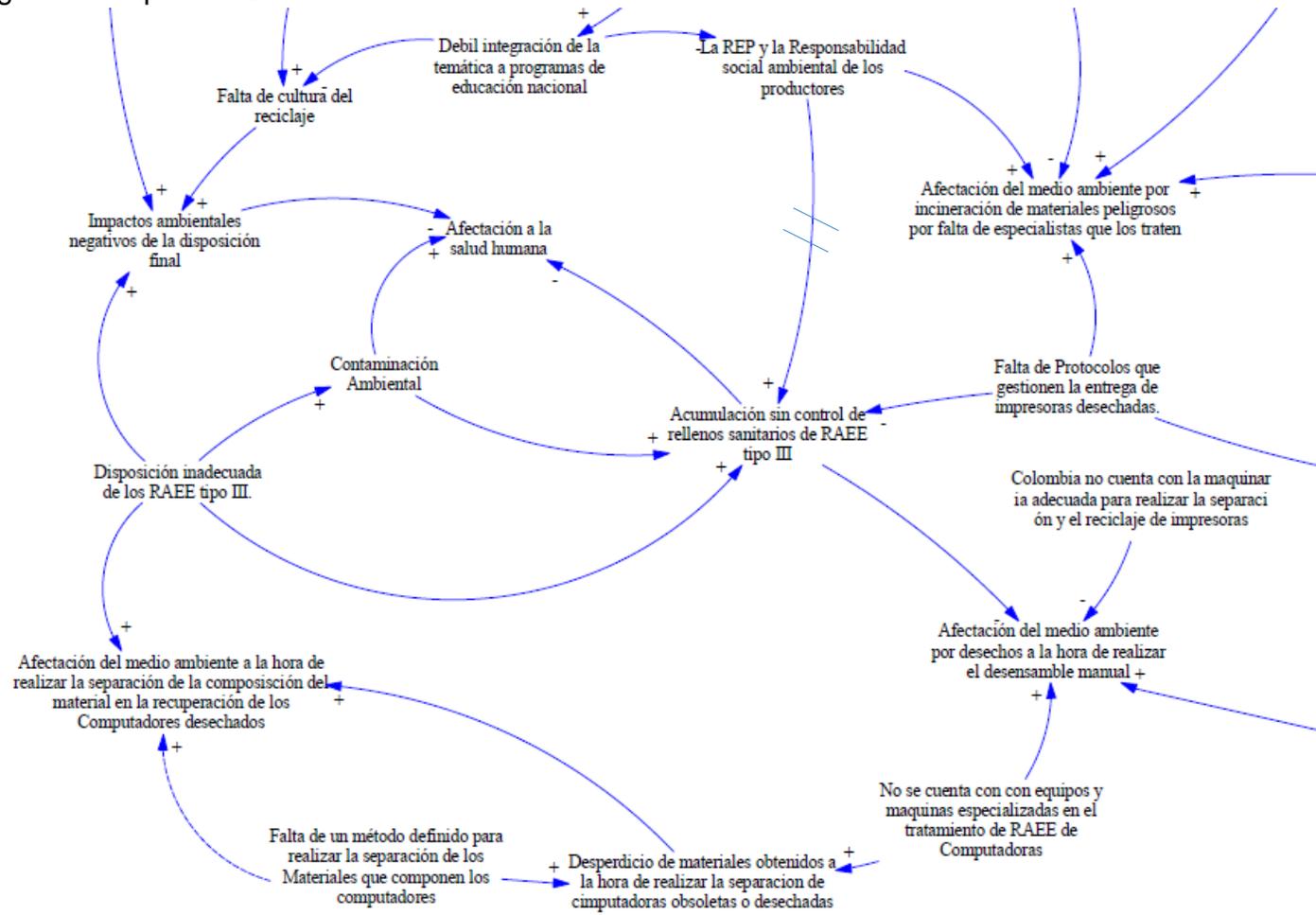
Teniendo en cuenta los fundamentos teóricos y la articulación de la información obtenida en el árbol del problema, los diagramas de flujo de procesos y los Ishikawa se procedió a realizar un diagrama causal identificando las causas del árbol del problema y las causas identificadas en los Ishikawa.

Figura 37. Hipótesis Dinámica



Fuente. elaboración propia

Figura 38. Hipótesis Dinámica



Fuente. elaboración propia

Así mismo, para la construcción del dl modelo causal, se identificaron las acciones o roturas que mitigan los efectos entre los causales. En el siguiente cuadro se listan las roturas identificadas.

Cuadro 41. Roturas identificadas en la Hipótesis Dinámicas

Rotura N°	Descripción
1	Ineficiencia de los SRyG de RAEE (pos consumos) existentes
2	Falta de un método definido para realizar la separación de los Materiales que componen los RAEE
3	Insuficiente capacidad técnica y de investigación
4	Deficiente coordinación interinstitucional de las entidades de Gobierno y con el sector privado e intersectorial

Fuente. elaboración propia

6.3.3 Priorización de las causas. Esta fase consiste en ordenar jerárquicamente las causas que nos llevan a nuestro problema principal, es decir poder evaluar las causas más incidentes en el problema; estas causas son tomadas de la hipótesis dinámica y son las que se identificaron que mayor concentración de relación tienen en los bucles, es decir las causas que mayor relación causal tengan.

Estas están priorizadas mediante la técnica multicriterio, la cual permite organizar estas causas según su relevancia o grado que se le asigne a estas. Las técnicas multicriterio son técnicas matemáticas que permiten integrar los enfoques de objetividad y subjetividad en un solo modelo, para así hacer priorización de causas o variables de un análisis anterior, que en el caso es la hipótesis dinámica. De esta forma entonces existe un modelo objetivo, un modelo subjetivo y un modelo definitivo.

- **Modelo Objetivo:** este modelo está basado en una entropía y una dispersión, en donde se va a construir inicialmente una matriz R_{ij} , esta matriz R_{ij} es una calificación asignada a una causa tipo (i) y un criterio tipo (j), en este orden la matriz R_{ij} tiene dos entradas que son las causas identificadas a través del proceso que termino con la hipótesis dinámica y los criterios que se definieron a través de la investigación que se realizó sobre la incidencia de la problemática. Para dar desarrollo a las técnicas multicriterio se utilizaran las siguientes ecuaciones:

Ecuación 1. Entropía

$$e_i = \frac{-1}{\log m} * \sum_{i=1}^n R_{ij} \log R_{ij}$$

$$e_i = \frac{-1}{\log m} * \sum_{i=1}^n R_{ij} \log R_{ij}$$

En donde:

R = es la calificación

i = causas

j = criterios

m = cantidad de causas

La calificación a R mediante el análisis de las causas y de los criterios es dada mediante una escala de Likert que se explicara a continuación.

Ecuación 2. Dispersión

$$D_i = 1 - e_i$$

$$D_i = 1 - e_i$$

En donde:

e_i = entropía del punto anterior

Ecuación 3. Parámetro objetivo

$$S_{oi} = \frac{D_i}{\sum D_i}$$

$$S_{oi} = \frac{D_i}{\sum D_i}$$

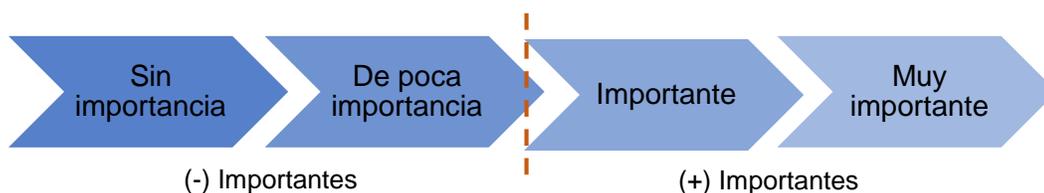
En donde:

D_i = dispersión del punto anterior

Para dar la calificación a la matriz R_{ij}, es decir poder calificar las causas (i) definidas frente a un criterio (j), para esto se utiliza una escala de medición de Likert, es uno de los tipos de escalas de medición, esta es una escala psicométrica la cual es utilizada en una investigación, encuesta, entrevista, etc. En donde su principal finalidad es poder comprender las opiniones y actitudes de la persona que da respuesta a una pregunta. Sirve inicialmente para saber el grado de conformidad de una persona hacia un ítem dado.

Las técnicas multicriterio establece dar la calificación mediante escalas mixtas, pero para el caso de la investigación se apropiaron como escalas de Likert, debido a que más adelante de la investigación se van a unir estas dos metodologías, cuando se esté dando desarrollo a la convergencia. Después de aplicar el instrumento en fuentes de información primarias es necesario un análisis de convergencia, en donde a cada uno de esos puntajes cuantitativos debe responder a una escala de Likert, su calificación está dada por la siguiente figura:

Figura 41. Escala de medición de Likert



Fuente: QuestionPro, ¿Qué es la escala de Likert y cómo utilizarla? Consultado el: 28 de Abril de 2019. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/>

Para dar la calificación de la escala de Likert se le asigna un puntaje a cada número, este es de 1 a 4. Cuando la puntuación es (1) significa que es muy importante, es decir tiene un alto nivel de importancia la causa frente al criterio, si es (2) es importante la causa frente al criterio que se está tomando y así sucesivamente con las otras dos puntajes, si es (3) es que es de poca importancia y si es (4) es sin importancia. Esto se realiza hasta completar toda la calificación de la matriz Rij.

- **Modelo Subjetivo:** este modelo está basado en captar la percepción del analista a través de un modelo binario, es decir en construir un triángulo de Fuller (causa contra causa) también conocido como el matriz Pij, este se realiza con las causas ya que son las que se están investigando para conocer con las técnicas multicriterio como cada una de estas inciden con más o menor porcentaje en nuestro problema central, es decir estamos priorizándolas. Para el desarrollo de este modelo utilizamos la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Parámetro subjetivo

$$S_{bi} = \frac{\sum P_{ij}}{\sum \sum P_{ij}}$$

En donde:

1: si la causa muestra relación de mayor importancia o igualdad sobre la otra causa

0: si es una relación de menor importancia

- **Modelo definitivo:** y finalmente se unen los dos anteriores modelos en un modelo definitivo, es decir el modelo objetivo y el modelo subjetivo en un solo modelo como es este, para su desarrollo final se utiliza la siguiente ecuación:

$$S_{di} = \frac{S_{oi} * S_i}{\sum S_{oi} * S_{bi}}$$

$$S_{di} = \frac{S_{oi} * S_i}{\sum S_{oi} * S_{bi}}$$

En donde:

S_{oi} = resultado del modelo objetivo

S_{bi} = resultado del modelo sunjetivo

Y con la anterior descripción teórica de las técnicas multicriterio, se inicia el desarrollo de esta metodología, empezando con enumerar las causas y los criterios requeridos para su desarrollo. Con el fin de eliminar la subjetividad que pueda dar el analista a la investigación la priorización de estas causas se inicia tomando las causas que dieron como resultado del modelo de la hipótesis dinámica que fue desarrollada anteriormente en un diagrama causal con los parámetros ya mencionados al inicio del desarrollo de esta metodología, y asignando los criterios correspondientes a cada una de estas causas, que están en los siguientes cuadros. (Cuadro 20 y Cuadro 21)

Cuadro 42. Causas de Evaluación

ID	Descripciones Causa
Cau 1	Acumulación sin Control de rellenos sanitarios de RAEE tipo III
Cau 2	Impactos Ambientales negativos de la disposición final
Cau 3	Afectación del medio ambiente por incineración de materiales peligrosos por falta de especialistas que los traten
Cau 4	Fallas en la gestión de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá
Cau 5	Insuficiencia de los SRyG de RAEE (Posconsumo) existentes
Cau 6	Capacidad de reutilización o recuperación de materias primas

Cuadro 43. (Continuación)

ID	Descripciones Causa
Cau 7	Disposición inadecuada de los RAEE tipo III
Cau 8	Acumulación de los residuos de AEE
Cau 9	Oportunidad de Generación de ingreso directo y expedito a partir de los RAEE no gestionados por los SRyG de RAEE (informalidad)
Cau 10	Altos costos de Gestión de RAEE
Cau 11	Falta de Agentes que realicen el desensamble
Cau 12	El reciclaje Informal de los RAEE
Cau 13	Falta de Cultura del reciclaje
Cau 14	La Responsabilidad Extendida del Productor y la Responsabilidad social ambiental de los productores
Cau 15	Falta de un método definido para realizar la separación de los materiales que componen los AEE
Cau 16	Colombia no cuenta con la maquinaria adecuada para realizar la separación y el reciclaje de los RAEE
Cau 17	Falta de comunicación y control entre proveedores, compañía focal, clientes y Gobierno
Cau 18	Control a exportaciones de los RAEE
Cau 19	Existen vacíos jurídicos en la regulación de los RAEE
Cau 20	Falta de implementación de Logística inversa en la recuperación de valor de los RAEE tipo III

Fuente: elaboración propia basada en la hipótesis dinámica

Cuadro 44. Descripción de los criterios

ID	Descripciones Criterios
Cri 1	Acopio en rellenos
Cri 2	Marcas Ambientales negativas
Cri 3	Daño al medio ambiente
Cri 4	Gestión de RAEE en Bogotá
Cri 5	Deficiencia de los SRyG
Cri 6	Posibilidad de Reutilización de Materias primas
Cri 7	Finalización inadecuada del RAEE
Cri 8	Acumulación de RAEE
Cri 9	Generación de ingreso
Cri 10	Costos de Gestión
Cri 11	Falta de Agentes
Cri 12	Reciclaje Informal
Cri 13	Cultura del Reciclaje
Cri 14	Responsabilidad Extendida del Productor

Cuadro 45.(Continuación)

Cri 15	Falta de Método de Separación
Cri 16	Falta de Maquinaria para la Separación
Cri 17	Comunicación entre Proveedores, CF, Clientes y Gobierno
Cri 18	Control a exportaciones de los RAEE
Cri 19	Vacíos Jurídicos en la regulación
Cri 20	Implementación Logística Inversa recuperación

Fuente: elaboración propia basada en la hipótesis dinámica

De acuerdo con la descripción de las anteriores cuadros se empieza a evaluar cada una de las 20 causas frente a los 20 criterios dados mediante la escala de Likert ya explicada anteriormente para la construcción de nuestra matriz Rij, que se muestra a continuación en la tabla 7.

Tabla 8. Matriz Rij (Matriz absoluta)

	Cau 1	Cau 2	Cau 3	Cau 4	Cau 5	Cau 6	Cau 7	Cau 8	Cau 9	Cau 10	Cau 11	Cau 12	Cau 13	Cau 14	Cau 15	Cau 16	Cau 17	Cau 18	Cau 19	Cau 20
Cri 1	1	1	2	2	3	2	1	1	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2
Cri 2	1	1	1	2	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3
Cri 3	1	1	1	2	2	3	2	1	3	3	3	1	1	2	3	2	2	3	2	2
Cri 4	3	2	1	1	1	2	3	2	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	1
Cri 5	3	3	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2	3	2
Cri 6	2	2	2	3	3	1	2	2	2	3	3	2	2	2	1	2	3	2	3	2
Cri 7	1	2	3	3	3	2	1	2	1	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	2
Cri 8	2	3	2	2	2	2	2	1	1	3	2	1	1	2	2	3	3	4	3	3
Cri 9	3	3	2	3	3	1	3	2	1	3	2	2	3	3	3	3	2	2	4	3
Cri 10	3	2	3	3	1	3	2	2	2	1	3	3	3	3	4	2	2	2	3	3
Cri 11	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	4	3	3	3	2	1	4	2
Cri 12	1	1	2	1	3	1	2	2	1	3	2	1	2	3	3	3	2	1	3	2
Cri 13	2	2	3	2	4	2	3	1	2	2	1	2	1	4	3	4	2	1	3	2
Cri 14	1	2	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	4	1	3	2	2	2	3	3
Cri 15	2	2	1	3	3	1	1	2	1	2	3	3	3	4	1	2	3	3	3	2
Cri 16	2	1	2	2	2	2	3	3	1	2	3	2	3	3	2	1	4	3	4	2
Cri 17	3	2	3	3	1	3	2	2	2	3	3	4	2	2	3	3	1	2	3	3
Cri 18	4	3	3	2	2	2	3	3	1	2	3	3	4	3	4	4	3	1	3	2
Cri 19	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3	3	4	4	3	3	2	1	3
Cri 20	2	2	1	3	3	1	3	1	2	4	2	2	3	2	2	2	1	1	3	1

Fuente: elaboración propia basada en la hipótesis dinámica

Metodología Objetiva. Después de la construcción de la matriz R_{ij} , calculamos la entropía y la dispersión y su correspondiente parámetro objetivo como se ve a continuación en la Tabla 8.

Tabla 9. Matriz del modelo objetivo

Causas	Entropía e_i	Dispersión D_i	Parámetro Objetivo S_{oi}
Cau 1	-4,532	5,532	0,042
Cau 2	-2,566	3,566	0,027
Cau 3	-0,463	1,463	0,011
Cau 4	-1,388	2,388	0,018
Cau 5	-2,663	3,663	0,028
Cau 6	-3,533	4,533	0,035
Cau 7	-6,729	7,729	0,059
Cau 8	-0,836	1,836	0,014
Cau 9	-2,026	3,026	0,023
Cau 10	-10,264	11,264	0,086
Cau 11	-5,129	6,129	0,047
Cau 12	-2,913	3,913	0,030
Cau 13	-2,913	3,913	0,030
Cau 14	-8,963	9,963	0,076
Cau 15	-7,475	8,475	0,065
Cau 16	-9,603	10,603	0,081
Cau 17	-9,647	10,647	0,082
Cau 18	-5,225	6,225	0,048
Cau 19	-21,389	22,389	0,172
Cau 20	-2,026	3,026	0,023
TOTAL		130,282	1

Fuente: elaboración propia basada en la hipótesis dinámica

Metodología Subjetiva. Para la construcción de la matriz P_{ij} (triángulo de Fuller) se evalúa causa contra causa y se califica como muestro en su teoría anteriormente, obteniendo así nuestro parámetro subjetivo (S_{bi}).

Tabla 10. Matriz del modelo subjetivo

Causas	Sumatoria $\sum P_{ij}$	S_{bi}
Cau 1	10	0,042735
Cau 2	12	0,051282
Cau 3	13	0,055556
Cau 4	9	0,038462
Cau 5	12	0,051282
Cau 6	12	0,051282

Tabla 11.(Continuación)

Causas	Sumatoria $\sum P_{ij}$	S_{bi}
Cau 7	11	0,047009
Cau 8	14	0,059829
Cau 9	8	0,034188
Cau 10	6	0,025641
Cau 11	15	0,064103
Cau 12	17	0,07265
Cau 13	15	0,064103
Cau 14	11	0,047009
Cau 15	8	0,034188
Cau 16	9	0,038462
Cau 17	16	0,068376
Cau 18	9	0,038462
Cau 19	12	0,051282
Cau 20	15	0,064103
TOTAL	234	1

Fuente: elaboración propia basada en la hipótesis dinámica

Metodología definitiva. Y finalmente se integran los dos enfoques desarrollados anteriormente, la metodología objetivo y la metodología subjetiva y así obtener el parámetro definitivo, cada una de las 20 causas analizadas con sus respectivos valores de ponderación y determinar así cuales causas tiene mayor incidencia en el problema central.

Tabla 12. Matriz modelo definitivo

Causas	S_{oi}	S_{bi}	$S_{oi} * S_{bi}$	S_{di}
Cau 1	0,042	0,042735	0,001815	3,76%
Cau 2	0,027	0,051282	0,001404	2,91%
Cau 3	0,011	0,055556	0,000624	1,29%
Cau 4	0,018	0,038462	0,000705	1,46%
Cau 5	0,028	0,051282	0,001442	2,99%
Cau 6	0,035	0,051282	0,001784	3,70%
Cau 7	0,059	0,047009	0,002789	5,78%
Cau 8	0,014	0,059829	0,000843	1,75%
Cau 9	0,023	0,034188	0,000794	1,65%
Cau 10	0,086	0,025641	0,002217	4,60%
Cau 11	0,047	0,064103	0,003016	6,25%
Cau 12	0,030	0,07265	0,002182	4,53%
Cau 13	0,030	0,064103	0,001925	3,99%
Cau 14	0,076	0,047009	0,003595	7,46%
Cau 15	0,065	0,034188	0,002224	4,61%
Cau 16	0,081	0,038462	0,00313	6,49%

Tabla 13. (Continuación)

Causas	S_{oi}	S_{bi}	$S_{oi} * S_{bi}$	S_{di}
Cau 17	0,082	0,068376	0,005588	11,59%
Cau 18	0,048	0,038462	0,001838	3,81%
Cau 19	0,172	0,051282	0,008813	18,28%
Cau 20	0,023	0,064103	0,001489	3,09%
TOTAL			0,048215	100,00%

Fuente: elaboración propia basada en la hipótesis dinámica

De acuerdo con los resultados de la metodología definitiva, hasta el momento por fuentes secundarias las causas más incidentes en el problema son las mostradas a continuación en la tabla 11, que son las causas que más altos porcentajes dieron, es decir más incidencia tienen en el problema central. Se toman las primeras 9 causas ya que la sumatoria de estas causas arroja un 70% de incidencia frente a las 20 causas analizadas sobre el total del porcentaje un 100%. Estas causas son llevadas a una entrevista a través de fuentes primarias, y poder validar con este instrumento la información obtenida a través de fuentes secundarias y mirar la incidencia dada por expertos en el problema central.

Tabla 14. Resultado priorización de causas

Causa	Sdi	Descripción de la causa
Cau19	18,28%	Existen vacíos jurídicos en la regulación de los RAEE
Cau17	11,59%	Falta de comunicación y control entre proveedores, compañía focal, clientes y Gobierno
Cau14	7,46%	La Responsabilidad Extendida del Productor y la Responsabilidad social ambiental de los productores
Cau16	6,49%	Colombia no cuenta con la maquinaria adecuada para realizar la separación y el reciclaje de los RAEE
Cau11	6,25%	Falta de Agentes que realicen el desensamble
Cau7	5,78%	Disposición inadecuada de los RAEE tipo III
Cau15	4,61%	Falta de un método definido para realizar la separación de los materiales que componen los AEE
Cau10	4,60%	Altos costos de Gestión de RAEE
Cau12	4,53%	El reciclaje Informal de los RAEE
TOTAL		70%

Fuente: elaboración propia basada en la hipótesis dinámica

6.4 VALIDACIÓN DE LAS CAUSAS PRIORIZADAS A TRAVÉS DE LA CONSULTA A EXPERTOS POR MEDIO DE LA ENTREVISTA

En esta sección, se desarrollara con el fin de dar mayor validez a las causas que se priorizaron por medio de las técnicas multicriterio, de esta manera se validaran estas causas realizando una entrevista a un nmero específico de expertos en el tema, la

consulta a los expertos se realizara buscando ratificar las causas identificadas y así de esta manera proceder a realizar el modelo de la red. Se utilizaran el instrumento entrevista para poder realizar el acercamiento con los expertos en el tema de la gestión de los RAEE. Para la adecuada validación, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos.

6.4.1 Método Delphi. “El método Delphi es una metodología estructura para recolectar sistemáticamente juicios de expertos sobre un problema, procesar la información y a través de recursos estadísticos, construir un acuerdo general de grupo”¹¹⁷. Esta es una consulta a expertos en una investigación científica, para la presente investigación esta no se va a evaluar estadísticamente sino para este caso se hará cualitativamente, su principal objetivo es la construcción de un consenso grupal, reunir y sintetizar el conocimiento de un grupo de expertos que participaran en el instrumento (entrevista) para validar las fuentes secundarias. Los expertos a consultar son aquellos que tiene una formación, experiencia y un dominio previo con el tema de investigación.

Se deben reconocer algunas ventajas que se dan con el desarrollo del método Delphi como son: los expertos pueden participar por vía de n medio electrónico y así disminuyendo los costos de esta. Se da un favorecimiento de la libertad de opinión de cada uno de estos, se puede disminuir la influencia del líder en la interacción del grupo es decir que no existe un dominio en general y no hay existe una minoría, y se da un número mayor de individuos en diferentes situaciones.

La aplicación del método Delphi conlleva unas tareas progresivas que son llevadas en tres fases o etapas, que dan solidez y veracidad a esta metodología junto con la calidad de los expertos que intervienen en esta, estas fases son:

- **Fase preparatoria.** Es en esta fase se deben realizar tres etapas, la primera de ellas es la selección de los expertos, se debe saber con exactitud el número de participantes que se requieren para la investigación y los criterios que se van a evaluar en el método. La segunda etapa es la preparación del instrumento, este debe garantizar que sea el apropiado para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en la validación de las causas y sea el indicado para el tipo de investigación. Y por último se tiene la decisión de la vía de consulta, en donde se reconoce cual es la vía por la cual se va a desarrollar el instrumento y dar consulta a los expertos.
- **Fase de consulta.** Este consta de cuatro etapas, la primera de ellas es la realización de las rondas de consulta, es decir las veces que sea necesaria las

¹¹⁷ GARCÍA, Margarita y SUÁREZ, Mario. El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. En: Revista Cubana Salud Pública. Junio, 2013. vol. 39, no. 2.

rondas hasta llegar al consenso. La segunda es el procesamiento estadístico sucesivo, dependiendo al tipo de pregunta que se realice se debe hacer su correspondiente análisis final, para el caso de la investigación no será desarrollado cuantitativamente sino cualitativamente. Como tercera etapa esta la retroalimentación del resultado del procesamiento de las respuestas, es un análisis estadístico que se le da a cada experto por ronda con las respuestas grupales. Y por último tenemos el rescate de los expertos que no responde, en un método Delphi es normal que el 100% de los expertos a consulta no respondan, el investigador en ocasiones tiene que enviar el instrumento 2 o más veces como recordatorio al experto.

- **Fase de consenso.** Este se desarrolla en dos etapas, la primera de ellas es la construcción del consenso, es el acuerdo final que se llega con el desarrollo de este método por medio de las respuestas de todos los expertos que participaron en el instrumento, ese acuerdo general grupal que se obtuvo. Y la última es el reporte de los resultados se da de manera amplia y precisa en cuanto a la descripción del proceso y consistencia de los resultados hallados.¹¹⁸

6.4.2 Número de Expertos. Con el fin de determinar el número de expertos utilizados según el método anterior se debe usar la siguiente ecuación:

$$\text{Numero de Expertos: } m = \frac{p * (1 - p) * k}{i^2}$$

Donde:

m= Numero de expertos

p= Porcentaje de aceptación

i= Nivel de Precisión

k= Constante asociada al nivel de confianza

Para efectos de la presente investigación, los investigadores que desarrollan el diseño de la red, plantearon que los valores para cada una de las variables para calcular el número de expertos son: p= 96%, i=96% y una constante asociada al nivel de confianza de 95. Esto se realiza evaluando las probabilidades, lo cual busca un comportamiento simétrico de una distribución normal, con una desviación estándar muy baja.¹¹⁹

¹¹⁸ GARCÍA, Margarita y SUÁREZ, Mario. El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. En: Revista Cubana Salud Pública. Junio, 2013. vol. 39, no. 2.

¹¹⁹ Ayala, Camacho, Suarez, Diseño de una red de valor global para el sector petrolero con compañía focal ubicada en Colombia. Proyecto integral de grado para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad de América. 2018

Remplazando los valores asignados obtenemos:

$$\text{Numero de Expertos: } m = \frac{95\% * (1 - 95\%) * 95}{95\%^2} = 5$$

Lo cual indica que le número de expertos a entrevistarse son 5.

6.4.3 Especificaciones técnicas de la entrevista. El instrumento utilizado en la investigación es una entrevista cualitativa que permite recopilar información detallada por parte de la persona que informa oralmente y a su vez comparte con el investigador su conocimiento del tema a tratar. Según Rubin (Lucca y Berríos, 2003) la entrevista cualitativa tiene ciertas características, la primera de ellas es que una entrevista cualitativa es una extensión de una conversación normal que se da con el experto a entrevistar para escuchar y dar un entendimiento del sentido de los que dice la persona entrevistada. El contenido de la entrevista y la dirección que se le da a esta durante la sesión con el experto, las selecciones de los temas a tratar pueden variar y se dan de acuerdo a las respuestas y conocimiento que va dando el experto. Y por último los investigadores cualitativos están inmersos en poder dar comprensión de las respuestas de los expertos, al igual que el conocimiento de este, y dar una categorización los eventos en función de las teorías académicas.¹²⁰

6.4.4 Tipos de entrevista. Respecto a una serie de tipos de entrevistas que se identifican, se desarrollará bajo las necesidades y las características de los expertos, de acuerdo con su estructura y el diseño de la entrevista, se establece que el tipo que se aplicará será **Estructurada y Dirigida**. Este tipo de entrevista se caracteriza por tener un formulario de preguntas predeterminadas, esta permite captar información den base a preguntas estructuradas y que buscan afirmar o abordar un tema específico, La entrevista estructurada o dirigida se emplea cuando no existe suficiente material informativo sobre ciertos aspectos que interesa investigar, o cuando la información no puede conseguirse a través de otras técnicas. Para realizar la entrevista estructurada es necesario contar con una guía de entrevista. Ésta puede contener preguntas abiertas o temas a tratar, los cuales se derivan de los indicadores que deseen explorarse.¹²¹

6.4.5 Objetivos de la entrevista. Murillo en su artículo Metodología de investigación – enfoque cualitativo, enfoque cuantitativo, afirma que la entrevista por metodología cualitativa no requiere un profundo análisis de números, tablas, gráficas o formulas estadísticas; pero si es fundamental en el que el investigador

¹²⁰ VARGAS, Ileana. La entrevista en la investigación cualitativa: nuevas tendencias y retos. En: Calidad En La Educación Superior. Mayo, 2012. vol. 3, no. 1, p. 119-139.

¹²¹ Soriano. Guía para realizar investigaciones sociales. Entrevista estructurada o dirigida. 2008

realice un análisis del lenguaje conceptual y metafórico. En vez de dar validez a variables exactas lo que trata es de dar y obtener conceptos amplios de los expertos investigados, así mismo poder agrupar y dar un consenso general con los puntos de vista de todos los participantes.¹²² Esta permite dar un trato directo con las personas a entrevistar y así poder ir acumulando las respuestas de los individuos que participan en el instrumento. Otros objetivos presentes en la entrevista son:

- Es una entrevista dirigida, es decir que el entrevistador es el encargado de llevar la entrevista para que pueda alcanzar los objetivos propuestos al inicio de esta.
- Esta requiere un tiempo mínimo para plantearlas, planificarlas, recolectar la información y darle su debido análisis.
- La validez y fiabilidad de la entrevista es uno de los objetivos más importante para que el instrumento tenga un desarrollo óptimo, es decir se debe tener primero una información inicial recogida por diferentes técnicas, en el caso de la presente investigación se da a través de las técnicas multicriterios a través de fuentes secundarias comparando con la información obtenida a través de la entrevista por fuentes primarias que son los expertos.
- Se da un tipo de comunicación interpersonal es decir que se integra al entrevistador con la persona entrevistada.¹²³

6.4.6 Partes de la entrevista. Esta entrevista se realizara por medio de tres partes, la primera será una indagación en los conocimientos de los expertos, esto se realizara mediante la aplicación de una pregunta abierta que busca identificar las causas que cree el experto que inciden en las fallas de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá, en una segunda parte de la entrevista, se realizaran unas preguntas de selección múltiple inducidas y con las causas inmersas en las preguntas y por ultimo dos preguntas donde ordenara de mayor a menor importancia factores que inciden en la recuperación de valor de los RAEE y así poder validar un total de 20 causas en total.¹²⁴

6.4.7 Tipos de pregunta. Para el desarrollo de la entrevista se determinó realizar tres tipos de pregunta, estas fueron determinadas según el objetivo que requería cumplir y validar con cada una de estas. El primer tipo de pregunta fueron las abiertas, estas dan una búsqueda más profunda y una exploración de las causas más incidentes en la recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá, el

¹²² MURRILO, Javier. La Entrevista. Enero, 2007., p.30.

¹²³ MURRILO, Javier. La Entrevista. Enero, 2007., p.30.

¹²⁴ Ayala, Camacho, Suarez, Diseño de una red de valor global para el sector petrolero con compañía focal ubicada en Colombia. Proyecto integral de grado para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad de América. 2018

segundo tipo de pregunta fue preguntas inducidas las cuales tienen como objetivo principal dar validación a las causas más incidentes en el problema central de la investigación.¹²⁵ Este tipo de pregunta se les realizó a las diez causas con porcentajes más altos que dieron como resultado de la priorización desarrollada con las técnicas multicriterio, su calificación se dio mediante las escalas de medición de Likert. Por último se realizó preguntas de clasificación en donde se da una jerarquización de las restantes causas, es decir de diez causas con los menores porcentajes halladas en las técnicas multicriterio, se realiza la trazabilidad y validación de todas las causas obtenidas a través de las fuentes secundarias mediante la entrevista.¹²⁶

6.4.8 Perfiles del experto. El perfil de los expertos a realizar la entrevista es el siguiente: personas que hagan parte del sector de la fabricación y comercialización de los AEE, personas que tengan conocimiento en la industria de los RAEE, persona con conocimiento en la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad e ingeniero ambiental con conocimiento en los impactos generados por los RAEE. De acuerdo con estas especificaciones En el siguiente cuadro se da la información de cada entrevistado.

Cuadro 46. Expertos a los que se les aplicó la entrevista.

N° de experto	Nombre	Empresa	Cargo
1	Antonio Ricardo Jaramillo	GecoRAEE S.A.S	Jefe de Gestión Ambiental
2	Carolina Panqueva Rincón	FONADE	Ingeniera Ambiental
3	Olga Colombia Ortiz Ortiz	Click On Green	Gerente General
4	Cesar Rengifo	Universidad de los Andes	Activos Fijos Universidad de los Andes
5	William Rubio	IGOMA Centro de Alta tecnología	Empresario Aparatos Eléctricos y Electrónicos Unilago

Fuente. elaboración propia

¹²⁵ Ayala, Camacho, Suarez, Diseño de una red de valor global para el sector petrolero con compañía focal ubicada en Colombia. Proyecto integral de grado para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad de América. 2018

¹²⁶ Ayala, Camacho, Suarez, Diseño de una red de valor global para el sector petrolero con compañía focal ubicada en Colombia. Proyecto integral de grado para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad de América. 2018

6.4.9 Psicometría TRI. El principal objetivo de la psicometría TRI es “conseguir medidas invariantes respecto de los sujetos medidos y de los instrumentos utilizados” según (Muñiz, 1997, p.17). La metodología TRI da desarrollo a un grupo de modelos matemáticos que comparten una idea central, se asume que la probabilidad que la persona encuestada de una respuesta sobre algo preguntado es descrita en función de la posición de esta persona, según su rasgo o aptitud latente.¹²⁷

6.4.10 Diseño de la entrevista. Dados los parámetros del tipo de entrevista, el número de expertos a entrevistar, los perfiles de los expertos, el tipo de preguntas y todos los parámetros que se identifiquen necesarios para la validación de las causas con los expertos se procede a realizarse el diseño de la entrevista y su respectivo formato el cual se puede identificar. Se diseñó de la siguiente manera, se redactaron una serie de preguntas que tuvieran una relación directa con las causas. El orden que se presenta es una primera pregunta abierta donde se identifican causas a partir de la experiencia del experto, otras 10 preguntas de selección múltiple de tipo inducidas y por ultimo dos preguntas en las cuales el experto ordena de mayor a menor siendo 1 el más importante y 5 el menos unos factores que inciden en la falta de recuperación de valor de los RAEE tipo III.

6.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Realizada la entrevista al número de expertos calculados, se realizara una debida trazabilidad a las preguntas con el fin de evaluar los resultados obtenidos, se evalúa su convergencia, analizar el contexto y estudiar la variabilidad, confiabilidad y homogeneidad. Para esto a continuación se efectúa en análisis por tipo de pregunta y la técnica a aplicar en cada caso. En el siguiente cuadro se presentara la trazabilidad de la relación de la pregunta con la causa y el tipo de pregunta que corresponde.

Cuadro 47. Causas de la hipótesis dinámica

ID	Descripciones Causa
Cau 1	Acumulación sin Control de rellenos sanitarios de RAEE tipo III
Cau 2	Impactos Ambientales negativos de la disposición final
Cau 3	Afectación del medio ambiente por incineración de materiales peligrosos por falta de especialistas que los traten
Cau 4	Fallas en la gestión de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá

¹²⁷ PÉREZ, José. Modelos de Medición: Desarrollos actuales, supuestos, ventajas e inconvenientes; En: Dpto. De Psicología Experimental. Noviembre, 2011. vol. 2, no. 10, p. 4-30

Cuadro 48. (Continuación)

ID	Descripciones Causa
Cau 5	Insuficiencia de los SRyG de RAEE (Posconsumo) existentes
Cau 6	Capacidad de reutilización o recuperación de materias primas
Cau 7	Disposición inadecuada de los RAEE tipo III
Cau 8	Acumulación de los residuos de AEE
Cau 9	Oportunidad de Generación de ingreso directo y expedito a partir de los RAEE no gestionados por los SRyG de RAEE (informalidad)
Cau 10	Altos costos de Gestión de RAEE
Cau 11	Falta de Agentes que realicen el desensamble
Cau 12	El reciclaje Informal de los RAEE
Cau 13	Falta de Cultura del reciclaje
Cau 14	La Responsabilidad Extendida del Productor y la Responsabilidad social ambiental de los productores
Cau 15	Falta de un método definido para realizar la separación de los materiales que componen los AEE
Cau 16	Colombia no cuenta con la maquinaria adecuada para realizar la separación y el reciclaje de los RAEE
Cau 17	Falta de comunicación y control entre proveedores, compañía focal, clientes y Gobierno
Cau 18	Control a exportaciones de los RAEE
Cau 19	Existen vacíos jurídicos en la regulación de los RAEE
Cau 20	Falta de implementación de Logística inversa en la recuperación de valor de los RAEE tipo III

Fuente: elaboración propia basada en la hipótesis dinámica

Cuadro 49. Equivalencia de las preguntas inducidas

Pregunta N°	Pregunta	Tipo de pregunta	Causa relacionada
1	Desde su experiencia mencione ¿cuáles son las causas que cree más importantes que inciden en las fallas de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá?	Abierta	Todas
2	¿Considera usted que existen vacíos jurídicos en la regulación para la recuperación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos?	Inducida	19
3	Califique que tan buena es la comunicación y el control de las partes interesadas (proveedores, clientes, compañía focal y gobierno) en la gestión de recuperación de valor de los RAEE tipo III?	Inducida	17
4	Ordene de mayor a menor importancia los siguientes factores que inciden en la falta de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá, (siendo 1 el más importante y 5 el menos), asigne por favor cada una de las opciones de calificación solo una vez, es decir asigne 1 a solo uno de los factores, asigne 2 a solo uno de los factores y así sucesivamente.	Calificación	1, 2, 3, 4, 5

Cuadro 50. (Continuación)

Pregunta N°	Pregunta	Tipo de pregunta	Causa relacionada
5	Teniendo en cuenta el conocimiento que usted tiene con respecto al sector de los AEE y sus productores, ¿cuál de las siguientes opciones considera que mejor califica la responsabilidad extendida que estos tienen?	Inducida	14
6	En Colombia no se cuenta con la maquinaria adecuada para realizar la separación y reciclaje de los RAEE, ¿qué tan de acuerdo esta con esta afirmación?	Inducida	16
7	Una de las causas incidentes en las fallas de recuperación de valor de los RAEE tipo III es la falta de agentes especializados en el desensamble, ¿qué tan de acuerdo esta con esta afirmación?	Inducida	11
8	¿Qué tanto incide la disposición inadecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la recuperación de valor de estos?	Inducida	7
9	Colombia no cuenta con un método definido para realizar la separación de los materiales que componen los AEE, ¿qué tan de acuerdo esta con esta aseveración?	Inducida	15
10	¿De acuerdo con su conocimiento el alto nivel de informalidad del sector de los RAEE tipo III en Bogotá constituye un inconveniente para establecer una estructura en la red de valor de ciclo cerrado?	Inducida	12
11	En Bogotá existe una falta de cultura de reciclaje para los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, ¿qué tan de acuerdo esta con esta afirmación?	Inducida	13
12	Ordene de mayor a menor importancia los siguientes factores que inciden en la falta de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá, (siendo 1 el más importante y 5 el menos), asigne por favor cada una de las opciones de calificación solo una vez, es decir asigne 1 a solo uno de los factores, asigne 2 a solo uno de los factores y así sucesivamente	Clasificación	6, 8, 9, 18, 20
13	Los altos costos de gestión de RAEE es una de las causas incidentes en las fallas de recuperación de valor de los RAEE tipo III, ¿qué tan de acuerdo esta con esta afirmación?	Inducida	10

Fuente: elaboración propia

6.5.1 Análisis Preguntas Abiertas. Para analizar las preguntas de este tipo, este tipo de preguntas son aquellas que permiten que la persona a la cual se le está aplicando la entrevista en este caso el número de expertos calculados, pueden responder en base a su conocimiento y experiencia en la industria de los AEE y RAEE enfocado a la pregunta requerida. Dentro del instrumento usado se planteó una pregunta de tipo abierta, por medio del concepto de análisis de concepto que hace referencia a los procedimientos interpretativos resultado de aspectos comunicativos, los cuales basados en técnicas de medida, tienen por objetivo

elaborar y procesar datos relevantes sobre las condiciones en las cuales se desarrollan estas.¹²⁸

La metodología utilizada para este tipo de preguntas se define así: se realizara un cuadro donde se definirán los tópicos que corresponderán a la información obtenida por los expertos. En el siguiente cuadro se consolida las respuestas a la pregunta abierta que se aplicó.

Cuadro 51. Análisis pregunta abierta

Fuente					
Pregunta	Experto N°1	Experto N°2	Experto N°3	Experto N°4	Experto N°5
Desde su experiencia mencione ¿cuáles son las causas que cree más importantes que inciden en las fallas de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá?	<ul style="list-style-type: none"> - Controles por parte de la autoridad ambiental - Conciencia ciudadana - Infraestructura logística, por parte de los interesados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desconocimiento del tema - Falta de responsabilidad de los fabricantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - La ausencia de cultura entorno al reciclaje - Las personas desconocen los impactos ambientales negativos asociados a la incorrecta disposición de los RAEE. - Los vacíos en el control al reciclaje informal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de estándares en la gestión - Integración de las partes interesadas en la Gestión de los RAEE - Falta de Conocimiento en el manejo de los Residuos electrónicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de una cultura de reciclaje - existe poca socialización y educación por parte del gobierno al respecto - La cultura del consumo supera la conciencia medioambiental de las personas

Fuente: elaboración propia

¹²⁸ Ayala, Camacho, Suarez, Diseño de una red de valor global para el sector petrolero con compañía focal ubicada en Colombia. Proyecto integral de grado para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad de América. 2018

Ya plasmadas las respuestas de los expertos en la anterior cuadro, procedemos a realizar la separación de las respuestas e identificar los respectivos tópicos que se identificaran así:

Cuadro 52. Identificación de los tópicos

Fuente					
Pregunta	Experto N°1	Experto N°2	Experto N°3	Experto N°4	Experto N°5
Desde su experiencia mencione ¿cuáles son las causas que cree más importantes que inciden en las fallas de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá?	Controles por parte de la autoridad ambiental	Desconocimiento del tema	La ausencia de cultura entorno al reciclaje	Falta de estándares en la gestión	Falta de una cultura de reciclaje
	Conciencia ciudadana	Falta de responsabilidad de los fabricantes.	Las personas desconocen los impactos ambientales negativos asociados a la incorrecta disposición de los RAEE.	Integración de las partes interesadas en la Gestión de los RAEE	Existe poca socialización y educación por parte del gobierno al respecto
	Infraestructura logística, por parte de los interesados.		Los vacíos en el control al reciclaje informal.	Falta de Conocimiento en el manejo de los Residuos electrónicos.	La cultura del consumismo supera la conciencia medioambiental de las personas.
Tópicos	- Control - Conciencia - Logística	- Desconocimiento - Responsabilidad	- Cultura - Reciclaje - Impactos	- Estándares - Integración	- Cultura - Manejo

Fuente: elaboración propia

Una vez realizada la categorización de los tópicos, se asignara según corresponda las categorías previstas, estas categorías también debe guardar relación con la información suministrada por los expertos. Inicialmente se identificará en base a la información obtenida la categoría inferida de la siguiente manera:

Cuadro 53. Identificación de las categorías inferidas

Fuente					
Pregunta	Experto N°1	Experto N°2	Experto N°3	Experto N°4	Experto N°5
Desde su experiencia mencione ¿cuáles son las causas que cree más importantes que inciden en las fallas de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá?	Controles por parte de la autoridad ambiental	Desconocimiento del tema	La ausencia de cultura entorno al reciclaje	Falta de estándares en la gestión	Falta de una cultura de reciclaje
	Conciencia ciudadana	Falta de responsabilidad de los fabricantes.	Las personas desconocen los impactos ambientales negativos asociados a la incorrecta disposición de los RAEE.	Integración de las partes interesadas en la Gestión de los RAEE	Existe poca socialización y educación por parte del gobierno al respecto
	Infraestructura logística, por parte de los interesados.		Los vacíos en el control al reciclaje informal.	Falta de Conocimiento en el manejo de los Residuos electrónicos .	La cultura del consumismo o supera la conciencia medioambiental de las personas.
Tópicos	- Control - Conciencia - Logística	- Desconocimiento - Responsabilidad	- Cultura - Reciclaje - Impactos	- Estándares - Integración	- Cultura - Manejo
Categoría Inferida	Control logístico	Responsabilidad extendida	Impactos Ambientales	Definición de procesos	Diagnóstico del manejo

Fuente: elaboración propia

Luego de consolidar los tópicos y las categorías que correspondan a cada tópico se habrá de definir las categorías subsecuentes.

Cuadro 54. Definición de las categorías subsecuentes

Fuente					
Pregunta	Experto N°1	Experto N°2	Experto N°3	Experto N°4	Experto N°5
Desde su experiencia mencione ¿cuáles son las causas que cree más importantes que inciden en las fallas de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá?	Controles por parte de la autoridad ambiental	Desconocimiento del tema	La ausencia de cultura entorno al reciclaje	Falta de estándares en la gestión	Falta de una cultura de reciclaje
	Conciencia ciudadana	Falta de responsabilidad de los fabricantes.	Las personas desconocen los impactos ambientales negativos asociados a la incorrecta disposición de los RAEE.	Integración de las partes interesadas en la Gestión de los RAEE	Existe poca socialización y educación por parte del gobierno al respecto
	Infraestructura logística, por parte de los interesados.		Los vacíos en el control al reciclaje informal.	Falta de Conocimiento en el manejo de los Residuos electrónicos	La cultura del consumo supera la conciencia medioambiental de las personas.
Tópicos	- Control - Conciencia - Logística	- Desconocimiento - Responsabilidad	- Cultura - Reciclaje - Impactos	- Estándares - Integración	- Cultura - Manejo

Cuadro 55. (Continuación)

Pregunta	Experto N°1	Experto N°2	Experto N°3	Experto N°4	Experto N°5
Categoría Inferida	Control logístico	Responsabilidad extendida	Impactos Ambientales	Definición de procesos	Diagnóstico del manejo
Subcategoría	Sistemas y métodos de Control	Compromisos y responsabilidades de los Fabricantes	Implementación políticas ambientales	Estándares de gestión	Cultura Ambiental

Fuente: elaboración propia

Po último se hará la consolidación de todos los componentes que se han definido para el análisis de la pregunta abierta, que se formuló en la entrevista evaluando la información obtenida por medio de los expertos entrevistados.

Cuadro 56. Consolidación del análisis pregunta abierta

Fuente					
Pregunta	Experto N°1	Experto N°2	Experto N°3	Experto N°4	Experto N°5
Desde su experiencia mencione ¿cuáles son las causas que cree más importantes que inciden en las fallas de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá?	Controles por parte de la autoridad ambiental	Desconocimiento del tema	La ausencia de cultura entorno al reciclaje	Falta de estándares en la gestión	Falta de una cultura de reciclaje

Cuadro 57. (Continuación)

Pregunta	Experto N°1	Experto N°2	Experto N°3	Experto N°4	Experto N°5
	Conciencia ciudadana	Falta de responsabilidad de los fabricantes.	Las personas desconocen los impactos ambientales negativos asociados a la incorrecta disposición de los RAEE.	Integración de las partes interesadas en la Gestión de los RAEE	Existe poca socialización y educación por parte del gobierno al respecto
	Infraestructura logística, por parte de los interesados.		Los vacíos en el control al reciclaje informal.	Falta de Conocimiento en el manejo de los Residuos electrónicos.	La cultura del consumismo supera la conciencia medioambiental de las personas.
Tópicos	- Control - Conciencia - Logística	- Desconocimiento - Responsabilidad	- Cultura - Reciclaje - Impactos	- Estándares - Integración	- Cultura - Manejo
Categoría Prevista	Fallas de logística	Bajos niveles de compromiso	Cultura del reciclaje	Fallas en los sistemas de gestión	Bajos niveles de cultura
Categoría Inferida	Control logístico	Responsabilidad extendida	Impactos Ambientales	Definición de procesos	Diagnóstico del manejo
Subcategoría	Sistemas y métodos de Control	Compromisos y responsabilidades de los Fabricantes	Implementación políticas ambientales	Estándares de gestión	Cultura Ambiental

Fuente: elaboración propia

A partir del análisis del cuadro se puede identificar que muchas de las causas planteadas por los expertos ya han sido abordadas en los Ishikawa, pero vale mencionarlás ya que son identificadas y se muestra la importancia que le dan los expertos a estas. Algunas de dichas causas son las siguientes:

- Controles por parte de la autoridad ambiental
- Conciencia ciudadana
- Desconocimiento del tema
- Falta de responsabilidad de los fabricantes
- Infraestructura logística, por parte de los interesados.
- Falta de estándares en la gestión
- Falta de una cultura de reciclaje
- La ausencia de cultura entorno al reciclaje
- Integración de las partes interesadas en la Gestión de los RAEE
- Las personas desconocen los impactos ambientales negativos asociados a la incorrecta disposición de los RAEE.
- Existe poca socialización y educación por parte del gobierno al respecto
- Falta de Conocimiento en el manejo de los Residuos electrónicos.
- Los vacíos en el control al reciclaje informal.
- La cultura del consumismo supera la conciencia medioambiental de las personas.

Cabe resaltar que todas estas causas ya se encuentran identificadas tanto en los Ishikawa como en el desarrollo de la hipótesis dinámica, pero no quiere decir que no son consideradas como importantes, ya que se usaran para contrastar la información y abordar la mayor cantidad de causas para el diseño de la RED.

6.5.2 Preguntas Inducidas

Cuadro 58. Equivalencia de las preguntas inducidas

Escala de Likert	
Calificación	Valoración
1	Totalmente de acuerdo
2	De acuerdo
3	En desacuerdo
4	Totalmente en desacuerdo

Fuente: elaboración propia

Cuadro 59. Equivalencia de las preguntas inducidas

Escala de Likert	
Calificación	Valoración
1	Muy buena
2	Buena
3	Mala
4	Muy mala

Fuente: elaboración propia

Cuadro 60. Equivalencia de las preguntas inducidas

Escala de Likert	
Calificación	Valoración
1	Muy responsable
2	Responsable
3	Poco responsable
4	Nada responsable

Fuente: elaboración propia

Cuadro 61. Equivalencia de las preguntas inducidas

Escala de Likert	
Calificación	Valoración
1	Muy incidente
2	Incidente
3	Poco incidente
4	Nada incidente

Fuente: elaboración propia

Tabla 15. Respuestas de las preguntas inducidas (De acuerdo)

N°	Pregunta	Experto Número				
		1	2	3	4	5
2	¿Considera usted que existen vacíos jurídicos en la regulación para la recuperación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos?	1	1	2	3	3
6	En Colombia no se cuenta con la maquinaria adecuada para realizar la separación y reciclaje de los RAEE, ¿qué tan de acuerdo esta con esta afirmación?	3	1	4	3	2
7	Una de las causas incidentes en las fallas de recuperación de valor de los RAEE tipo III es la falta de agentes especializados en el desensamble, ¿qué tan de acuerdo esta con esta afirmación?	2	1	4	2	1

Tabla 16. (Continuación)

N°	Pregunta	Experto Número				
		1	2	3	4	5
9	Colombia no cuenta con un método definido para realizar la separación de los materiales que componen los AEE, ¿qué tan de acuerdo esta con esta aseveración?	3	1	4	3	3
10	De acuerdo con su conocimiento ¿el alto nivel de informalidad del sector de los RAEE tipo III en Bogotá constituye un inconveniente para establecer una estructura en la red de valor de ciclo cerrado?	3	1	1	3	1
11	En Bogotá existe una falta de cultura de reciclaje para los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, ¿qué tan de acuerdo esta con esta afirmación?	2	1	1	2	1
13	Los altos costos de gestión de RAEE es una de las causas incidentes en las fallas de recuperación de valor de los RAEE tipo III, ¿qué tan de acuerdo esta con esta afirmación?	2	2	4	2	2

Fuente: elaboración propia

Tabla 17. Respuestas de las preguntas inducidas (Buena)

N°	Pregunta	Experto Número				
		1	2	3	4	5
3	Califique ¿qué tan buena es la comunicación y el control de las partes interesadas (proveedores, clientes, compañía focal y gobierno) en la gestión de recuperación de valor de los RAEE tipo III?	2	3	2	2	4

Fuente: elaboración propia

Tabla 18. Respuestas de las preguntas inducidas (Responsable)

N°	Pregunta	Experto Número				
		1	2	3	4	5
5	Teniendo en cuenta el conocimiento que usted tiene con respecto al sector de los AEE y sus productores, ¿cuál de las siguientes opciones considera que mejor califica la responsabilidad extendida que estos tienen?	3	3	2	1	4

Fuente: elaboración propia

Tabla 19. Respuestas de las preguntas inducidas (Incidente)

N°	Pregunta	Experto Número				
		1	2	3	4	5
8	¿Qué tanto incide la disposición inadecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la recuperación de valor de estos?	1	1	1	3	1

Fuente: elaboración propia

6.5.3 Preguntas de Clasificación

Tabla 20. Equivalencia de las preguntas de clasificación

Escala de Likert	
Calificación	Valoración
1	Muy importante
2	Importante
3	Moderadamente importante
4	De poca importancia
5	Casi sin importancia

Fuente: elaboración propia

Tabla 21. Respuesta de la pregunta de clasificación Número 4

Experto N°	Causa				
	Acumulación sin control de rellenos sanitarios de RAEE tipo III	Impactos ambientales negativos de la disposición final	Afectación del medio ambiente por incineración de materiales peligrosos por falta de especialistas que los traten	Fallas en la gestión de recuperación de valor de los RAEE tipo III en Bogotá	Insuficiencia de los SRyG (Sistemas de Recolección y Gestión) de RAEE (posconsumo) existentes
1 (Antonio)	2	4	5	1	3
2 (Carolina)	1	3	2	4	5
3 (Olga)	1	4	2	5	3
4 (Cesar)	4	3	5	2	1
5 (William)	5	4	3	2	1

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Respuesta de la pregunta de clasificación Número 12

Experto N°	Causa				
	Capacidad de reutilización o recuperación de materias primas	Acumulación de los residuos de AEE	Oportunidad de Generación de ingreso directo y expedito a partir de los RAEE no gestionados por los SRyG de RAEE (informalidad)	Control a exportaciones de los RAEE	Falta de implementación de Logística inversa en la Recuperación de valor de los RAEE tipo III
1 (Antonio)	2	5	3	4	1
2 (Carolina)	5	1	2	3	4
3 (Olga)	2	1	5	3	4
4 (Cesar)	4	2	5	1	3
5 (William)	4	3	5	2	1

Fuente: elaboración propia

6.5.4 Índice de Homogeneidad. Este índice se encarga de evaluar el grado de relación que existe ya sea entre un ítem, una relación con una prueba global, este es un grado de semejanza, de relación entre las respuestas a un ítem y al resto de los ítems del test. El índice de discriminación de un ítem se interpreta como índice

de homogeneidad cuando se analiza su poder discriminativo, con respecto a la puntuación en el test, sin incluir ese ítem. Este índice está dado por la siguiente formula:

$$IH = \frac{\sum Z_{itemx} * Z_{test}}{n}$$

Antes de aplicar esta ecuación, se habrá de normalizar los datos que se obtuvieron en la entrevista, esta normalización se realizara por medio de la T Student, usando la media y la desviación estándar.

$$Z = \frac{X_i - X_{media}}{S_x}$$

Los resultados de este procedimiento se evidencian en la siguiente tabla:

Tabla 23. Resultados de la homogeneidad

Experto	Número de pregunta								Total	T Student							Z Total
	P2	P6	P7	P9	P10	P11	P13	ZP2		ZP6	ZP7	ZP9	ZP10	ZP11	ZP13		
E1	1	3	2	3	3	2	2	16	-1,00	0,35	0,00	0,18	1,10	1,10	-0,45	0,21	
E2	1	1	1	1	1	1	2	8	-1,00	-1,40	-0,82	-1,64	-0,73	-0,73	-0,45	-1,49	
E3	2	4	4	4	1	1	4	20	0,00	1,23	1,63	1,10	-0,73	-0,73	1,79	1,07	
E4	3	3	2	3	3	2	2	18	1,00	0,35	0,00	0,18	1,10	1,10	-0,45	0,64	
E5	3	2	1	3	1	1	2	13	1,00	-0,53	-0,82	0,18	-0,73	-0,73	-0,45	-0,43	
Media	2	2,6	2	2,8	1,8	1,4	2,4	15									
Desviación Estándar	1	1,1	1	1,1	1,1	0,5	0,9	4,69									
Var	1	1,3	2	1,2	1,2	0,3	0,8	22									

Fuente: elaboración propia

Como se evidencia en la tabla anterior una vez obtenidos los datos normalizados para cada una de las diferentes preguntas, se procede a realizar la multiplicación de cada uno de los valores de Z para cada pregunta y el Z Total; posteriormente realizar la sumatoria respectiva, en la siguiente tabla se evidencia los resultados.

Tabla 24. Resultados de la homogeneidad

Experto	ZP2*Z T	ZP6*Z T	ZP7*Z T	ZP9*Z T	ZP10*Z T	ZP11*Z T	ZP13*Z T
E1	-0,21	0,07	0,00	0,04	0,23	0,23	-0,10
E2	1,49	2,09	1,22	2,45	1,09	1,09	0,67
E3	0,00	1,31	1,74	1,17	-0,78	-0,78	1,91
E4	0,64	0,22	0,00	0,12	0,70	0,70	-0,29
E5	-0,43	0,22	0,35	-0,08	0,31	0,31	0,19
Suma	1,49	3,93	3,31	3,70	1,56	1,56	2,38

Fuente: elaboración propia

Una vez se realiza este procedimiento, se reemplaza los datos en la fórmula del cálculo de índice de homogeneidad, este procedimiento se realiza para cada una de las preguntas, el resultado del índice de homogeneidad se evidencia en la siguiente tabla.

Tabla 25. Homogeneidad

Pregunta	IH
P2	0,29
P6	0,78
P7	0,66
P9	0,73
P10	0,31
P11	0,31
P13	0,47

Fuente: elaboración propia

Luego de obtener los índices de homogeneidad para las preguntas con esta escala de Likert, si identifica que los resultados obtenidos en las preguntas seis, siete, nueve y trece, presentan un índice de homogeneidad alto, esto quiere decir que tiene una correlación con la finalidad del cuestionario.

Algunas escalas de Likert se usaron para una sola pregunta, en este caso no se logra calcular datos como la media o la desviación estándar, por ende a este tipo de preguntas se procedió a calcular la moda, la cual es el valor que tiene mayor frecuencia absoluta, se idéntico que para este tipo de casos, no se presentó una

variación bimodal o multimodal, sino que por el contrario todas presentaban una moda específica.

Tabla 26. Respuestas de las preguntas inducidas (Buena)

N°	Pregunta	Experto Número				
		1	2	3	4	5
3	Califique ¿qué tan buena es la comunicación y el control de las partes interesadas (proveedores, clientes, compañía focal y gobierno) en la gestión de recuperación de valor de los RAEE tipo III?	2	3	2	2	4

Fuente: elaboración propia

En el caso de la pregunta número tres se identifica que la respuesta que más seleccionaron los expertos es la número dos, que corresponde en este caso a una evaluación Buena en una escala de Likert que evaluaba esta pregunta bajo esta escala Muy buena, Buena, Mala y Muy mal. Lo cual indica que moda es 2 y equivale a Buena.

Tabla 27. Respuestas de las preguntas inducidas (Responsable)

N°	Pregunta	Experto Número				
		1	2	3	4	5
5	Teniendo en cuenta el conocimiento que usted tiene con respecto al sector de los AEE y sus productores, ¿cuál de las siguientes opciones considera que mejor califica la responsabilidad extendida que estos tienen?	3	3	2	1	4

Fuente: elaboración propia

En el caso de la pregunta número cinco se identifica que la respuesta que más seleccionaron los expertos es la número tres, que corresponde en este caso a una evaluación Poco Responsable en una escala de Likert que evaluaba esta pregunta bajo esta escala Muy responsable, Responsable, Poco responsable y Nada responsable . Lo cual indica que moda es 3 y equivale a Poco Responsable.

Tabla 28. Respuestas de las preguntas inducidas (Incidente)

N°	Pregunta	Experto Número				
		1	2	3	4	5
8	¿Qué tanto incide la disposición inadecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la recuperación de valor de estos?	1	1	1	3	1

Fuente: elaboración propia

En el caso de la pregunta número ocho se identifica que la respuesta que más seleccionaron los expertos es la numero uno, que corresponde en este caso a una evaluación Muy Incidente en una escala de Likert que evaluaba esta pregunta bajo esta escala Muy incidente, Incidente, Poco incidente y Nada incidente. Lo cual indica que moda es 1 y equivale a Muy incidente.

6.6 CONVERGENCIA TÉCNICA MULTICRITERIO – ENTREVISTA

Finalmente se realizara un análisis de convergencia entre las calificaciones que se asignaron en las técnicas multicriterio por parte de los investigadores y se realizara la convergencia con la calificación según la escala de Likert que asignaron los expertos a cada una de las preguntas inducidas que se plantearon en el instrumento (Entrevista), a las cuales se les realizo una clasificación de escala de medición de Likert general, usando los máximos y los mínimos a las diez causas con los mayores porcentajes, es decir las causas priorizadas a través de las técnicas multicriterio a las cuales se les determino un rango y se agrupo en cuatro categorías de la siguiente manera:

Tabla 29. Convergencia

Valor	Rango		Escala de Likert Técnicas multicriterio	Escala de Likert Entrevista
1	3,99%	7,56%	Sin importancia	Nada Incidente
2	7,56%	11,13%	De poca importancia	Poco incidente
3	11,13%	14,71%	Importante	Incidente
4	14,71%	18,28%	Muy Importante	Muy incidente

Fuente: elaboración propia

Tabla 30. Resultados de la convergencia

Causa	Calificación Multicriterio	Experto N° 1	Experto N° 2	Experto N° 3	Experto N° 4	Experto N° 5	Moda	Convergente	Divergente
Disposición inadecuada de los RAEE tipo III	1	1	1	1	3	1	1	x	
Altos costos de Gestión de RAEE	1	2	2	4	2	2	2		x
Falta de Agentes que realicen el desensamble	1	2	1	4	2	1	1	x	
El reciclaje Informal de los RAEE	1	3	1	1	3	1	1	x	
Falta de Cultura del reciclaje	1	2	1	1	2	1	1	x	
La Responsabilidad extendida del Productor y la Responsabilidad social ambiental de los productores	1	3	3	2	1	4	3		x
Falta de un método definido para realizar la separación de los materiales que componen los AEE	1	3	1	4	3	3	3		x
Colombia no cuenta con la maquinaria adecuada para realizar la separación y el reciclaje de los RAEE	1	3	1	4	3	2	3		x
Falta de comunicación y control entre proveedores, compañía focal, clientes y Gobierno	3	2	3	2	2	4	2		x
Existen vacíos jurídicos en la regulación de los RAEE	4	1	1	2	3	3	2		x

Fuente: elaboración propia

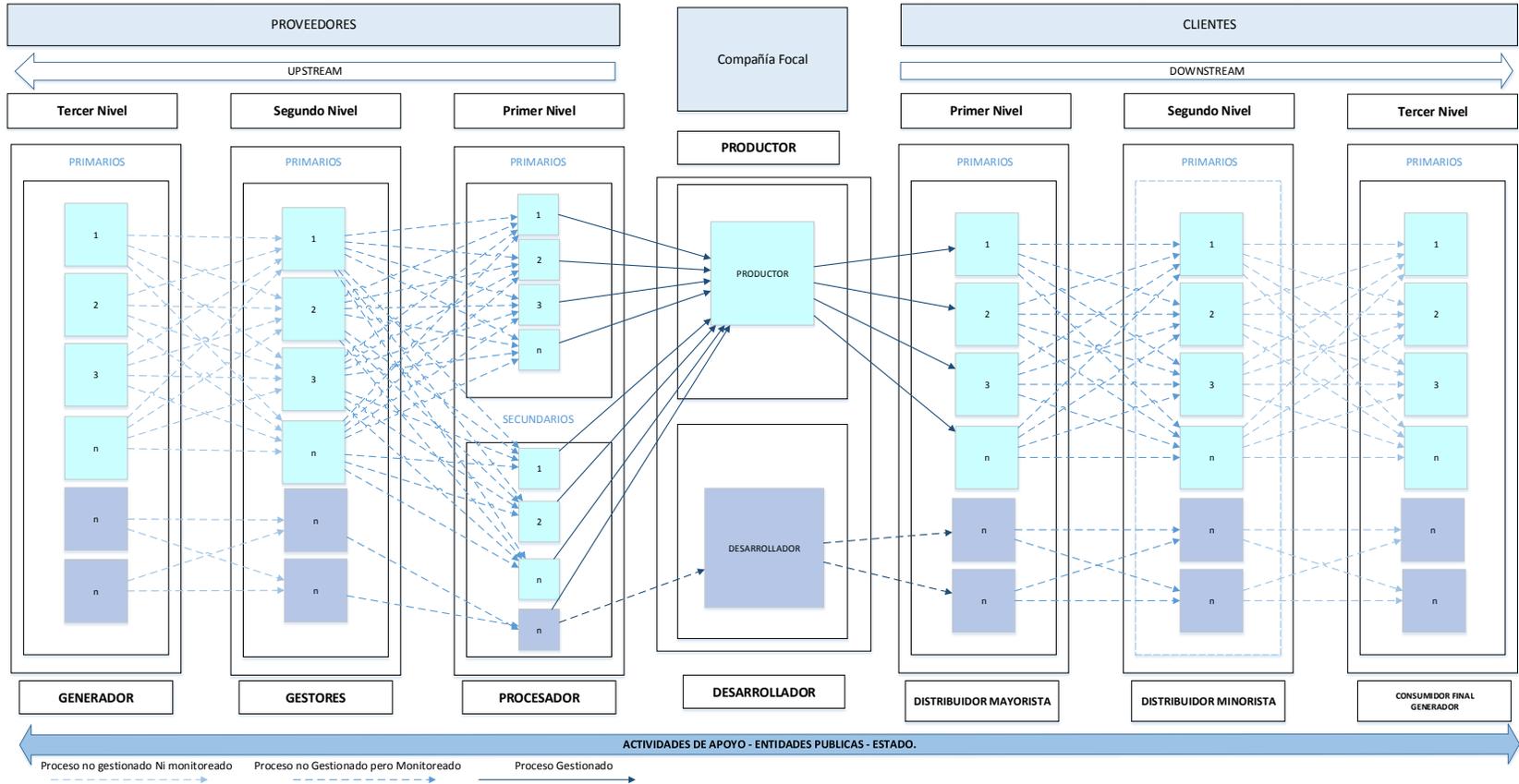
7. DISEÑO DE LA RED PROPUESTA

En la siguiente figura y en base a la tabla resumen que se realizó en los estudios de caso de Apple, Samsung y Huawei, cabe mencionar que en la configuración de la red se contemplan los niveles primarios y secundarios según corresponda cada uno de los casos analizados. Unos proveedores primarios que se encargan de la gestión directa de material para la fabricación de los AEE y los segundos que son los encargados de procesos logísticos de apoyo como el transporte.

Dentro de esta red se identificará un flujo de procesos con diferentes características que pueden ser procesos no gestionados y no monitoreados, procesos no gestionado pero monitoreado y procesos gestionados. En cuanto al flujo directo que se identifica en este tipo de red en la parte Upstream unos proveedores que se pueden clasificar en primer, segundo y tercer nivel, se identifica una compañía focal que se encarga de realizar la producción de los AEE y en una parte Downstream se identifican tres niveles que corresponde a los clientes que son identificados según su nivel (primario, secundario o terciario), en el nivel terciario se identifican a los clientes finales, que a su vez dan inicio a la red de valor de ciclo cerrado convirtiéndose en generadores que son los actuantes que hacen parte de la red de forma inversa, siendo los clientes finales generadores se da inicio a los actuantes de la red de valor iniciando en una parte Upstream con un generador, existen unos gestores, procesadores, desarrolladores y luego en una parte Downstream unos distribuidores que pueden ser mayoristas o minoristas según corresponda el caso.

Dentro del funcionamiento de esta red se definió su tipología que es de ciclo cerrado y se da la partida del ciclo cerrado cuando se genera la disposición final del AEE convirtiéndose en un Residuo de Aparato Eléctrico y Electrónico. Las relaciones directas e indirectas entre los agentes de la red, están definidos por los tipos de procesos que se dan entre cada uno de ellos, este tipo de procesos esta definidos en los siguientes capítulos.

Tabla 31. Configuración genérica de la Red de Valor de Ciclo Cerrado para los RAEE tipo III en Bogotá



Fuente: elaboración propia

8. IDENTIFICAR LOS ACTUANTES QUE INTERVIENEN EN UNA RED DE VALOR DE CICLO CERRADO PARA LOS RAEE TIPO III EN BOGOTÁ

A continuación, se proponen algunas empresa y organizaciones que pueden desempeñarse en cada uno de los roles de los agentes definidos en la red de valor de ciclo cerrado para los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos tipo III en Bogotá y que cumplan con los criterios específicos para cada agente en la red, obteniendo así la configuración específica de la red de valor.

Para la búsqueda de los diferentes actuantes dentro de la red de valor se desarrollan dos fases, en la primera fase se da la búsqueda de las organizaciones y empresas por medio de fuentes de información secundarias, mientras que en la segunda fase las empresas encontradas en la primera fase serán validadas y verificadas a través de la página de la Cámara de Comercio de Bogotá y a su vez en la Secretaria Distrital de Ambiente: Ambiente Bogot

Cuadro 62. Empresas que intervienen en la gestión de RAEE tipo III en Bogotá

Razón Social	Contacto	Dirección	Localidad	Proceso	Estado	Tipo de agente
Lito S.A	Érica Suarez	Calle 12B # 36-81	Puente Aranda	Gestión Integral de RAEE	Activa. Último año renovado 2019	-Gestores -Procesadores (Centros de acopio)
Gaia Vitare Ltda	Andrés Santada	Cra. 123 #14-21	Fontibón	Gestión Integral de RAEE	Activa. Último año renovado 2019	-Gestores -Procesadores (Centros de acopio)
C.I. RECYCLABLES S.A.S	gerencia@recyclables.com.co	Calle 12 N°44-84	Puente Aranda	Gestión Integral de RAEE	Activa. Último año renovado 2019	-Gestores -Procesadores (Centros de acopio)
OCADE	gerencia@ocade.net	Parque Industrial San Jorge - Bodega 14 Kilómetro 19 vía Bogotá - Madrid	Parque Industrial	Gestión Integral de RAEE	Activa. Último año renovado 2019	-Gestores -Procesadores (Centros de acopio)
Tecnideal Ecoambiental	gerencia@tecnideal.com	Calle 29 # 17-33 Bogotá	Santa Fé	Dstrucción de datos	Activa. Último año renovado 2019	-Procesador
Observatorio Ambiental de Bogotá	obsaludambiental@saludcapital.gov.co	Secretaría Distrital de Ambiente Avenida Caracas No. 54 - 38	Teusaquillo	Indicadores Ambientales del estado	Entidad del Estado	-Procesos y actividades de apoyo
EcoCómputo	www.ambientebogota.gov.co	Calle 47b Sur # 24b - 33	Tunjuelito	Gestión Integral de RAEE	Entidad Sin Ánimo de Lucro	-Gestores -Procesadores (Centros de acopio)
Linalca Informática S.A	servicioalcliente@linalca.com	Cra. 13 # 79-50	Chapinero	Gestión de recolección selectiva	Activa. Último año renovado 2019	-Gestores

Cuadro 63. (Continuación)

Razón Social	Contacto	Dirección	Localidad	Proceso	Estado	Tipo de agente
Click on Green	maria@clickongreen.com	Cra 132 No 22 ^a - 57	Fontibón	Gestión Integral de RAEE	Activa. Último año renovado 2019	-Gestores -Procesadores (Centros de acopio)
GecoRAEE	info@gecoraee.com	Calle 110 No 12F - 29	Parque Industrial	Gestión Integral de RAEE	Activa. Último año renovado 2019	-Gestores -Procesadores (Centros de acopio)
EcoRAEE S.A.S	info@ecoraee.com.co	Carrera 32C No 2 - 48	Paloquemao	Gestión Integral de RAEE	Activa. Último año renovado 2019	-Gestores -Procesador (Centros de acopio)
CAR	sau@car.gov.co	Av. Esperanza No 62 – 49 Costado Esfera	Teusaquillo	Gestión Integral de RAEE	Entidad Sin Ánimo de Lucro	-Procesos y actividades de apoyo
Ecolecta	www.ecopunto.com	Secretaría Distrital de Ambiente Avenida Caracas No. 54 - 38	Teusaquillo	Sistemas de Recolección	Entidad Sin Ánimo de Lucro	-Gestores
Puntos Verdes Lito	puntosverdes@lito.com.co	Calle 12B No 36-81	Puente Aranda	Puntos de Recolección	Activa. Último año renovado 2019	-Gestores
Ekosolv Soluciones Ambientales y de Sostenibilidad SAS	info@eksolv.com	Cra. 15 No 31b-38	Santa Fé	Sistemas de Recolección	Activa. Último año renovado 2019	-Gestores
Agua, Tierra, Aire Limitada Ataelementos Ltda	www.ataelementos.com	Calle 63 No 113B - 15	Chapinero	Almacenamiento y Aprovechamiento (desmantelamiento y despiece)	Activa. Último año renovado 2011	-Procesadores (Centros de acopio) -Desarrollador

Cuadro 64. (Continuación)

Razón Social	Contacto	Dirección	Localidad	Proceso	Estado	Tipo de agente
Maersk	www.maerskline.com	Cra 45 No 103 – 34	Santa Bibiana	Transporte de cargas marítimo y fluvial	Activa. Última año renovado 2019	-Procesadores (Centros de acopio)
INTERASEO S.A.S E.S.P	atencionusuarioss@interaseo.com.co	Carrera 38 No 10-36 Edificio Milenio	Zona Industrial	Manejo integral de residuos, residuos peligrosos	Activa. Última año renovado 2019	-Gestores -Procesadores (Centros de acopio) -Distribuidor
Orinoco E-Scrap Sas	info@orinocol.com	Cl. 125 No 21A - 70	Usaquén	Tratamiento y disposición de desechos no peligrosos	Activa. Última año renovado 2019	-Gestores -Procesadores (Centros de acopio) -Desarrollador
Industria Ambiental S.A.S	www.industriaambiental.com	Km 19-20 Vía Mosquera	Mosquera	Comercio al por mayor de desperdicios, desechos y chatarra	Activa. Última año renovado 2019	-Procesadores (Centros de acopio)
Mejoramiento Global S.A.S	Mejoramiento-g-s.a.s@hotmail.com	Calle 20 No 102-36	Ortezal	Recuperación de materiales	Activa. Última año renovado 2019	-Generador
All Metal Recycling S.A.S	300 887 6676	Mosquera	Zona Industrial	Comercio al por mayor de desperdicios, desechos y chatarra	Activa. Última año renovado 2019	-Procesadores (Centros de acopio)

Cuadro 65. (Continuación)

Razón Social	Contacto	Dirección	Localidad	Proceso	Estado	Tipo de agente
EPM	epm@epm.com.co	Cra. 8A No 99 - 51	Usaquén	Prestadora de servicios públicos Proveedor de Lito	Activa. Última año renovado 2019	-Generador
ASSA - Seguros	administracion@assa-seguros.com	Calle 74 No 15 – 80	Chapinero	Asesorías y Servicios profesionales en ramos técnicos.	Activa. Última año renovado 2019	-Generador
Avianca	ir@avianca.com	Avenida Calle 26 No. 59-15	Fontibón	Actividades relacionadas con ingeniería y mantenimiento	Activa. Última año renovado 2019	-Generador
Bavaria	www.bavaria.com	Carrera 53A # 127-35	Usaquén	Compañía de bebidas en el país	Activa. Última año renovado 2019	-Generador
Codensa	serviciocodensa@enel.com	Cra. 13 #53-43	Chapinero	Empresa de Energía de Bogotá -	Activa. Última año renovado 2019	-Generador
FedEx	laccro@fedex.com	Calle 26 No 106 - 39	Fontibón	Compañía Aérea y de Logística	Activa. Última año renovado 2019	-Procesadores (Centros de acopio)
Amazon	www.amazon.com	Página Web	Virtual	Comercio electrónico	NA	-Distribuidor
Mercado Libre	www.mercadolibre.com.co	Trasversal 23 No 97 - 73	Usaquén	Empresa de compras y ventas con pagos por internet	NA	-Distribuidor

Cuadro 66. (Continuación)

Razón Social	Contacto	Dirección	Localidad	Proceso	Estado	Tipo de agente
Mac Center	consultas@mac-center.com	Av. Boyacá Calle 130 - 13	Suba	Distribuidor autorizado dispositivos Apple	Activa. Última año renovado 2019	-Distribuidor
IShop	info-online@ishop.com.co	Cra. 12 No.97-80 Piso 3	Usaquén	Apple Premiun Reseller	Activa. Última año renovado 2019	-Distribuidor
Movistar	cct.empresas.colombia@telefonica.com	Calle 140 No 12 - 81	Usaquén	Operador móvil	Activa. Última año renovado 2019	-Distribuidor
Claro	logistirecoleccion2@claro.com.co	Carrera 68 A No 24 B-10 Torre 1 Local 1 Centro Comercial Plaza	Fontibón	Servicio de comunicaciones, operador móvil	Activa. Última año renovado 2019	-Distribuidor
Tigo	gestionproveedores@tigouno.com	Av. El Dorado No 69B - 45	Sauzalito	Operador de telefonía móvil	Activa. Última año renovado 2019	-Distribuidor
ETB	responsabilidadsocial@etb.com.co	Cra 8 No 20-56	La Candelaria	Empresa de telecomunicaciones	Activa. Última año renovado 2014	-Distribuidor
Avantel	www.avantel.com.co	Carrera 11 # 93 - 92	Usaquén	Operador móvil	Activa. Última año renovado 2019	-Distribuidor
Huawei	Consumer.huawei.com.co	Autopista Norte No 106 - 99	Usaquén	Operador móvil	Activa. Última año renovado 2019	-Distribuidor
Ktronix	sugerencias@ktronix.com	Cra. 68b #25B-80	Teusaquillo	Tienda especializada en distribución y venta de tecnología	Activa. Última año renovado 2019	-Distribuidor

Cuadro 67. (Continuación)

Razón Social	Contacto	Dirección	Localidad	Proceso	Estado	Tipo de agente
Alkosto	sugerencias@alkosto.com.co	Calle 11 # 31 A- 42	Teusaquillo	Cadena de almacenes, comercializada de productos	Activa. Última año renovado 2019	-Distribuidor
Falabella	servicioalcliente@falabella	Calle 99 No 11ª - 32	Usaquén	Tienda por departamentos	Activa. Última año renovado 2019	-Distribuidor
Linio	www.linio.com.co	Calle 99 No 14 – 49 Piso 9	Usaquén	Ventas online	Activa. Última año renovado 2019	-Distribuidor
Ebay	www.ebay.com.co	Página Web	Virtual	Comercio electrónico de productos	NA	-Distribuidor
Serviecológico S.A.S	info@serviecologico.com	Carrera 2 No 56-80 Zona Industrial Cazucá	Ciudad Bolívar	Gestión Integral de residuos industriales	Activa. Última año renovado 2019	-Gestores -Procesadores (Centros de acopio) -Desarrollador
Ecoplom	NA	Facatativá	Facatativá	Fundición de metales no ferrosos	Activa. Última año renovado 2018	-Distribuidores
UPS – United Parcel Service	contactcenter@ups.com	Aeropuerto Internacional el Dorado	Fontibón	Empresa de transporte de paquetes	Activa. Última año renovado 2019	-Procesadores (Centros de acopio)

Cuadro 68. (Continuación)

Razón Social	Contacto	Dirección	Localidad	Proceso	Estado	Tipo de agente
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	servicioalciudadano@minambiente.gov.co	Calle 37 No. 8-40	Teusaquillo	Entidad pública encargada de definir la política ambiental de Colombia	Entidad del Estado	-Procesos y actividades de apoyo

Fuente: elaboración propia

Dada la primera fase que fue la exploración de todas las empresas y organizaciones que realizan algunos procesos dentro de la gestión de RAEE tipo III en Bogotá por medio de fuentes secundarias, se procede a realizar la segunda fase que se da también a través de fuentes secundarias y se busca corroborar que las organizaciones estén legalmente constituidas, tengan su matrícula mercantil vigente y estén inscritas en la Cámara de Comercio de Bogotá garantizando la vigencia de las empresas. Estas deben ser actuantes que desarrollen procesos relaciones con la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos tipo III en la ciudad de Bogotá.

Para estructurar la red de valor general de ciclo cerrado para los RAEE tipo III en Bogotá es necesario proponer organizaciones y empresas desempeñen el rol de los actuantes dentro de la red y que cumpla con su papel como agente dentro de esta. Dada la revisión por fuentes secundarias se encontraron 47 organizaciones y empresas que realizan diferentes papeles dentro de los agentes que intervienen en una red de valor de ciclo cerrado para RAEE tipo III y que funcionen en Bogotá. De esta forma se da presentación a todas estas empresas halladas y se identifica su papel dentro de los agentes que intervienen en esta red de valor.

Una vez se realiza la exploración y validación de todas las empresas encontradas se procede a revisar cuales no están activas ante la Cámara de Comercio de Bogotá o que no han realizado la debida renovación de la matrícula mercantil para el 2019 y se encuentra que las 47 organizaciones en lista cumplen con este parámetro y son tomadas para la configuración general de la red de valor de ciclo cerrado para RAEE tipo III en Bogotá.

Los agentes implicados en una red de valor de ciclo cerrado son distintos, cada uno de estos desarrolla una actividad específica dentro de la red de valor y estos pueden clasificarse por los procesos que tienen que realizar y ciertas características estos tienen, los cuales se posicionan en diferentes eslabones dentro de la red de valor e intercambian flujo de información y material. A continuación, se evidenciará todos los actuantes que pueden intervenir en esta red de valor de ciclo cerrado, es decir los actuantes para tener un flujo directo y un flujo inverso.

8.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTUANTES: PROVEEDORES (UPSTREAM) - GENERADORES, GESTORES, PROCESADORES

En la construcción de las redes de valor durante el desarrollo de la investigación se ha mencionado los diferentes agentes en cada nivel tanto Upstream como Downstream que son necesarios para la construcción de una red de valor de ciclo cerrado, es decir que conlleve un flujo directo y un flujo inverso. Para el inicio de la

configuración genérica hablamos de un primer agente implicado Upstream con flujo directo:

- **Proveedores.** Son los agentes que abastecen a la compañía focal en la red de valor, estos se encuentran aguas abajo y pueden estar clasificados en varios eslabones en la red de valor. Los proveedores iniciales son aquellos que abastecen de materia prima, estos pueden estar en diferentes niveles Upstream, su relación con la compañía focal puede ser directa o intermediada con proveedores de segundo o primer nivel, estos pueden desarrollar transformaciones tangibles o ser un canal del proveedor de materia prima inicial.¹²⁹

A continuación, se nombran los actuantes que intervienen en una red de valor Upstream con flujo inverso:

- **Generador de residuos.** Son los agentes que después de haber hecho uso de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos generan los RAEE los cuales serán la materia prima en la red de valor de flujo inverso, obteniendo así una recuperación de valor y generando una transformación. Estos se encuentran en el último nivel Downstream de la red de valor como el cliente final y reingresan a la red como proveedores iniciales, decir proveedores de materia prima Upstream.
- **Gestores (Intermediario).** Estos agentes no generan ningún tipo de transformación tangible a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, sino por el contrario su principal actividad es la recuperación de estos residuos, es decir realizan una gestión logística. Son el soporte fundamental de recolección de los residuos, tienen contacto directo con la población recicladora y son sus principales actividades son el recogimiento, distribución y entrega de los residuos al siguiente nivel, es decir a los centros de acopio.
- **Procesadores (Centros de Acopio).** Son los encargados de realizar el primer tratamiento tangible, son los agentes que realizan la primera separación y clasificación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos por el tipo de material y el nivel de recuperación. Estos también funcionan como centros

¹²⁹ PACHECO, Germán, SUAREZ, Mónica. Diseño de una Metodología para Estructurar Redes de Valor Inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para Productos Fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad de América, 2016. [Consultado 09 Mayo 2019].

de acopio mientras que los residuos son llevados procesados a su posterior proceso.¹³⁰

8.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTUANTES: COMPAÑÍA FOCAL – PRODUCTOR, DESARROLLADOR

Dentro de la compañía focal que es el centro de la red de valor, se pueden dar el desarrollo de dos (2) agentes en una red de valor ciclo cerrado, si se desarrolla en un flujo directo se tiene un productor, mientras que si es un flujo inverso, es decir es una red de ciclo cerrado se puede considerar dos agentes implicados, el productor inicial junto con un desarrollador.

- **Productor.** Es el agente encargado de realizar una transformación tangible de la materia, después de esto realiza una comercialización del producto terminado hacia los eslabones Downstream de la red de valor, es decir son las organizaciones que realizan los AEE.
- **Desarrollador.** Su principal actividad se basa en ser un agente más especializado, el cual involucra tecnología de bajo, medio o alto nivel. Se caracteriza por ser el agente que realiza la transformación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y generar la recuperar de valor de estos. Son los encargados de llevar e involucrar estos residuos nuevamente en el proceso de generación de los AEE pudiendo así reutilizar y reprocesar de forma continua una misma materia prima, muchas veces estos desarrolladores deber realizar investigación y desarrollo del producto.

8.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTUANTES: CLIENTES (DOWNSTREAM) – DISTRIBUIDOR MAYORISTA, DISTRIBUIDOR MINORISTA, CLIENTE.

Al hablar de clientes hacemos referencia a los agentes implicados en los eslabones Downstream en la red de valor, para un flujo directo y un flujo inverso debemos considerara todos los niveles de clientes que se puedan tener en la red de valor, en ocasiones se refieren a estos como distribuidores ya sea mayorista o minorista. En relación al cliente final que es el eslabón final en una red de valor con flujo directo, estos se vuelven generadores de residuos en un flujo inverso y de ciclo cerrado, se convierten en el eslabón inicial de la red de valor Upstream.

¹³⁰ PACHECO, Germán, SUAREZ, Mónica. Diseño de una Metodología para Estructurar Redes de Valor Inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para Productos Fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad de América, 2016. [Consultado 09 Mayo 2019].

- **Distribuidor Mayorista.** Se considera el primer canal de distribución y comercialización del producto, es el intermediario entre el productor de los AEE y el distribuidor minorista, este esencialmente no genera un consumo y una compra por parte del cliente final, aunque exista un intercambio monetario.
- **Distribuidor Minorista.** Es el segundo intermediario dentro de los agentes implicados Downstream, es considerado el canal de distribución entre el distribuidor mayorista y el cliente final. Puede generar una relación directa y comercial con el consumidor final de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos aunque no se dé un consumo real.
- **Cliente final.** Es el agente que compra inicialmente un Aparato Eléctrico y Electrónico pero que con el tiempo este lo desecha y genera los RAEE. Son llamados clientes finales cuando el flujo es de manera directa, mientras que cuando se habla de un flujo inverso junto con una red de valor de ciclo cerrado se transforman en un generador de residuo y se convierten en un agente inicial Upstream dentro de la red de valor.¹³¹

Por lo cual se proponen todas las organizaciones que están enlistada en la anterior tabla para generar la construcción de la red de valor y ser los actuantes los cuales se encuentran ubicadas en la ciudad de Bogotá y realizan algún tipo de tratamiento y procesos a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos tipo III. De las 45 organizaciones que tienen presencia en Bogotá y tienen manejo de RAEE, se evidencio que la mayoría de las organizaciones no se dedicaban a una sola actividad y proceso, sino que por el contrario muchas de ellas ejercen varios papeles dentro de la red de valor a la vez.

En la siguiente tabla se nombra cada empresa y se señala que tipo de agente ejerce en la red de valor de ciclo cerrado general de los RAEE tipo III en Bogotá, para así dar construcción a la red de valor general de ciclo cerrado con sus debidos actuantes cumpliendo así con las características y tareas que realiza cada agente.

¹³¹ PACHECO, Germán, SUAREZ, Mónica. Diseño de una Metodología para Estructurar Redes de Valor Inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para Productos Fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad de América, 2016. [Consultado 09 Mayo 2019].

Tabla 32. Actuantes dentro de la Red de Valor

N°	Organización	Proveedor (Upstream)			Compañía Focal	Cliente (Downstream)		Procesos de Apoyo	
		Generador	Gestor	Procesador (Centro de acopio)		Desarrollador	Distribuidor		
						Mayo	Min		
1	Lito S.A		X	X					
2	Gaia Vitare Ltda		X	X					
3	C.I. RECYCLABLES S.A.S		X	X					
4	OCADE		X	X					
5	Tecnideal Ecoambiental			X					
6	Observatorio Ambiental de Bogotá								X
7	EcoCómputo		X	X					
8	Linalca Informática S.A		X						
9	Click on Green		X	X					
10	GecoRAEE		X	X					
11	EcoRAEE S.A.S		X	X					
12	CAR								X
13	Ecolecta		X						
14	Puntos Verdes Lito		X						
15	Ekosolv Soluciones Ambientales y de Sostenibilidad SAS		X						
16	Agua, Tierra, Aire Limitada Ataelementos Itlda			X	X				
17	Maersk			X					
18	INTERASEO S.A.S E.S.P		X	X		X			
19	Orinoco E-Scrap SAS		X	X	X				
20	Industria Ambiental S.A.S			X					

Tabla 33. (Continuación)

N°	Organización	Proveedor (Upstream)			Compañía Focal	Cliente (Downstream)		Procesos de Apoyo
		Generador	Gestor	Procesador (Centro de acopio)		Desarrollador	Distribuidor	
21	Mejoramiento Global S.A.S	X						
22	All Metal Recycling S.A.S					X		
23	EPM	X						
24	ASSA - Seguros	X						
25	Avianca	X						
26	Bavaria	X						
27	Codensa	X						
28	FedEx			X			X	
29	Amazon						X	
30	Mercado Libre						X	
31	Mac Center						X	
32	IShop						X	
33	Movistar						X	
34	Claro						X	
35	Tigo						X	
36	ETB						X	
37	Avantel						X	
38	Huawei						X	
39	Ktronix						X	
40	Alkosto						X	
41	Falabella						X	
42	Linio						X	
43	Ebay						X	
44	Serviecológico S.A.S		X	X	X			
45	Ecoplom					X		
46	UPS – United Parcel Service			X				
47	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible							X

Fuente: elaboración propia

9. DISEÑAR LOS PROCESOS DE ALINEAMIENTO E INTEGRACIÓN DE LA RED

En base al SCORE (Supply Chain Operations Reference Model) y el CSCM (Council Supply Chain Management) se diseñan y se establecen los procesos de alineamiento e integración de la red.

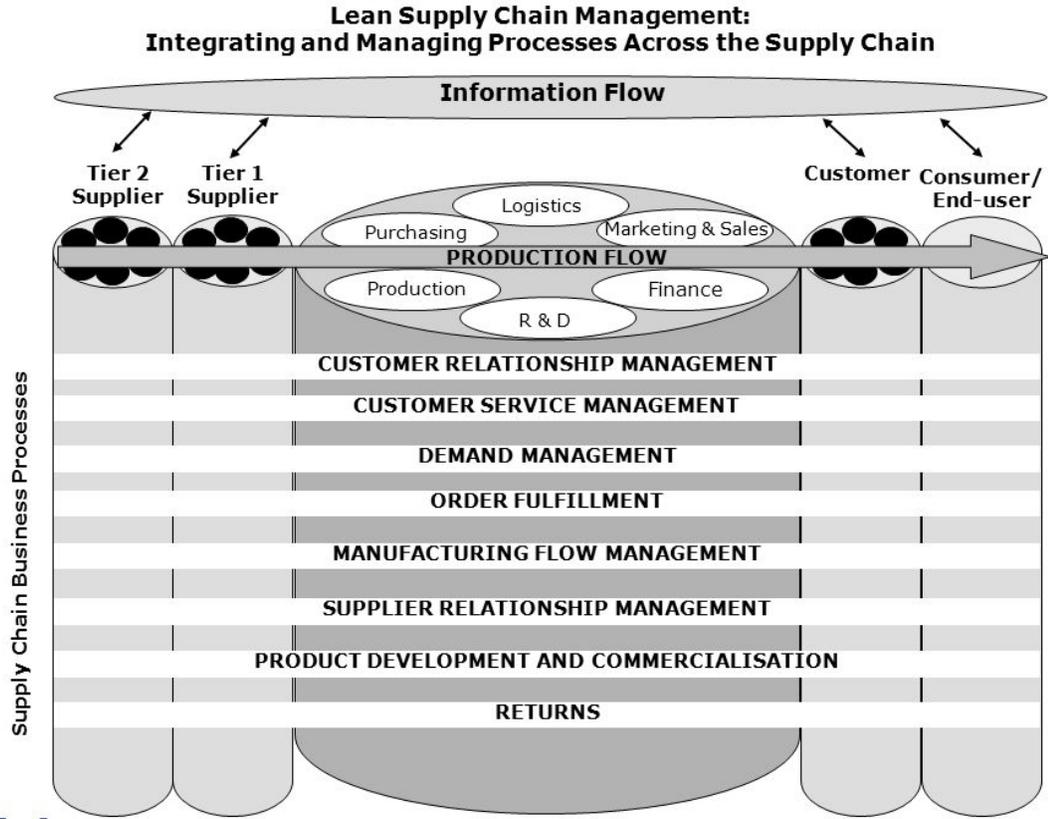
El modelo SCORE (Supply Chain Operations Reference Model), se define como una herramienta que se usa para representar, analizar y configurar las Supply Chains, que dependiendo de sus usos o las costumbres en denominaciones se les llama también la Cadena de Abastecimiento o de Suministros. Este modelo nos proporciona un marco único que reúne los procesos de un negocio, diferentes indicadores de gestión, definen las mejores prácticas y las tecnologías para así poder unificar y de esta manera facilitar las comunicaciones entre los socios de la gestión de la SCM, este tipo de modelo ha sido capaz de proporcionar una base para las mejores de la cadena de suministro. Este tipo de modelo permite descubrir las actividades de un negocio que se consideren necesarias para poder satisfacer la demanda de los clientes y está organizado alrededor de cinco Procesos Principales de Gestión, Panificación, Aprovisionamiento, Manufactura/Servicio, Distribución y Devolución.¹³²

El modelo abarca todas las interacciones con los clientes (desde la entrada de órdenes hasta el pago de las facturas), el proceso de materiales desde el flujo de materia prima hasta la entrega del producto al cliente y en ocasiones la disposición final del mismo. El SCORE no contiene el proceso de ventas y marketing, de desarrollo del producto, investigación y algunos servicios posventa. Está definido en tres niveles de proceso, nivel superior (Tipos de proceso), nivel de configuración (Categorías de procesos) y nivel de elementos de proceso (Descomposición de los procesos).¹²¹

Según lo establecido en Issues in Supply Chain Management por Lambert y Cooper se establecen procesos que integran la cadena de suministro, en la siguiente imagen se observan dichos procesos:

¹³² JORGE ABALLAY LinkedIn Ing. Industrial (UBA), CPIM (APICS), CSCP (SCC), ITIL (itSMF). Profesor del IEEC. Webmaster y curador de la página del IEEC.

Figura 42. Procesos que integran la cadena de suministro



Fuente. Lamber y Cooper. Adaptado de DOUGLAS M LAMBERT, MARTHA C COOPER and JANUS D PAGH- SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: Implementacion y oportunicades. The International Journal og Logistics.

A continuación se presenta los tipos de procesos que la compañía focal debe gestionar y realizar para poder cumplir con sus objetivos, además de establecen los enlaces que existen entre cada uno de los actuantes de la red que permiten que se efectúen los diferentes tipos de flujos y así de este modo poder realizar las actividades que se enmarcan en la red de valor de ciclo cerrado para los residuos de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos tipo III.

9.1 PROCESOS

Teniendo en cuenta y como base la red de valor, se identificarán los siguientes tipos de procesos para la red de valor de ciclo cerrado para la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos tipos III para Bogotá, esto con el fin de establecer las siguientes relaciones directas e indirectas existentes entre los actuantes de la red.

- **Enlace de Procesos Gestionados:** son estos enlaces o vínculos que la compañía focal necesita o se considera como necesarios o críticos para poder fortalecer la red de valor y por ende deben ser integrados adecuadamente y gestionados
- **Enlaces de procesos Monitoreados:** Corresponden a la revisión periódica de los enlaces o vínculos que no son críticos, afectan parcialmente a la red.
- **Enlaces de procesos no Gestionados:** Son aquellos que además de no ser críticos no se revisan o gestionan. Sin embargo, la responsabilidad de la supervisión queda a cargo de los demás miembros. ¹³³

9.2 FLUJOS

En la red de valor de ciclo cerrado se gestionan flujos directos e indirectos, tal como se identifica en los procesos, en los flujos directos se establecen los flujos de material, información, energía y demás desde los proveedores hasta el cliente final, además se debe tener en cuenta que desde el abastecimiento se generan flujos de maquinaria de equipo, infraestructura y demás flujos mencionados anteriormente.

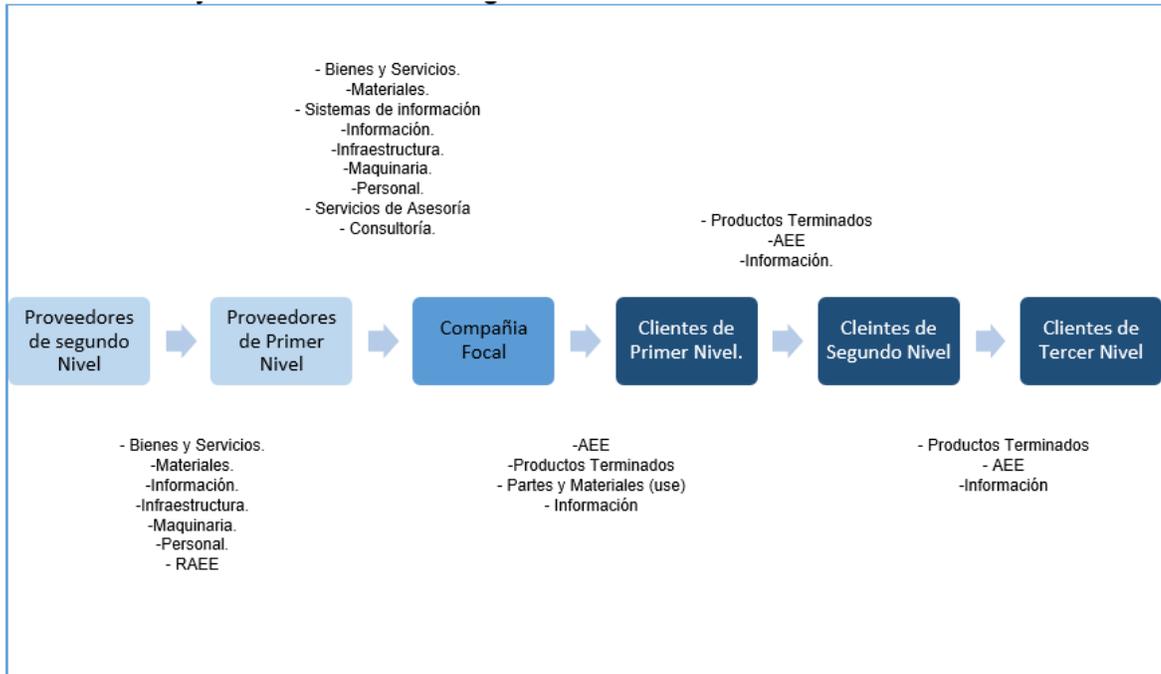
En el flujo de la información se tiene en cuenta aspectos tales como cantidad de producto, precios, calidad de la producción, términos y condiciones de entrega, entre otros. En cuanto al flujo de material, son aquellos suministros, materiales, insumos, etc.

En cuanto al flujo de maquinaria y equipos, materiales e infraestructura se encuentran vehículos especializados, transporte de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, maquinaria especializada en desensamble y tratamiento de este tipo de RAEE, además de esto infraestructura en cuanto a elementos que permitan ejecutar las actividades de la cadena productiva.

Por otro lado todos los servicios que estén relacionados con temas de asesoría, consultorías y demás estudios se enfocan en actividades transversales a las organizaciones que permiten evaluar aspectos externos e internos en cuanto al funcionamiento organizacional, de personal entre otros. Uno de los recursos más importantes que fluye en la red son las personas, pues son quienes ejecutan las distintas actividades y en consecuencia deben tener la preparación y la capacitación correspondiente en cada área en la que se desempeñen.¹³⁰

¹³³ AYALA, CAMACHO, SUAREZ. Diseño de una red de valor global para el sector petrolero con compañía focal ubicada en Colombia. Proyecto integral de grado para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad de América. 2018

Figura 43. Procesos y sus actividades según el SCORE



Fuente: elaboración propia

En base a los procesos estipulados por el SCORE (Supply Chain Operations Reference Model y Issues in Supply Chain Management por Lambert y Cooper se definirán los procesos y sus actividades correspondientes para cada uno, de esta manera poder abarcar e identificar los procesos de alineación e integración de la red.

9.3 PROCESOS ESTRATÉGICOS

Son todos aquellos procesos por medio de los cuales se definen políticas, estrategias y parámetros por medio de los cuales se van a basar los vínculos o los enlaces entre los miembros de la red, son todos aquellos que definen los criterios para el establecimiento de las relaciones con clientes y proveedores, el servicio al cliente, define estrategias de producción, desarrollo y comercialización de nuevos productos y todas las estrategias necesarias para el retorno.¹³⁴

¹³⁴ SAHID C. Feres. William Silva. Pinzón Fabiola. Sahid Z. Andrés Camilo. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Y LOGÍSTICA - PERSPECTIVA ESTRATÉGICA Y TÁCTICA - (Modelo de Gestión para la Dirección de Abastecimientos de la Armada Nacional de Colombia)". 2009

9.3.1 Relaciones con los clientes. El propósito fundamental de este proceso es definir la política, estrategia y la estructura que se considere necesaria para desarrollar y atender las relaciones con los clientes de la red de valor de ciclo cerrado para la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos tipo III para Bogotá, incluyendo los criterios necesarios para poder diseñar un protocolo que pueda contener todos los acuerdos, políticas y normativas de las partes, de tal manera que se garantice la disminución de los gastos, los costos, el mantenimiento o mejoramiento de la calidad de los RAEE/AEE y los altos niveles de los servicios al usuario o al consumidor final, siempre buscando poder aumentar el Valor económico agregado de las empresas que compongan la RED.

En el siguiente cuadro podemos identificar el cruce de los subprocesos estratégicos y subprocesos operativos centrados en la administración de las relaciones con los clientes.¹³⁵

Cuadro 69. Administrar las relaciones con el cliente

Administrar las relaciones con el cliente		
Subprocesos estratégicos	Actividad	Subprocesos operativos
Revisar la estrategia corporativa y de marketing	A través de: nuestra fuerza de ventas, nuestros distribuidores, pagina web, nuestras oficinas, contact center, correo, email, chat, redes sociales, móvil	Conformar el equipo de trabajo para administrar una cuenta/cliente o una cuenta/segmento
Identificar los criterios para categorizar los clientes	Conocimiento del mercado Margen de utilidad de c/u Capacidad de tecnología Recursos Competitividad Clase de mercado Segmentación de clientes: Utilidades antes de impuestos	Diferenciar los clientes

¹³⁵ SAHID C. Feres. William Silva. Pinzón Fabiola. Sahid Z. Andrés Camilo. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Y LOGÍSTICA - PERSPECTIVA ESTRATÉGICA Y TÁCTICA - (Modelo de Gestión para la Dirección de Abastecimientos de la Armada Nacional de Colombia)". 2009

Cuadro 70. (Continuación)

Administrar las relaciones con el cliente		
Subprocesos estratégicos	Actividad	Subprocesos operativos
	<p>El equipo de trabajo está conformado por los jefes de: sistemas, servicio al cliente, comercial, producción y logística.</p>	<p>Conformar el equipo de trabajo para administrar una cuenta/cliente o una cuenta/segmento</p>
<p>Determinar los criterios para definir el grado de diferenciación en el PSA</p>	<p>El cliente distribuidor comercial solicita el pedido por medio de la página web Con 20 días de anterioridad y debe diligenciar el formato de solicitud de pedido.</p> <p>Respuestas: Esta validación se realizará 24 horas después de recibir la solicitud y se le da respuesta al Cliente.</p> <p>Despacho: Los AEE serán despachados desde la base de producción hasta Adicional la empresa genera informes de estado de la carga y temperatura cada seis horas del tránsito y Será enviado al cliente</p>	<p>Elabora el PSA</p>
	<p>Los AEE y RAEE será almacenado según lo estipulado en el tratamiento especial que se le realizan a estos.</p>	<p>Implementa el PSA</p>

Cuadro 71. (Continuación)

Administrar las relaciones con el cliente		
Subprocesos estratégicos	Actividad	Subprocesos operativos
	<p>Si la carga llega a su destino: se da por recibido el pedido de AEE RAEE</p> <p>Si por el contrario en la fecha pactada nuestro cliente – distribuidor no</p> <p>Cuenta con la capacidad de almacenamiento y/o cambia la fecha de entrega a una fecha futura y no es posible detener el despacho el asumirá los Costos de almacenamiento adicional en los que debamos incurrir: sea en Colombia o en el exterior</p>	
	<p>Los procedimientos de respuesta se encuentran a cargo del departamento de servicio al cliente con el fin de darle respuesta oportuna al cliente se cuenta con la página web de la empresa En ella se pueden realizar las siguientes solicitudes:</p> <p>Solicitudes de pedido para los clientes mayoristas, contando con un usuario y contraseña</p> <p>Solicitud de cotizaciones</p> <p>Seguimiento de pedidos para los clientes mayoristas</p> <p>Chata para los clientes mayoristas</p> <p>Radicación de peticiones quejas, reclamos o sugerencias para el cliente final</p>	

Cuadro 72. (Continuación)

Administrar las relaciones con el cliente		
Subprocesos estratégicos	Actividad	Subprocesos operativos
	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE RESPUESTA: El clúster, identifica eventos y necesidades de respuesta, define la respuesta apropiada y los procedimientos Para cada evento y define las coordinaciones internas y externas. INFRAESTRUCTURA PARA IMPLEMENTAR LOS PROCEDIMIENTOS DE RESPUESTA: el clúster identifica las necesidades De información e identifica las necesidades de comunicación Buzón de sugerencias Panel Encuesta Comprador espía Clientes perdidos</p>	
Determinar los criterios para compartir los beneficios derivados del proceso de mejoramiento con los clientes	El equipo define como criterios: crecimiento en ventas, rentabilidad, volumen de operaciones	Identificar oportunidades en la cuenta de los clientes
Definir la estructura del sistema de métricas	Efectividad de entregas= cantidad de pedidos entregados a tiempo/cantidad de pedidos entregados	Medir el desempeño y generar reportes de rentabilidad
	indicador de pedidos = cantidad de pedidos despachados/cantidad de pedidos solicitados	
	Indicador de cotizaciones = Cantidad de cotizaciones efectivas/Cantidad de cotizaciones solicitados	

Cuadro 73. (Continuación)

Administrar las relaciones con el cliente		
Subprocesos estratégicos	Actividad	Subprocesos operativos
	Indicador de cotizaciones efectivas = cantidad de cotizaciones efectivas/cantidad de cotizaciones solicitadas	

Fuente: elaboración propia

9.3.2 Procesos estratégicos del servicio al cliente. En el siguiente cuadro podemos identificar los procesos estratégicos y sus respectivos subprocesos, la actividad y la definición del subproceso.

Cuadro 74. Procesos estratégicos

Procesos estratégicos			
Subproceso	Actividad	Definición	
Formular la estrategia de servicio al cliente.	Integrar todos los medios de comunicación	Entrenar intensamente al empleado que tiene contacto directo con el cliente	
	Implementar un sistema de información de todos los clientes (base de datos)	Brindar toda la información al cliente interno que deba manejar en su cargo	
	Unidad de servicio al cliente como apoyo a la gestión (Peticiónes, Quejas y Reclamos)		Reduce la cantidad de contactos con tus clientes e incrementa su intensidad
			Reduce los vacíos de información
			Mayor cobertura
			Mantenimiento a las bases de datos
			Administración centralizada
	Capacita al personal de servicio al cliente		

Cuadro 75. (Continuación)

Procesos estratégicos		
Subproceso	Actividad	Definición
		Ofrece incentivos a los clientes para que sigan haciendo negocios contigo
Elaborar procedimientos de respuesta	Establecimiento de flujo de proceso y procedimientos para cada una de las PQRS de los clientes.	Procedimiento para demora en entregas.
	Reportar diariamente los resultado de operaciones con clientes para tratarlos y darles solución con prontitud de acuerdo a un cronograma establecido	Permite de una manera clara y precisa, establecer que se debe hacer cuando llega un comunicado de cliente y la forma adecuada de dar respuesta.
	Planificación empresarial para fallos de los diferentes procesos	Envío de alertas tempranas para prever el posible evento y tomar medidas al respecto
	Análisis de vulnerabilidad	Riesgos asociados a los 2 posibles eventos y su forma de mitigarlo
	Implementación de un sistema de Alerta temprana	Determinación de tiempos de respuesta a través de sistemas de información
	Responsabilidades sectoriales	Realiza el seguimiento de los negocios perdidos y los pedidos cancelados

Cuadro 76. (Continuación)

Procesos estratégicos		
Subproceso	Actividad	Definición
Desarrollar la infraestructura para implementar los procedimientos de respuesta	Considerar si es factible o no la compra de soluciones de software	Realizar análisis de las diferentes opciones de software y hardware para los procedimientos de respuesta oportuna
	Determinar la infraestructura necesaria para dar respuesta oportuna a la PQRS	Espacios físicos, personal humano, dedicados a dar servicio al cliente
	Analizar los requerimientos para la creación de una nueva base de datos histórica	Reorganizar de forma metódica la base de datos actual depurándola y organizándola de forma efectiva
	Búsqueda de las herramientas correctas para una implementación eficaz.	Determinar el flujo para que toda la implementación se haga realidad sin pérdida de tiempo y sin costos adicionales a los inicialmente proyectados
Definir la estructura de un sistema de métricas	Uso de métricas comunes. .	Sistema de información debe aportarme métricas que identifiquen rápidamente el problema y mejorar las oportunidades de servicio al cliente
	Compartir mediciones con los miembros del Supply Chain	Esto nos permitirá sistemáticamente tomar las mejores decisiones para mejorar el servicio
	Métricas sobre costo, calidad, servicio y velocidad	Los KPIS permiten visualizar si mi política y estrategia de cumplir en un 95% la satisfacción del cliente.

Cuadro 77. (Continuación)

Procesos estratégicos		
Subproceso	Actividad	Definición
	Intercambio de información con proveedores y clientes	A partir de los KPIS tomar decisiones para mejorar el porcentaje que falte para 100%

Fuente: elaboración propia

9.3.3 Procesos operáticos del Servicio al cliente. En el siguiente cuadro podemos identificar los procesos operativos y sus respectivos subprocesos, la actividad y la definición del subproceso.

Cuadro 78. Procesos operativos

Procesos operativos		
Subproceso	Actividad	Definición
Reconocer el evento	Identificar la causa por la cual se genera el evento	Evento 1. Mala calidad en la entrega de los AEE/RAEE Evento 2. Demoras en tiempos de entrega
	Definición de sus objetivos, planes de acción y resultados esperados	Para esto debemos contar con equipos proactivos que permitan detectar y desarrollar actividades encaminadas a que los eventos negativos se reduzcan. Ya que estos eventos pueden presentarse por la falta de capacitación en temas de servicio y atención al cliente
	Determinar cuál es el evento que se presentó y sus formas de afrontarlo (calidad, técnico, pedidos, ordenes)	
	Reconocer los principales factores por los cuales no se está garantizando el cumplimiento de los requerimientos especiales del cliente.	
Evaluar las situaciones y las alternativas	Analizar la mejor solución procedimiento a seguir para la administración del evento (selección de la mejor alternativa)	Crear flujos de proceso y procedimientos por cada evento.

Cuadro 79. (Continuación)

Procesos operativos		
Subproceso	Actividad	Definición
	Comprender las limitaciones operacionales con las cuales cuenta la empresa para implantar la mejor alternativa	Determinar claramente cuales son los limites operacionales para que no vuelva a ocurrir el evento
		Alternativa 1 Evento 1: solicitar a nuestro aliado estratégico de venta de AEE RAEE
		Alternativa 2 Evento 1: En caso de que el cliente no tenga necesidad de cubrir su faltante del producto inmediatamente o notifica a financiera para aplicar descuento correspondiente
		Alternativa 2 Evento 1: por medio del aliado estratégico (agente receptor) procede a la recolección del producto que se encuentra en mal estado y realizar la respectiva disposición final
	Autonomía para tomar decisiones a los Empleados que están en Contacto con los Clientes para dar soluciones en un tiempo mínimo a los clientes	Alternativa 1 Evento 2: Comunicar la novedad al cliente para determinar si existe la posibilidad de tener un tiempo adicional para la entrega del producto
		Alternativa 2 Evento 2 : Contactar un cliente 2 de alto valor para analizar la posibilidad de reposición del producto (cantidades solicitadas), realizar el respectivo préstamo y coordinar la entrega del pedido a nuestro cliente dentro del tiempo establecido y acordado
		La Alta gerencia a través de la gerencia de Servicio al cliente tomara decisiones de acuerdo al reporte eventos presentados, a través de comités semanales de SRM

Cuadro 80. (Continuación)

Procesos operativos		
Subproceso	Actividad	Definición
Implementar la solución	Entender la necesidad del cliente analizando el mejor procedimiento a implementar y que tenga los mayores beneficios para el cliente	Para proceder con una adecuada solución debemos entender la necesidad del cliente
	Verificar y corroborar respecto con el PSA si se están cumpliendo con los aspectos acordados para saber si es necesario rediseñarlo	Trabajar en conjunto con el cliente para aconsejarlo y poder determinar unos nuevos PSA de la solución acordes a su necesidad
Monitorear y reportar	Conocer y evaluar con un criterio establecido si los clientes se encuentran satisfechos con el plan de mejora	Con estas actividades se busca monitorear el desarrollo del evento, registrar el desarrollo del evento, mantener informado al cliente y medir el desempeño
	Implementar un sistema de información en donde queden registrados todos los eventos y soluciones dadas al servicio al cliente.	
	Difundir la información dentro de la misma empresa para que el personal se encuentre comprometido a realizar mejores prácticas respecto al servicio al cliente.	
	Medir el desempeño por medio de indicadores	

Fuente: elaboración propia

9.3.4 Administración de la Demanda. El propósito específico de este proceso es definir la política, estrategia y toda la estructura que sea necesaria para además de poder pronosticar la demanda, poder sincronizar todo lo relacionado con la capacidad de producción de la compañía focal, la capacidad comercial establecida, para poder aumentar la flexibilidad. En el siguiente cuadro podemos identificar la integración de los procesos tanto estratégicos como operacionales para la administración de la demanda.¹³⁶

¹³⁶ SAHID C. Feres. William Silva. Pinzón Fabiola. Sahid Z. Andrés Camilo. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Y LOGÍSTICA - PERSPECTIVA ESTRATÉGICA Y TÁCTICA - (Modelo de Gestión para la Dirección de Abastecimientos de la Armada Nacional de Colombia)". 2009

Cuadro 81. Administrar la demanda

Administrar la demanda				
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad
Definir objetivos y estrategias para administrar la demanda.	Identificar los mercados donde la empresa foco de la Red de Valor puede actuar y desarrollar la capacidad de respuesta a las exigencias del cliente y del consumidor o usuario final.	Dar a conocer a los clientes tanto internos como externos los objetivos que se tienen para mejorar la red de valor de la Empresa.	No se refleja relación directa con un proceso estratégico.	
		Las promesas que se les hacen a los clientes de acuerdo a sus requerimientos, cumplirlas a cabalidad de acuerdo a sus necesidades.		
	Evaluar el tamaño actual y futuro del mercado AEE/RAEE a diferentes regiones del mundo con el objeto de compararlos y proceder a la elección de los más adecuados.	Equilibrar la demanda con la oferta		

Cuadro 82. (Continuación)

Administrar la demanda				
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad
	Reconocer qué nivel de satisfacción se está generando en el mercado, si se están cubriendo sus expectativas.	Potenciales de demanda. Determinar o estimar la demanda de los clientes.		
	Analiza las capacidades de la Red de Valor para gestionar el segmento de demanda definido.	Convertir las órdenes específicas en fechas programadas de entrega.		

Cuadro 83. (Continuación)

Administrar la demanda				
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad
Definir procedimientos para elaborar los pronósticos	Identificar los aspectos más relevantes y herramientas que se tendrán en cuenta para realizar los pronósticos (enfoque, método, técnicas, software)	Hacer un pronóstico de las condiciones económicas generales de la empresa y las capacidades que tiene para incursionar en el mercado.	Recolectar datos e información	Ampliar la captura de datos y la recolección de información. Ésta no debe estar limitada a ventas (demanda), también debe incluir conocimientos, tendencias y desempeño de los procesos.
		Conocer el nivel de ventas esperado por la empresa, con base en un plan de marketing escogido y un supuesto ambiente del mercado.		

Cuadro 84. (Continuación)

Administrar la demanda					
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad	
	Limitar el alcance de la demanda de la compañía conforme aumenta el esfuerzo de marketing, en relación con los competidores	Determinar el potencial del mercado de AEE/RAEE conociendo los aspectos más relevantes		Temporadas de mayor compra	Aprovechar las fechas de mayor compra de AEE
		Generar información para pronosticar, recolectar datos sobre la demanda histórica.			Segmentar
		Recopilar información sobre marketing y ventas y todo lo concerniente al cliente.		Aliados estratégicos	

Cuadro 85. (Continuación)

Administrar la demanda					
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad	
	Realizar un modelo de pronóstico sencillo el cual sea de fácil interpretación para toda la organización desde la alta gerencia hasta los departamentos involucrados en el proceso.	Suministrar instrucciones detalladas de acción al proceso de planeación y control de materiales y recursos que son necesarios en el negocio de AEE y RAEE			puntos de venta
		Medir la participación del mercado que tiene AEE y RAEE o que proyecta captar en la penetración en el mercado europeo			Competencia
	Alinear los procesos de administración de la demanda con el ambiente organizacional de la compañía.	Realizar estimaciones y proyecciones sobre el resultado esperado y así obtener un pronóstico total.			Marketing

Cuadro 86. (Continuación)

Administrar la demanda					
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad	
		Proyectar las ventas en sectores específicos para luego extender su oferta a sectores más amplios.			Calidad
		Análisis de ventas anteriores y de tendencias.		Procesos necesarios del Supply Chain que sean necesarios para que el proceso de la demanda genere excelentes resultados.	

Cuadro 87. (Continuación)

Administrar la demanda				
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad
	Identificar y considerar las diferentes demandas que se pueden presentar en un periodo determinado	Desarrollar pronósticos de las cantidades de AEE y RAEE en especial en un tiempo determinado, por otra parte realizar los pronósticos de tiempos de la demanda de los diferentes clientes que se tienen.		
		Identificar todas las fuentes de demanda: Distribución, cambios en inventario, inventario para demostración, artículos nuevos y promociones.		Acerca de los recursos de productos para suministrar información de pronósticos en cuanto a la planeación de ventas, operaciones y a la programación de la producción.

Cuadro 88. (Continuación)

Administrar la demanda				
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad
Planear el flujo de información	Análisis de datos. Ajustar la información que será usada y difundida por la compañía.	Las soluciones planteadas y ejecutadas deben ir orientadas a satisfacer las necesidades del cliente.	No se refleja relación directa con un proceso estratégico.	
	Implementar un sistema en el cual se defina por prioridades el personal que debe ser informado y comunicado de los pronósticos que se han realizado.	La información y los datos procesados deberán ser correctos, oportunos y apropiados		
		Los datos que fueron capturados y evaluados deben ser los más reales posibles para mantener un sistema adecuado y puedan ser difundidos en la organización.		

Cuadro 89. (Continuación)

Administrar la demanda					
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad	
	Establecer fuentes de información que se van a utilizar para difundir, cómo procesar la información, y cómo la información de salida debe ser transmitida y a quien debe darse a conocer.	Tomar una muestra de clientes actuales o potenciales para determinar en cuánto comprarán un producto.			
Definir procedimientos para sincronizar demanda y capacidad del Supply Chain.	Poner en práctica la estrategia C3 Coordinación, Colaboración, Cooperación, entre “Silos Funcionales” de la Empresa, y entre estos y los “Clúster de Personas”, “Clúster de Procesos”, “Clúster Ágiles” y “Clúster Innovadores”	Determinar factores los cuales puedan ser sincronizados directamente con las ventas y operaciones.	Sincronizar	Sincronizar procesos internos y externos con el proceso de la demanda con el propósito de mejorar la capacidad de respuesta y el nivel de servicio al cliente	Proceso de producción
					Proceso de abastecimiento

Cuadro 90. (Continuación)

Administrar la demanda					
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad	
	Realizar Pruebas de mercado los cuales definirán como se encuentra relacionada internamente y externamente la demanda con los diferentes procesos que hacen parte de la red de valor	Determinar criterios de confianza los cuales puedan ser alineados con los pronósticos.		Ejecutar un plan el cual indique como el SUPPLY CHAIN satisfacer todo el proceso de la demanda	
		Planificar la capacidad necesaria para la innovación respecto al sector AEE y RAEE		Desarrollar herramientas que facilite sincronizar la demanda con la oferta	
Definir un sistema de gestión de contingencias	Análisis de impacto en el negocio de los AEE y RAEE tipo III	Definir los requerimientos de recuperación establecidos por el negocio – tiempo máximo de interrupción y máxima pérdida de datos permitida.	Reducir variabilidad e incrementar flexibilidad.	Implementar un sistema donde se le pueda dar respuesta rápida a eventos internos o externos para incrementar la flexibilidad del sistema logístico.	eliminar defectos y aumentar la CALIDAD en el proceso de la Demanda y en general en toda la Red de Valor de ciclo cerrado para los RAEE tipo III
	Realizar un Análisis de riesgos	Definir aquellas recomendaciones o controles preventivos que permitan reducir o eliminar los riesgos.		Identificar oportunidades para incrementar la flexibilidad	

Cuadro 91. (Continuación)

Administrar la demanda					
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad	
	implementar soluciones respecto a los riesgos y amenazas que se pueden presentar en el negocio de AEE y RAEE	Estimar el riesgo potencial al que está sometido todo el proceso de la demanda		determinar qué nivel de flexibilidad es necesaria para reducir las variabilidad	
	Prueba y mantenimiento del sistema de gestión y contingencias y las soluciones	Identificar las deficiencias de planificación y preparación del personal por los cuales no se puedan identificar oportunamente las amenazas y riesgos		Identificar todas las causas posibles que están generado la variabilidad	
	Conocer o establecer un punto de partida el cual se basará en la evolución de las necesidades y recursos.	Identificar los factores más críticos que se presentan en el proceso de la demanda en el negocio de los AEE y RAEE tipo III		Trabajar en toda la red de valor para incrementar la flexibilidad en todos sus procesos	

Cuadro 92. (Continuación)

Administrar la demanda					
Subprocesos estratégicos	Actividad	Definición	Subprocesos operacionales	Actividad	
Definir la estructura de un Sistema de Métricas	Medir la demanda en diferentes aspectos o niveles	producto: forma de producto, línea de producto, ventas de la compañía, ventas de la industria, ventas internacionales	Medir desempeño	uso de métricas comunes y fáciles de evaluar en el negocio de los AEE y RAEE tipo III	Costo
		Espacio (cliente, territorio, región, país, mundo)			Servicio
		Tiempo (de corto, medio y largo alcance)			Calidad
	Los datos de entrada y los pronósticos de salida serán monitoreados rutinariamente para determinar su calidad y adecuación	Velocidad			
				calcular los resultados de los diferentes indicadores de desempeño para ser relacionados con el EVA	

Fuente: elaboración propia

9.3.5 Administración del Retorno. El propósito principal de este proceso es definir la política y toda la estructura 137 que se considere necesaria para realizar todo tipo de retornos de los AEE/RAEE y diseñar el sistema de ciclo cerrado que incluye:

- Retornos desde el consumidor
- Retornos desde el mercado
- Retornos de activos
- Retorno por retiro del producto
- Retornos medioambientales.

Cuadro 93. Administración del retorno

Administración del retorno		
Subprocesos operacionales	Actividades	Definición
Recibir la solicitud de retorno	Notificar la solicitud de retorno	Eventos por devoluciones causadas por fallas en calidad o retrasos en la entrega de los claveles y en el marco de éstos procederá a realizar la notificación y el informe correspondiente para la gestión del retorno de AEE o RAEE según corresponda.
	Realizar un informe sobre las causas de la devolución y del estado pormenorizado del pedido, incluyendo características de flor, dimensión de tallo, punto de corte, empaque y tiempo límite para su comercialización en los casos de aplique.	

¹³⁷ SAHID C. Feres. William Silva. Pinzón Fabiola. Sahid Z. Andrés Camilo. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Y LOGÍSTICA - PERSPECTIVA ESTRATÉGICA Y TÁCTICA - (Modelo de Gestión para la Dirección de Abastecimientos de la Armada Nacional de Colombia)". 2009

Cuadro 94. (Continuación)

Administración del retorno		
Subprocesos operacionales	Actividades	Definición
Definir ruta	Establecer la ruta	<p>Según la tipología del retorno se establecen los siguientes flujos de comercialización:</p> <p>a. Para los retornos de AEE provenientes del consumidor que cumplan todas las características de calidad, a través de la activación de los procedimientos definidos en los PSA se identificarán clientes de primer o segundo nivel, en consecuencia la ruta se establecerá de acuerdo a la ubicación del cliente del retorno.</p> <p>B. Para los retornos de AEE o RAEE provenientes del consumidor que cumplan por los menos el 70% las características de calidad, se identificarán clientes de primer o segundo nivel de la red de valor de ciclo cerrado.</p> <p>c. Para los AEE o RAEE de retorno que no se encuentren aptos para la comercialización en los mercados de AEE o RAEE por sus condiciones de calidad, se procederá a definir la ruta según la ubicación del aliado estratégico.</p>
	Emitir la autorización del retorno	
	Comunicar el envío del retorno al destino final	
Recibir el retorno	Definir a tipología del retorno.	Recibirá el retorno y a través de los flujos definidos en la Red realizará la gestión para seguir la ruta definida para la comercialización o disposición final del retorno.

Cuadro 95. (Continuación)

Administración del retorno		
Subprocesos operacionales	Actividades	Definición
	Activar los procedimientos definidos en el PSA para la comercialización o disposición final del retorno.	
Seleccionar disposición	Definir a tipología del retorno.	<p>Tipologías:</p> <p>a. Retornos de AEE o RAEE provenientes del consumidor que cumplan todas las características de calidad.</p> <p>Retornos de AEE o RAEE provenientes del consumidor que cumplan por los menos el 70% las características de calidad.</p> <p>c. Retorno de AEE o RAEE que no se encuentren aptos para la comercialización en los mercados por sus condiciones de calidad.</p>
	Activar los subprocesos estratégicos de administración del retorno.	<ul style="list-style-type: none"> • Definir objetivos y la estrategia en la administración del retorno • Definir la red de retornos y opciones de flujo • Definir las reglas del crédito <ul style="list-style-type: none"> • Definir los mercados secundarios • Definir la estructura del sistema de métricas
	Activar los subprocesos operacional de definición de ruta	Identificar la ruta de acuerdo a la tipología del retorno.
Otorgar el crédito al cliente o al proveedor	Activar el subprocesos estratégico de "Definir las reglas del crédito"	El representante de Flor chibcha en Rusia realizará la negociación con el cliente del retorno y notifica al área encargada en Colombia.

Cuadro 96. (Continuación)

Administración del retorno		
Subprocesos operacionales	Actividades	Definición
	Realizar la negociación	
	Notificar al área de financiera en Flor chibcha Colombia los resultados de la negociación	
Analizar el retorno y medir el desempeño	Activar la actividad "Establecer cómo debe evaluarse el clavel del retorno" definida en el subproceso estratégico de Definir las reglas del crédito.	<p>Calcular adicionalmente las siguientes métricas:</p> <p>a. Cantidad en peso de retorno/Costos unidad de peso de operación del retorno.</p> <p>B. (Cantidad de unidades de retorno comercializadas en mercados secundarios/Cantidades totales de retorno)x100</p> <p>c. Tiempo promedio para la disposición final</p>
	Calcular las métricas establecidas en el sistema de métricas en el subproceso estratégico	
	Proponer estrategias de mejora a través de los resultados del desempeño.	

Fuente: elaboración propia

9.3.6 Administración del Retorno procesos estratégicos. En el siguiente cuadro podemos identificar los procesos estratégicos de la administración del retorno.

Cuadro 97. Administración del retorno

Administración del retorno		
Subprocesos estratégicos	Actividades	Definición
Definir objetivos y la estrategia en la administración del retorno	Estrategia	A través de la gestión del Supply Chain recuperar al menor costo el valor mayor posible del retorno de los AEE o RAEE devueltos por el cliente por fallas en calidad o en el servicio. Esta estrategia se encuentra alineada con el PSA para la no afectación del servicio al cliente.
	Objetivos	1. Definir mercados secundarios para los AEE o RAEE en buen estado que sean devueltos por el cliente en caso de retardos en la entrega u otra inconformidad en el servicio
		2. Definir el procedimiento para la disposición de AEE o RAEE no aceptado por problemas de calidad
Formular criterios sobre Avoidance, Gatekeeping y Disposición	Identificar los tipos de retorno	a. Retornos desde el consumidor por fallas en la calidad o el servicio. b. Retornos desde el mercado por fallas en la calidad.
	Definir alternativas para limitar el número de AEE o pedidos que ingresen al flujo de retorno (Gatekeeping)	Operativizar los procedimientos definidos en el PSA relacionados con eventos que puedan ser causas de retorno.

Cuadro 98. (Continuación)

Administración del retorno		
Subprocesos estratégicos	Actividades	Definición
	Identificar acciones para minimizar el número de solicitudes de retorno (Avoidance)	Controlar y hacer seguimiento a los procedimientos del Servicio al cliente para mitigar las solicitudes de retorno.
	Definir criterios necesarios para decidir sobre qué hacer con los productos terminados objetos de retorno	a. Ubicación geográfica del retorno del AEE o RAEE b. Características de calidad del AEE o RAEE c. Tiempo restante de durabilidad del clavel. d. Costos y complejidad de la operación en el retorno.
Definir la red de retornos y opciones de flujo	Diseñar la Red de Retorno	a. Para el caso de los AEE o RAEE devueltos por fallas en el servicio al cliente, la Red de retorno y los flujos se orientan a mercados primarios o secundarios b. En el caso de los retornos por calidad la Red y los flujos se orientan hacia agentes
	Definir la ruta y flujo que han de seguir los retornos, todo de conformidad con la naturaleza de los mismos y los PSA(s) elaborados con clientes.	
Definir las reglas del crédito	Definir criterios generales para negociar los AEE o RAEE objeto del retorno, con defectos de calidad o sin ellos.	a. Calidad y estado del AEE o RAEE B. Cantidad de AEE o RAEE de retorno. c. ubicación d. Tiempo restante de duración

Cuadro 99. (Continuación)

Administración del retorno		
Subprocesos estratégicos	Actividades	Definición
	<p>Establecer cómo debe evaluarse el AEE o el RAEE del retorno.</p>	<p>Los criterios de evaluación para los AEE o RAEE devueltos por fallas en el servicio o por defectos de calidad pero con oportunidad de comercializarlos en un mercado secundario son establecidos por el tipo de RAEE.</p> <p>Los criterio de evaluación para los AEE devueltos por defectos de calidad si oportunidad de comercializarlos en un mercado secundario son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Peso b. Ubicación geográfica

Cuadro 100. (Continuación)

Administración del retorno		
Subprocesos estratégicos	Actividades	Definición
	<p>Establecer la política sobre créditos y los procedimientos para su autorización.</p>	<p>Se establecen como políticas en la gestión del retorno del AEE, las siguientes:</p> <p>a. Recuperar el valor total de los retornos de AEE o RAEE provenientes del consumidor que cumplan todas las características de calidad, a través de la comercialización de los mismos, con clientes de primer o segundo nivel ubicados.</p> <p>B. Recuperar como mínimo el 70% del valor de los retornos de AEE o RAEE provenientes del consumidor que cumplan por los menos el 70% las características de calidad, a través de la comercialización de los mismos, con clientes de primer o segundo nivel</p>
<p>Definir los mercados secundarios</p>	<p>Identificar los posibles usos de los AEE o RAEE y a partir de ellos los mercados secundarios.</p>	<p>Se establece como mercado secundario el Autoconsumo ya que una de las características de este mercado es que los consumidores finales esperan principalmente conveniencia y precio. Cabe anotar, que se espera llegar a estos mercados a través de los distribuidores.</p>

Cuadro 101. (Continuación)

Administración del retorno		
Subprocesos estratégicos	Actividades	Definición
Definir la estructura del sistema de métricas	El sistema de métricas está orientado a medir el impacto del retorno en el EVA.	Las métricas para la administración del retorno son las siguientes: a. $(\text{Número de pedidos anuales con retorno} / \text{Total de anuales entregados}) \times 100$ b. $(\text{Ganancia o pérdida anul obtenida con la gestión de retornos} / \text{Utilidad anual esperada sin retorno}) \times 100$ c. $(\text{Número de tabacos devueltos en una año} / \text{Total de tabacos entregados en un año}) \times 100$

Fuente: elaboración propia

10. ESTIMAR LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES QUE TENDRÍA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED

Las redes de valor de ciclo cerrado son un nuevo tipo de red que se está tratando de implementar en diferentes sectores, la implementación de este tipo de red, permitiría aprovechar la capacidad de operación de muchas compañías y organizaciones y así poder mejorar tanto la eficiencia de cada una de ellas y las relaciones que existan entre proveedores, compañías focal y clientes. La implementación de este tipo de red, permitiría aumentar la competitividad de las ciudades y a su vez hacer crecer a un país en términos de innovación y gestión.

Centrando en el sector de los AEE y a su vez de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) la red de valor de ciclo cerrado traería una serie de beneficios económicos, ambientales y sociales, ya que se realizaran convenios entre los diferentes agentes y actuantes que integren la red, de esta manera la vinculación de las compañías y la alineación de sus procesos se ven identificados en beneficios tangibles o visibles ya sea de manera directa o indirecta para cada organización, la sociedad y el medio ambiente.

Implicítamente este tipo de beneficios permite que se aumente la productividad de un país, ya que la integración de diferentes compañías y el alineamiento de sus procesos nos permiten, tener un mayor control en temas de logística y operación, las empresas aplicando sistemas logísticos para el desarrollo de productos, desde la parte de sus proveedores hasta la parte donde este producto o servicio es adquirido por el cliente final permite realizar un seguimiento desde unos niveles Upstream hasta niveles Downstream, permitiendo una garantía en la calidad y entrega, además de preparar una buena estrategias de operación logística que en la cual intervengan varias organización y no se genere ningún tipo de inconformidad.

Para lograr el éxito y la evidencia de este tipo de beneficios, es importante cumplir con la alineación de los procesos que se plantearon al igual en identificar en que parte de la red se encuentra cada tipo de organización, su papel y sus objetivos dentro de la red. Cabe recordar que estos beneficios son definidos a partir de fuentes secundarias, experiencia y el conocimiento de los investigadores tanto antiguo como el conocimiento que se adquirió durante el desarrollo de la investigación. Los beneficios definidos en el presenta capitulo presenta algunas relaciones entre ellos que reflejan la integración de los procesos de las organizaciones y su alineamiento.

Algunos de los beneficios de manera general son la reducción de costos de operación por parte de las organizaciones, contribuye a una mejora continua en la

calidad del producto o del servicio obtenido gracias a la comunicación continua por parte de las organizaciones, este tipo de red de valor de ciclo cerrado gracias a la integración de las organizaciones permite un trabajo en equipo con adecuada organización y métodos lo cual es de gran ayuda ya que permite la mejora de procesos, se generan alianzas estratégicas con proveedores y clientes, se genera una seguridad al contar con proveedores que permanezcan activos y en continuo contacto con la organización focal.

10.1 BENEFICIOS ECONÓMICOS

Dentro de los beneficios económicos que generan la red de valor de ciclo cerrado para los RAEE tipo tres en Bogotá se identifican algunos que benefician directamente a las empresas, pero que a su vez benefician al país, ya que el crecimiento de cada una de las organizaciones que componen la red de valor hace que se genere un incremento en la el PIB del país. En temas económicos se puede identificar que el material reciclable se puede comercializar, con esto obtienen materia prima de excelente calidad y a precios asequibles haciendo que sus costos de operación disminuyan y se vean reflejados en más ganancias para la empresa. Algunos de los siguientes beneficios se obtendrían a la hora de realizar la implementación de la red de valor de ciclo cerrado:

- **Desarrollo económico.** Este es la manera en como la capacidad de los ingresos por la implementación de la red de ciclo cerrado puede empezar a generar un aumento en estos, permitiendo que se generen más inversiones en el are y que así de esta manera se crezca económicamente tanto en cada una de las organizaciones como a nivel país. La integración de los diferentes actuantes nos permitiría mayores niveles de producción por ende el PIB del país aumentaría significativamente.
- **Reducción de costos.** A medida que se da un crecimiento en el mercado de los AEE, se da una mayor integración entre los diferentes actuantes ya gentes de la red, por lo cual se identifica un beneficio para las organizaciones, porque se determinaran alianzas estratégicas que permitan una reducción de los costos y así de esta forma generar un aumento en los ingresos y por ende en las ganancias.
- **Nuevas relaciones comerciales.** La implementación de la red de valor de ciclo cerrado permite la alineación de procesos entre las compañías, haciendo nuevas relaciones comerciales con organizaciones o compañías con las que aún no se tengan vínculos comerciales. Los flujos comerciales, de información y tecnología permite generar vínculos con otras compañías y así de esta

manera generar estrategias que permita el crecimiento de las partes interesadas.

- **Economías de escala.** La realización de la integración de las compañías le permite a cada una de las organizaciones aumentar sus volúmenes o niveles de producción, cuando estas empiezan a tener un nivel óptimo de producción para poder producir más a menos coste y así generar mayores ingresos, sus costes por unidad producida se reducen, cuanto más producen, menos les costaría producir una unidad.

10.2 BENEFICIOS AMBIENTALES

La implementación de este tipo de red conllevaría a muchos beneficios de diferentes aspectos, pero en un área que generaría sin duda un impacto de manera significativa sería en la parte ambiental, ya que la generación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos hoy en día está en su mayor auge por el acelerado consumo de estos dispositivos, el impacto ambiental que estos generan son de gran problemática, ya que no se identifican programas de gran potencial en los cuales se integren tanto a las compañías que fabrican estos AEE, sus respectivos proveedores y a los clientes finales de los dispositivos, al igual que se evidencie una participación continua por parte de entidades gubernamentales. Es posible mitigar muchos de los impactos negativos ambientales que se generan la mala disposición de este tipo de residuos realizando una implementación adecuada de la red de valor. Algunos de los siguientes beneficios se obtendrían a la hora de realizar la implementación de la red de valor de ciclo cerrado:

- **Reducción del riesgo e impacto ambiental.** La generación de materia prima en base a los residuos obtenidos reduce el impacto ambiental en la producción de los AEE. El proceso de integrar a los clientes y que estos se conviertan en generadores permiten que se aproveche al máximo los residuos generados y de esta manera no tener que hacer usos de recursos naturales no renovables.
- **Disminución de la cantidad de residuos que generan un impacto ambiental.** La generación de residuos siempre genera un impacto ambiental negativos, pero se puede por medio de la implementación de la red, hacer una disminución de la cantidad de residuos, ya que estos serán aprovechados para darles un nuevo uso a sus componentes y de esta manera reciclarlos y no permitir que terminen en rellenos y afectando al medio ambiente.
- **Reduce la necesidad de los rellenos sanitarios y la incineración.** Al realizar un correcto gestiónamiento de los residuos de aparatos eléctricos y

electrónicos e identificando compañías que realicen un correcto desensamble de estos RAEE se lograría captar la mayor cantidad de materiales que puedan ser reutilizados y no tengan que terminar en un relleno sanitario donde contaminan el suelo, agua y aire, o peor aún que sean incinerados y afecten al medio ambiente.

- **Disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero.** Al realizar una correcta gestión de los RAEE estos no terminarían desechados en el medio ambiente, cuando sucede la afectación por emisiones de gases es alta, ya que se dejan estos residuos a la intemperie y se genera una afectación directa, mediante la integración de la red de valor de ciclo cerrado se busca dar un manejo adecuado a estos residuos y aprovechar el mayor valor posible de estos.
- **Ayuda a sostener el medio ambiente para generaciones futuras.** Una implementación temprana de la red de valor de ciclo cerrado ayudaría a que muchos residuos sean tratados actualmente y así no se afectara el medio ambiente y se basaría en una producción sostenible en base a la recuperación de materia prima que contienen estos RAEE.

10.3 BENEFICIOS SOCIALES

El beneficio social que genera la implementación de la red de valor de ciclo cerrado se identifica en factores que benefician directamente a las personas sin importar que hagan o no parte de la red de valor, ya que la implementación de esta podría generar los siguientes beneficios:

- **Generación de empleo.** cuando una red de valor se implementa se entra en un proceso de globalización, con esto se abren las puertas de muchas organizaciones para la implementación, por lo cual se necesitará mano de obra y además poder capacitar al personal de las organizaciones para que se puedan alinear sus procesos y así integrar de manera eficaz los actuantes.
- **Desarrollo social.** El agrupamiento de personas que realizan el reciclaje informal de los RAEE en la ciudad de Bogotá se verían beneficiados ya que se formalizarían muchas de las operaciones que ellos realizan y se les concederían unos beneficios que ayudarían al crecimiento de la sociedad en temas de cultura, responsabilidad y estabilidad. Igualmente, el interés por parte del gobierno por el crecimiento social y el desarrollo.

- **Tecnología, innovación y desarrollo.** Al contar con una vinculación de todas las organizaciones interesadas se genera la posibilidad de adquirir nueva tecnología que facilite actividades de manejo, tratamiento, desensamble entre otros, y así poder invertir en temas de innovación y desarrollo en gestión de RAEE.
- **Crear cultura social.** Bajo el esquema de red de valor de ciclo cerrado no solo se identifican compañías interesadas, procesos alineados y estrategias de operación, al generar la red se genera una cultura social para las organizaciones, en la forma en la que operan y se relacionan con otras entidades, con el gobierno, con otras compañías y con sus clientes. se genera una cultura de reciclaje que vincula a todas las partes tanto Upstream como Downstream.

11. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la revisión por medio de fuentes de información secundarios se identificó que no existe una configuración de una red de valor de ciclo cerrado para los RAEE tipo III en Bogotá que agrupe organizaciones y empresas que estén vigentes y legalmente constituidas ante la cámara de comercio de Bogotá.
- Por medio de la herramienta de estudios de casos se realizó la caracterización de tres (3) casos con su respectiva triangulación, estas empresas fueron Apple, Samsung y Huawei, su selección se realizó conforme al ranking anual de las marcas más valiosos del mundo en el año 2018 realizado por la revista Forbes siendo estas tres empresas productoras de Aparatos Eléctricos y Electrónicos las más valiosas a nivel mundial. En base a los hallazgos se realizó el mapeo y la construcción de la red de valor de ciclo cerrado de cada una de los casos ya que estas redes no existían y se identificaron en las redes mapeadas que los tres casos presentan una tipología de red descentralizada.
- Por otro lado se pudo obtener y validar con expertos las causas que más inciden en el problema central de la investigación que son las fallas en la recuperación de valor de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos tipo III en Bogotá. Esto se realizó en dos (2) fases, la primera de estas por medio de fuentes de información secundarias y fue desarrollado a través de (4) metodologías. La primera fue con diagramas de flujo de procesos, como segunda esta los diagrama de Ishikawa, la tercera a través de hipótesis dinámicas y la última fue la priorización de las causas a través de técnicas multicriterio. Y la segunda fase a través de fuentes de información primarias en donde se buscó el instrumento más adecuado para la recolección de la información y fue elegida la entrevista.
- A través de la construcción genérica de la red de valor de ciclo cerrado para los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos tipo III en Bogotá se evidencio que su configuración horizontal tanto Upstream como Downstream consta de tres (3) eslabones, es decir en los proveedores (Upstream) consta de tres niveles y en los clientes (Downstream) consta también de tres (3) niveles. Dentro de sus actuantes se identifican procesos y actividades de apoyo que lo desarrollan actuantes del estado, es decir las organizaciones e instituciones que ejercen este agente dentro de la red son la mayoría del gobierno nacional como lo es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Observatorio Ambiental de Bogotá.

- Se pudo identificar a través de fuentes de información secundarias que son varias las causas que obstaculizan el proceso de recuperación y gestión de la red de valor de ciclo cerrado de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Bogotá. Como causas más incidentes se tiene: que no se cuenta con un método definido que integre los proveedores, compañía focal y clientes para realizar la separación de los materiales y den un tratamiento completo de los componen de los AEE dentro de la red. Al igual no se tiene la suficiente tecnología, maquinaria y organizaciones que den un manejo adecuado y completo de los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos tipo III en Bogotá.

De igual forma se constató a través de la priorización por técnicas multicriterio que la causa más incidente dentro de la gestión de la red de valor es la existencia de vacíos jurídicos en la regulación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos; al igual que existe una falta de comunicación y control a través de las partes interesadas como lo son el gobierno nacional, los proveedores, las empresas desarrolladoras y productoras de RAEE y AEE, y los consumidores finales. Existe una desarticulación dentro de la red de valor de los actuantes que intervienen en esta y así mismo se deben alinear los procesos y actividades para tener una gestión total de estos residuos.

- En Colombia y más exactamente en Bogotá no se cuenta con todos los organizaciones que puedan hacer una gestión completo de los RAEE tipo III, es decir que no existe una empresa que realice todo el proceso y tratamiento completo, se evidencio a través de fuentes de información secundarias que el manejo de los residuos tóxicos es uno de los más difíciles de realizar, la mayoría de las organizaciones que realizan este tipo de proceso se encuentran en países del exterior, más exactamente los RAEE tipo III de Colombia se llevan a países Europeos para realizar este tratamiento.
- Se pudo constatar que la recuperación, recolección y reciclaje de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos es una de las etapas de alta importancia y más clave dentro de la red de valor de ciclo cerrado para poder tener un adecuado sistema de reciclaje de RAEE. La recolección y el transporte de los residuos se considera uno de los procesos más costos dentro de la gestión de estos residuos. La recolección al final de la vida de los RAEE puede ser de, particulares y hogares, entidades privadas y entidades públicas.

12.RECOMENDACIONES

- La generación de un sistema de reciclaje formal en Bogotá daría un manejo estandarizado y adecuado a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos tipo III, que se disminuya el reciclaje informal que se da actualmente en el país.
- Establecer y aumentar una cultura de reciclaje en la ciudad de Bogotá para los clientes finales de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, si se cuenta con esto el consumidor es concientizado y sensibilizado sobre la adecuada disposición que se le debe dar a los AEE al finalizar su ciclo de vida y se tendría una mejor gestión de toda la red de valor.
- El gobierno nacional y departamental debe establecer un sistema normativo sobre el manejo y gestión de los RAEE tipo III en la ciudad de Bogotá, establecer más programas que realicen la recolección, gestionen y den un reciclaje adecuado a los residuos. Se establezcan una normatividad más estricta a las partes interesadas como los son los productores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, a los proveedores de estas organizaciones, a los consumidores finales y a las instituciones del estado que deban ejercer este control.
- Poder establecer un método definido sobre el adecuado tratamiento, separación, clasificación, reusó y una articulación de la red de valor de ciclo cerrado para los RAEE tipo III en Bogotá, en donde se cuente con empresas que realicen y se especialicen en este tipo de proceso, haciendo un manejo total de estos tipos de residuos.
- Existe una gran informalidad en el sector de reciclaje de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, la mayoría de las personas que realizan este tipo de reciclaje no cuentan con una organización formalmente constituida y avalada por la Cámara de Comercio de Bogotá, la regulación y formalización de este proceso incrementaría la gestión adecuada e idónea de los residuos.
- En un futuro a través de artículos de investigación poder profundizar sobre el alineamiento de la red de valor e ir definiendo parámetros generales sobre el adecuado manejo de los RAEE tipo III en Bogotá para optimizar aún más este tipo de red, además de ir incrementando el conocimiento de las redes de valor de ciclo cerrado en el país ya que es un tema que ayudaría a un sinnúmero de organizaciones a incrementar su responsabilidad ambiental y a la vez conseguir una reducción de costos en su producción.

13. BIBLIOGRAFIA

APPLE. Dónde Comprar. [Sitio Web]. [Consultado 29 enero 2019]. Disponible en: <https://www.apple.com/co/iphone/buy/>

APPLE. En: ENVIRONMENTAL RESPONSABILITY REPORT. 2018 Progress Report, Covering Fiscal Year 2017. [Sitio Web]. [Consulta 20 enero 2019]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.apple.com/la/environment/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2018.pdf

APPLE. En: INFORME DE PROGRESO DE RESPONSABILIDAD DE PROVEEDORES 2016. [Sitio Web]. [Consulta 29 enero 2019]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.apple.com/es/supplier-responsibility/pdf/ESES_Apple_SR_2016_Progress_Report_SR.pdf

APPLE. En: RESPONSABILIDAD DE PROVEEDORES. Informe de Progreso 2018. [Sitio Web]. [Consulta 29 enero 2019]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.apple.com/es/supplier-responsibility/pdf/ESES_Apple_SR_2018_Progress_Report.pdf

ARIAS VALENCIA, María Mercedes, La Triangulación Metodológica, Sus Principios Alcances y Limitaciones, 1999

AYALA, CAMACHO, SUAREZ, Diseño de una red de valor global para el sector petrolero con compañía focal ubicada en Colombia. Proyecto integral de grado para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad de América. 2018

BALDE, BALDÉ, C.P., FORTI V., GRAY, V., KUEHR, R., STEGMANN, P.: Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2017, Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), Bonn/Ginebra/Viena.

BUYEQUIP. Recycle electronics: preventing waste to landfill. [En línea]. [Consulta 15 marzo 2019]. Disponible en: <https://buyequip.com.au/ewaste-recycling/>

CASAS MERCHÁN. Análisis de la vinculación de actores informales al Sistema de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales. 2018

CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA CADENA METALMECÁNICA COLOMBIANA (CRTM). Módulo 2: Distribución en planta. [Sitio

Web]. [Consulta 15 abril 2019]. Archivo pdf. Disponible en: <http://www.crtmdelpacifico.org.co/media/MaterialModulo2MPP.pdf>

CHRISTOPHER, Martin. Logistics & Supply Chain Management. Fourth Edition. Prentice Hall, Financial Times, 2011. [en línea]. [Consultado 01 marzo 2018]. ISBN: 978-0-273-73112-2

CORANTIOQUIA. Concientízate. Buenas prácticas ambientales en el Manejo de residuos de aparatos eléctricos Y electrónicos. Cartilla RAEE.

DANE. En: Departamento Administrativo Nacional de Estadística. [Sitio web]. Boletín Técnico, Comunidad Informativa (DANE). [Consultado: 07 febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_hogares_2016.pdf

DENZIN, Lincoln, the SAGE Handbook of Qualitative Research, 3 ed. New Delhi. 2000

Departamento Administrativo de ciencia, tecnología e innovación, COLCIENCIAS. Tipología de Proyectos de Carácter Científico, Tecnológico e innovación, 2011, p5

ECOLEC, Sobre los RAEE. Artículo [En línea]. [Consulta 20 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.ecolec.es/informacion-y-recursos/sobre-los-raee/>

EL ESPECTADOR. Con reciclaje, en dos años Bogotá podría comprar a Neymar, 2017. [Consultado 01 marzo 2018]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/con-reciclaje-en-dos-anos-bogota-podria-comprar-neymar-articulo-715554>

EL TIEMPO. Milena Sarralde Duque. Los cuatro rellenos en crisis que pueden causar emergencias sanitarias. 13 de octubre 2018. Artículo [En línea]. [Consulta 15 marzo 2019].

EYN, Empresas y Management, Huawei se posiciona como la marca china más valiosa, 10 de octubre de 2018- 18 de febrero de 2019. Disponible en: <https://www.estrategiaynegocios.net/empresasymangement/1223606-330/huawei-se-posiciona-como-la-marca-china-m%C3%A1s-valiosa-del-mundo-seg%C3%BAn>

FORBES. Obtenido de Las 20 empresas tecnologicas mas importantes del mundo : Fortune revista Global. [en línea]. Consultado el 05 de febrero de 2019. Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/las-20-empresas-tecnologicas-mas-importantes-del-mundo/>

GARCÍA, Margarita y SUÁREZ, Mario. El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. En: Revista Cubana Salud Pública. Junio, 2013. vol. 39, no. 2.

GATTORNA, John. Cadenas De Abastecimiento Dinámicas: Cómo Movilizar La Empresa

IELTS – Write Right. Academic Module. [En línea]. [Consulta 12 marzo 2019]. Archivo pdf. Disponible en: <https://es.slideshare.net/amirkharazmkia/writing-right-69915729>

INGENIO EMPRESA. El cursograma: herramienta del ingeniero industrial. 2016. [Sitio Web]. [Consulta 15 abril 2019]. Archivo pdf. Disponible en: <https://ingenioempresa.com/cursograma/>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de normas para trabaos escrito. NTC- 1486 6166. Bogotá D.C.: El instituto, 2018. ISBN 97895885855673 153p

JAISWAL, Anand; SAMUEL, Cherian, PATEL, Bharat S; KUMAR, Manish. Go Green with WEEE: Eco-friendly approach for handling e-waste. India, 2015. Procedía Computer Science 46 (2015) 1317-1324. [En línea]. [Consultado 12 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915000605>

JORGE ABALLAY LinkedIn Ing. Industrial (UBA), CPIM (APICS), CSCP (SCC), ITIL (itSMF). Profesor del IEEC. Webmaster y curador de la página del IEEC.

KUMAR, N Raj., KUMAR, R.M Satheesh. Closed Loop Supply Chain Management and Reverse Logistic –A Literature Review. International Journal of Engineering Research and Technology. [En línea]. Volume 6, Number 4 (2013), pp 455-468. [Consultado 01 marzo 2019]. ISSN 0974-3154. Disponible en: <http://www.irphouse.com>

KUMAR, Raj, Closed Loop Suplly Chain Management and Reverse Logistics, International Research Publication House, 2013, 455-468 p.

LA ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS. Producción en Ciclo Cerrado en las Américas. Facilitando la Transición hacia una Economía Circular en las Américas. [Consultado 01 marzo 2018]. Disponible en: http://www.oas.org/es/sedi/dsd/Energia/CicloCerrado/Panama/Evento_PAN/Sobre_el_Programa_Final_PAN_091514.pdf

LITO: ¿Qué es el programa Puntos Verdes Lito? [Sitio Web]. [Consultado 02 febrero 2019]. Disponible en: <http://www.puntosverdeslito.com/>

LITO: Gestión Integral de Excedentes Industriales y Residuos Peligrosos. [Sitio Web]. [Consultado 02 febrero 2019]. Disponible en: <http://www.lito.com.co/index.php/nosotros>

LITO: Proveedores. [Sitio Web]. [Consultado 02 febrero 2019]. Disponible: <http://www.lito.com.co/index.php/proveedores>

LOPEZ, Luis Ángel, Redes de Agronegocios, Jan 2019, disponible en <https://sites.google.com/site/redesdeagronegocios/redes-de-valor/-que-es-una-red-de-valor>

LUNDGREN, Karin, The Global Impact of E-Waste: Addressing the challenge, Geneva, Ilo Cataloguing in Publication Data, 2012, 28p

MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & Gestión [en línea]. núm. 20, julio, 2006, pp. 165-193 [Consultado 12 noviembre 2018]. ISSN 1657-6276 Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/646/64602005/>

MAYUMI Okuda Benavides¹ Carlos Gómez-Restrepo², Métodos in Qualitative Research: Triangulation, rev.colomb.psiquiatr. vol.34 no.1 Bogotá Jan./Mar. 2005

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. [Sitio Web]. Política Nacional RAEE 2017. [Consultado: 07 febrero 2018]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, 2010. [Sitio Web]. [Consulta 12 Marzo 2019]. Archivo pdf. Disponible en: http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Lineamientos Técnicos para el Manejo de RAEE. Julio de 2010. [En línea]. [Consulta 10 febrero 2019]. Pdf Disponible en: http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

MINISTERIO DE AMBIENTE. Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Política Nacional.

MORALES, Basilio Balli, La Logística Reversa o Inversa, Aporte al Control de Devoluciones y Residuos en la Gestión de la Cadena de Abastecimiento, 2003.

MURRILO, Javier. La Entrevista. Enero, 2007., p.30.

NAVA CHACIN, Juan Carlos & Abreu QUINTERO, Yoleida Josefina, Green Logistics and Circular Economics, 2012, Universidad Rafael Beloso, Venezuela, 2013

OBSERVATORIO AMBIENTAL DE BOGOTÁ. [Sitio Web]. Listo decreto para el manejo de residuos electrónicos en el país. Noticia. [Consultado: 01 marzo 2018]. Disponible en: <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad/noticias/listo-decreto-para-el-manejo-de-residuos-electronicos-en-el-pais-2>

OLIVER- Hoyo, Maria- Allen, The Use of triangulation methods in qualitative Educational research, Journal of College Science Teaching, v35 n4 p42-47 Jan-Feb 2006

OLTRA BADENES, Raúl Francisco, La logística inversa, Departamento de Organización de Empresas, Universidad Politécnica de Valencia, 2018

PACHECO, Germán, SUAREZ, Mónica. Diseño de una Metodología para Estructurar Redes de Valor Inversa en la ciudad de Bogotá Colombia para Productos Fabricados en PET. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad de América, 2016. [Consultado 01 marzo 2018].

PARLAMENTO EUROPEO, Directive 2012/19/UE. Definición de RAEE, 2012, disponible en http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/contenido_2_1_1.html

PATRICIA Bazeley, The bricoleur with a computer, piecing together qualitative and quantitative data. Australia, Qualitative Health Research, 9(2), 279-287.

PÉREZ, José. Modelos de Medición: Desarrollos actuales, supuestos, ventajas e inconvenientes;
En: Dpto. De Psicología Experimental. Noviembre, 2011. vol. 2, no. 10, p. 4-30

POLITICA NACIONAL RAEE, Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, Bogotá, 2017.

POLÍTICA NACIONAL, Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, 2019, disponible en <http://www.minambiente.gov.co>

/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/contenido_5_1.html

QUECARTUCHO. Segunda vida a los cartuchos. [En línea]. [Consulta febrero 2019]. Posted by QUECARTUCHO.ES 22 AGOSTO, 2017. Disponible en: <https://quecartucho.es/blog/donde-tirar-la-impresora-una-impresora-desuso/>

QUINTERO, Sandra Patricia, Diseño de un plan estratégico para el manejo sostenible de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, 2014. Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales.

REVISTA FORTUNE. Ranking 500 empresas mundial. Fortune revista Global. [en línea]. Consultado el 05 de febrero de 2019. Disponible en: <http://fortune.com/fortune500/>

RINKESH. Conserve-Energy-Future. Computer Recycling. [En línea]. [Consulta 15 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.conserve-energy-future.com/recyclingcomputer.php>

RODRÍGUEZ, L., Gonzáles, N., Reyes, L. & Torres, A. (2013). Sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Enfoque de dinámica de sistemas. Revista S&T, 11(24), 39-53 [Consultado: 01 marzo 2018]. Disponible en: [file:///C:/Users/SANDRA/Downloads/1501-Article%20Text-4635-1-10-20130331%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/SANDRA/Downloads/1501-Article%20Text-4635-1-10-20130331%20(4).pdf)

RODRÍGUEZ, L., Gonzáles, N., Reyes, L. & Torres, A. (2013). Sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Enfoque de dinámica de sistemas. Revista S&T, 11(24), 39-53

SAHID C. Feres. William Silva. Pinzón Fabiola. Sahid Z. Andrés Camilo. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Y LOGÍSTICA - PERSPECTIVA ESTRATÉGICA Y TÁCTICA - (Modelo de Gestión para la Dirección de Abastecimientos de la Armada Nacional de Colombia)". 2009

SILVA, Uca, Gestión de Residuos Electrónicos en América Latina, Chile, Ediciones Sur, 2009, 281p

Soriano. Guía para realizar investigaciones sociales. Entrevista estructurada o dirigida. 2008

STEP, Solving the E.waste Problem, Projects. June 2014

SUÁREZ SERRANO, diseño de un modelo de logística inversa para los RAEE tipo 3. 2017

SUAREZ, MOLINA, VILLA. Mónica, Diseño de una red de valor de ciclo cerrado para la industria manufacturera de Bogotá, Colombia, Fundación Universidad de América, Facultad de Ingeniería. 5p

SUAREZ, Mónica; QUIROGA, Germán. Diseño de una Red de Valor Inversa para Cerrar el Ciclo de vida de los envases en Tereftalato de Polietileno PET en la ciudad de Bogotá, Colombia. Bogotá, 2017.

SUÁREZ, Mónica; TARAZONA, Jaime; TRIVIÑO, Paula. Diseño de un Modelo de Logística Inversa para los RAEE tipo 3. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad de América, 2016. [Consultado 01 marzo 2018].

SUNIL CHOPRA, Peter Meindl, Administration de la Cadena de Suministro, México, Pearson Educación, 2008, 552

TANSKANEN, Pia. Nokia Corporation. Electronics Waste: Recycling of Mobile Phones. Finlandia. [En línea]. [Consulta 12 marzo 2019]. Archivo puf. Disponible en: http://cdn.intechopen.com/pdfs/37110/InTechElectronics_waste_recycling_of_mobile_phones.pdf

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA. La basura: consecuencias ambientales y desafíos. 14 abril 2016. Artículo. Disponible en: <https://eco.mdp.edu.ar/institucional/eco-enlaces/1611-la-basura-consecuencias-ambientales-y-desafios>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN. Licenciada María Josefina Castilla - Sistemas de información II. Ciencias económicas, Argentina. [Sitio Web]. [Consulta 15 abril 2019]. Archivo puf. Disponible en: <http://www.facso.unsj.edu.ar/catedras/ciencias-economicas/sistemas-de-informacion-II/documentos/cursog.pdf>

VARGAS, Ileana. La entrevista en la investigación cualitativa: nuevas tendencias y retos. En: Calidad En La Educación Superior. Mayo, 2012. vol. 3, no. 1, p. 119-139. Alrededor De Lo Que Los Clientes Quieren. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009. 345 p.