

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA, MERCADO Y FINANCIERO
DEL RECICLAJE DE ELEMENTOS DE EQUIPOS ELECTRICOS Y
ELECTRONICOS (E-WASTE)**

**EDISON ANDRÉS ARANGO TORRES
JORGE ANDRÉS OCAMPO MARULANDA
JULIAN RODRIGO DUQUE GUZMAN**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO
FACULTAD DE INGENIERIAS
ENVIGADO
2010**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA, MERCADO Y FINANCIERO
DEL RECICLAJE DE ELEMENTOS DE EQUIPOS ELECTRICOS Y
ELECTRONICOS (E-WASTE)**

**EDISON ANDRÉS ARANGO TORRES
JORGE ANDRÉS OCAMPO MARULANDA
JULIAN RODRIGO DUQUE GUZMAN**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico

Asesor

Durlandy Muñoz Chaverra

Economista Magister en Ciencias Económicas

Centro de desarrollo empresarial

Institución Universitaria de Envigado

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO

FACULTAD DE INGENIERIAS

ENVIGADO

2010

DEDICATORIA

A nuestros padres, familiares, amigos y a todas aquellas personas que reconocieron la importancia de cuidar nuestro entorno, a partir de ideas que pueden cambiar nuestra consciencia y generar cambios positivos para una vida mas agradable y un ambiente mas sano.

Para aquellos en quien fue de depositada toda nuestra confianza y que fueron participes con sus sueños y entusiasmo, del comienzo de una reestructuración cultural inminente y en general a todas las personas que hicieron posible que este trabajo se realizara con éxito.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer la ayuda de personas y colegas que han estado conmigo durante el arduo proceso de investigación y redacción de este proyecto. En primer lugar quisiera agradecer a mis familiares y amigos por haberme ayudado incondicionalmente, brindándome todo su apoyo y credibilidad en los momentos en que más lo necesite. Así mismo deseo reconocer a mi asesor, maestros y personas que me animaron a realizar este trabajo y orientaron de la mejor manera posible, pues sin su ayuda difícilmente habría logrado tal objetivo.

A todos...GRACIAS

Edison Andrés Arango Torres

Doy gracias a la Institución Universitaria de Envigado por permitirnos desarrollar nuestro proyecto de grado orientado a un tema de actualidad que nos permitió diversos cuestionamientos, demostrándonos que como ingenieros somos mas versátiles de lo que pensábamos. También es meritorio destacar la formación que recibimos por parte de los docentes de la institución y la calidad humana del equipo multidisciplinario involucrado en el proyecto. Significativamente, este proceso de asesoría y acompañamiento serán la pauta para el desempeño laboral.

Jorge Andrés Ocampo Marulanda

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten. Le agradezco a mi mamá Luz Marina Guzmán Bedoya mi tía Elba Leticia Duque Vallejo ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron los que me dieron ese cariño y calor humano necesario, son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación alimentación entre otros, son a ellos a quien les debo todo, horas de consejos , de regaños, de reprimendas de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgulloso, Le agradezco a mis primas Paula Gómez Duque, Carolina Otalvaro Duque, Marcela Otalvaro Duque, las cuales han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras

que solo se pueden vivir entre primos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me puedan presentar , Juliana Duque Guzmán mi hermanita mas grande, prácticamente hemos vivido las mismas historias, los mismos pesares y las mismas alegrías, de carácter fuerte y orgullosa pero que me ha demostrado un amor inigualable, una persona capaz de sacrificarse por el bien de su familia , la más alegre y la mas chiquita mi sobrina , Valery Duque Guzmán tu me has traído alegría desde que naciste.

Julián Rodrigo Duque Guzmán

Muchísimas gracias a nuestro asesor, Durlandy Muñoz Chaverra, Economista Magister en Ciencias Económicas, por habernos acompañado durante todo el proceso, porque además de ser un excelente docente, es un apersona humilde y llena de virtudes.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. PRESENTACION DEL PROYECTO EWASTE	19
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1.1. Definición del problema	22
1.1.2. Formulación del problema	22
1.2. OBJETIVOS	22
1.2.1. Objetivo general	22
1.2.2. Objetivos específicos	22
1.3. JUSTIFICACIÓN	23
1.4. DISEÑO METOLOGICO	24
1.4.1. Tipo de estudio	24
1.4.2. Tipo de investigación	24
1.4.3. Disciplinas auxiliares	24
1.4.4. Fuentes de información	25
1.5. ANALISIS DE LAS FUENTES DE INFORMACION	26
1.5.1. Entrevistas	26
1.6. PRESUPUESTO	30
1.7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	35
2. ESTUDIO TECNICO	36
2.1 MARCO DE REFERENCIA DEL ESTUDIO E-WASTE	36
2.1.1. Antecedentes de tipo tecnológico	36

2.2. MARCO CONTEXTUAL DEL ESTUDIO TECNICO E-WASTE	37
2.2.1. E-Waste ó Raee	37
2.3 IDENTIFICACION DE LOS COMPONENTES ELECTRICOS Y ELECTRONICOS SUSCEPTIBLES A RECICLAR	40
2.3.1. Elementos de separación de reciclaje	40
2.3.1.1. Metales	40
2.3.1.2. Procesos de separación de los materiales internos de reciclaje	48
2.3.1.3. Plásticos	49
2.3.1.4. Vidrio	62
2.4. COMPONENTES ELECTRICOS Y ELECTRONICOS IDENTIFICADOS DE E-WASTE	63
2.4.1. Computadores	63
2.4.1.1. Partes reutilizables de computadores	66
2.4.1.2. Desechos tóxicos de computadores	66
2.4.2. Celulares	67
2.4.2.1. Desechos tóxicos de celulares	69
2.4.3. Impresora	69
2.4.4. Motores eléctricos de lavadoras y neveras	70
2.5. RESULTADO DE LAS PRUEBAS HECHAS SOBRE LOS DIFERENTES DISPOSITIVOS IDENTIFICADOS EN EL ESTUDIO TÉCNICO DE E-WASTE	72
2.5.1. Proceso de reciclaje de computadores	72
2.5.2. Proceso de reciclaje de los celulares	73
2.5.3. Proceso de reciclaje de las impresoras	74
2.5.4. Proceso de reciclaje de los motores de lavadoras y neveras	74
3. PLAN DE NEGOCIO, MERCADO E IDENTIFICACION FINANCIERA	81
3.1. EL MODELO DE MERCADO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	81

3.2. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE PRODUCTOS Y SERVICIOS	84
3.3. ESTUDIO DE MERCADO Y OPERACIÓN DE USO	85
3.4. ANÁLISIS DE LA DEMANDA	85
3.4.1. Mercado objetivo	85
3.4.2. Perfil de los clientes	86
3.4.3. Estrategia de publicidad y divulgación	88
3.4.4. Estudio operativo y comercial	88
3.4.5. Viabilidad financiera del re-uso de partes de la separacion manual	97
3.4.6. Estudio organizacional y legal sobre el reciclaje electrónico	97
3.4.6.1. Marco legal del reciclaje electrónico	98
3.4.7. Área geográfica de comienzo	98
4. ESTUDIO FINANCIERO Y ECONÓMICO CON INDICADORES	100
4.1 SUPUESTOS BASICOS	100
4.2 PROYECCION CON INVESTIGACION Y DESARROLLO	100
4.2.1. Criterios de decisión	103
4.3. PROYECCION SIN INVESTIGACION Y DESARROLLO	103
4.3.1. Criterios de decisión	105
5. CONCLUSIONES	104
6. RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFIA	106

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ficha de presupuesto.	30
Tabla 2. Descripción de los gastos de personal.	31
Tabla 3. Descripción de materiales y suministros.	31
Tabla 4. Descripción bibliografía	32
Tabla 5. Descripción de las salidas de campo	32
Tabla 6. Descripción equipos	33
Tabla 7. Descripción de las diferentes tecnologías de equipos a utilizar	33
Tabla 8. Descripción de la muestras de las diferentes tecnologías de equipos celulares a utilizar	34
Tabla 9. Descripción de equipos para la sustracción de los componentes de los celulares.	34
Tabla 10. Descripción publicaciones	35
Tabla 11. Lista de actividades	35
Tabla 12. Tabla de propiedades de los plásticos	55
Tabla 13. Composición de un celular de 113 gramos, Sacándole la batería y el cargador	68
Tabla 14. Variables técnicas	75
Tabla 15. Perfiles	86
Tabla 16. Análisis de la oferta o competencia	86
Tabla 17. Estrategias de publicación	88
Tabla 18. Canales de venta	88
Tabla 19. Canales de comercialización.	88

Tabla 20. Objetivos estratégicos.	89
Tabla 21. Matriz DOFA.	90
Tabla 22. Estrategia de mercado.	91
Tabla 23. Ficha de costos variables.	92
Tabla 24. Costos variables por unidad producida en kilos	93
Tabla 25. Costos fijos por el primer año de producción	93
Tabla 26. Gastos de personal aproximado (interno) y expuesto a modificación	94
Tabla 27. Inversión requerida.	95
Tabla 28. Proyecciones de ventas	96
Tabla 29. Proveedores	96
Tabla 30. Proyección con investigación desarrollo	101
Tabla 31. Estado de resultados	102
Tabla 32. Criterios de decisión	103
Tabla 33. Proyección sin investigación y desarrollo	103
Tabla 34. Estado de resultados	105
Tabla 35. Criterios de decisión	106

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de plásticos	50
Figura 2. Termoplásticos	53
Figura 3. Elastómeros	54
Figura 4. Diagrama de la recuperación de plásticos	57
Figura 5. Diagrama del proceso	67
Figura 6. Composición de una PC y un monitor de 14 pulgadas pesando entre ambos 27 Kg.	65
Figura 7. Desechos peligrosos	66
Figura 8. Celulares	67
Figura 9. Impresora	69
Figura 10. Motores eléctricos	71
Figura 11a. Procesos de almacenaje	76
Figura 11b. Partes internas del dispositivo	76
Figura 11c. Desensamble completo	77
Figura 12. Plano de la planta	78
Figura 13. Modulo de Operación	80
Figura 14. Precios de mercado internacional	89

GLOSARIO

BASURA ELECTRÓNICA Es un conjunto de residuos considerados peligrosos, provenientes de computadoras, teléfonos celulares, televisores y electrodomésticos en general, que han sido consumidos o descartados.

CHATARRA Restos producidos durante la fabricación o consumo de un material o producto. Se aplica tanto a objetos usados, enteros o no, como a fragmentos resultantes de la fabricación de un producto. Se utiliza fundamentalmente para metales y también para vidrio.

CICLO DE VIDA Es un término creado por los evaluadores ambientales para cuantificar el impacto ambiental de un material o producto desde que se extrae de la naturaleza hasta que regresa al ambiente como residuo. La metodología utilizada se la denomina *evaluación del ciclo de vida* (ECV) o *life cycle assessment* (LCA).

DESECHOS TÓXICOS Se comprende por desechos tóxicos los desechos que son perjudiciales para la salud humana y para el desarrollo de la vida, es decir que puedan contaminar de alguna manera el medio ambiente y que este pueda ser modificado, entre estos ejemplos están la radiación y desechos químicos como los ácidos.

DESPIECE O DESENSAMBLAJE El despiece se refiere al proceso de desmantelar aparatos eléctricos y electrónicos en desuso con el fin de recuperar y reciclar sus componentes y materiales.

HIDROCARBURO Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. La estructura molecular consiste en un armazón de átomos de carbono a los que se unen los átomos de hidrógeno.

MATERIA PRIMA Se conocen como materias primas a los materiales extraídos de la naturaleza y que se transforman para elaborar bienes de consumo. Se clasifican, según su origen, en: vegetales, animales y minerales.

PET Químicamente el PET es un polímero que se obtiene mediante una reacción de policondensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol. Pertenece al grupo de materiales sintéticos denominados poliésteres.

PLA El ácido poli-láctico es un polímero biodegradable derivado del ácido láctico. Es un material altamente versátil, que se hace a partir de recursos

renovables al 100%, como son la maíz, la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón.

PLÁSTICOS BIODEGRADABLES Son aquellos que se forman mediante la utilización de distintos materiales naturales permitiendo en su reciclado formar parte de desechos orgánicos para su mejor tratamiento.

POLIETILENO El polietileno (PE) es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes. Las secciones gruesas son translúcidas y tienen una apariencia de cera. Mediante el uso de colorantes pueden obtenerse una gran variedad de productos coloreados.

POLÍMEROS Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas. Algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones. Algunas más se asemejan a las escaleras de mano y otras son como redes tridimensionales.

PROPIEDAD FÍSICA Las propiedades físicas son aquellas en las que se mantienen las propiedades originales de la sustancia ya que sus moléculas no se modifican.

PROPIEDAD QUÍMICA Una propiedad química es cualquier propiedad de un material que se hace evidente durante una reacción química; es decir, cualquier cualidad que puede ser establecida solamente al cambiar la identidad química de una sustancia. En otras palabras, las propiedades químicas no pueden ser determinadas simplemente por ver o tocar la sustancia, la estructura interna debe ser afectada para que sus propiedades químicas sean investigadas.

PUNTO DE EBULLICIÓN Es aquella temperatura en la cual la materia cambia de estado líquido a gaseoso. Expresado de otra manera, en un líquido, el punto de ebullición es la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido es igual a la presión del medio que rodea al líquido.

RECICLAJE Reciclar es la acción de volver a introducir en el ciclo de producción y consumo materiales obtenidos de residuos.

RECICLAJE ELECTRÓNICO Es el proceso por el cual se realiza la separación integral de elementos eléctricos y electrónicos de posible conversión a materia prima o como elemento de re-uso para la recuperación medioambiental y creación de nuevos dispositivos.

RECUPERACIÓN Proceso que se basa en la utilización de los residuos generados en otro proceso distinto del que lo produjo originalmente.

RE-USO O REUTILIZACION Operación que consiste en utilizar las partes o componentes en buen estado de otros sistemas, para mejorar diferentes equipos.

SEPARACIÓN QUÍMICA Es el proceso de separación de los metales contenidos en los diferentes materiales de reciclaje electrónico.

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN Las TIC se encargan del estudio, el diseño, el desarrollo, el fomento, el mantenimiento y la administración de la información por medio de sistemas informáticos. Esto incluye todos los sistemas informáticos no solamente la computadora (este es sólo el medio más versátil), pero también los teléfonos celulares, la televisión, la radio, etc.

ABREVIATURAS

- ASOCEL** Asociación de la industria Celular de Colombia
- CCIT** cámara colombiana de informática y telecomunicaciones
- CIM** Centro de Investigación de Mercados
- CNPMLTA** Centro Nacional de Producción Más Limpia
- CPE** Computadores para Educar
- CPU** Central Process Unit (Unidad Central de Procesamiento)
- DANE** Departamento Administrativo Nacional de Estadística
- DIAN** Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia
- EMPA** Instituto Federal Suizo de la prueba e Investigación de Materiales y Tecnologías
- IDC** International Data Corporation
- LAC** América Latina y el Caribe
- MAVDT** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
- OCDE** Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico
- ORP** Organización Responsable de Productores
- RAEE** Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (equivale a WEEE o e-Waste)
- RCP** Responsabilidad Colectiva del Productor
- REP** Responsabilidad Extendida del Productor
- RIP** Responsabilidad Individual del Productor
- S.EN.S** Fundación Suiza para la Disposición de Residuos
- STEP** Iniciativa global “Solving the e-waste problem”
- SWICO** Asociación Suiza de la Tecnología de Información y Telecomunicación
- TAR** Tasa Anticipada de Reciclaje
- TIC** Tecnologías de la Información y la Comunicación
- TRC** Tubo de Rayos Catódicos (CRT en su sigla en inglés)
- UNU** Universidad de las Naciones Unidas
- WEEE** Waste Electric and Electronical Equipment (Equivale a RAEE o e-waste)

RESUMEN

La producción de desechos electrónicos y eléctricos o e-waste, describe el proceso por el cual los elementos llegan al final de su vida útil, donde se incluyen toda una serie de aparatos tecnológicos que han sido desechados y que posiblemente se puedan reciclar. Ya que el campo de acción de estos elementos es bastante amplio, el enfoque central del documento se conceptualiza en equipos informáticos como computadores, también en celulares, impresoras y motores eléctricos de electrodomésticos.

La acumulación de este tipo de material aunque perjudicial, es manejable desde el punto de vista metamorfológico, puesto que tiende a ser convertido en elemento base de producción de nuevos dispositivos; esta condición ha conllevado a la generación de diferentes empresas, en este tipo de sector industrial de recuperación de equipos; pero más allá de la simple trituración de los elementos y envío a otros países para su reciclaje total, es necesario considerar sus aplicaciones, conformación, manipulación y posibles formas de reciclado, lo que indica un tratamiento integral de reciclaje.

El interés primordial de investigación radica en la forma de tratamiento que se da actualmente al tipo de material antes mencionado, debido a la baja capacidad de administración segura y apropiada, este ha perdido su potencial de recuperación, desperdiándose en gran parte el volumen de materia prima esencial para rehuso y reciclaje; es por ello que se deben implementar procesos basados en estudios previos de propiedades químicas de la materia, para crear maneras óptimas de separación con menos desperdicio y mayor campo de factibilidad técnica y financiera, como es el caso de la separación química y automatizada de materiales.

Debido a las implicaciones a nivel jurídico que conlleva el reciclaje electrónico, es propio indicar que debe haber mayor participación de entes gubernamentales, educación y empresa, ya que los desperdicios tóxicos que genera la recuperación de estos elementos, no es adecuada.

ABSTRACT

The production of electronic and electrical waste or e-waste, describes the process by which the elements reach the end of its useful life, where it is including a range of technological devices that have been discarded and could even be recycled. Because the field of action of these elements is quite large, the main focus of this document is conceptualized in equipment such as computers, even in mobile phones, printers and electric motors of appliances.

The accumulation of such material even harmful, it is manageable since metamorphologically point of view, because it tends to be converted into a base element of production of new devices, this condition has led to the generation of different companies, in this type of industrial sector equipment recovery, but beyond the simple crushing of the items and sent to other countries by total recycling, is necessary to consider their applications, conformation, handling, and other forms of recycling, suggesting a comprehensive recycling treatment.

Main interest of this investigation reside of treatment currently given to the material mentioned above, due to the low capacity for safe and proper administration, it has lost its potential, wasted much of the volume of raw material essential for refuse and recycling, which it is important implement processes based on previous studies of chemical properties of matter, to create optimal ways of separation with less waste and greater range of technical and financial feasibility, as is the case of separation Automated chemical materials.

Due the legal implications involved an electronics recycling, it is proper to indicate the need for greater participation from government agencies, education and business, as the toxic waste generated by the recovery of these components is not adequate.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación pretende identificar el proceso integral de separación de residuos eléctricos y electrónicos, que tiene como eje central el desproporcionado crecimiento, de los aparatos que son desechados por ser obsoletos y que ya no suplen las necesidades de un mundo cambiante en auge tecnológico, ó solo por el simple hecho de haber culminado con su vida útil.

Una gestión integral de residuos minimiza de manera controlada el daño ocasionado al planeta por los residuos peligrosos, si se conocen las propiedades químicas del material con el que se va a trabajar. Esto conlleva a que se puedan aplicar diferentes técnicas de separación de materiales propias de cada elemento que a su vez genera un crecimiento económico, provocado por el aprovechamiento óptimo de recursos.

Finalmente, a través de diferentes prácticas, libros, entrevistas, consultas vía web e indagaciones a negocios del sector de reciclaje en general, se logró hacer un estudio de prefactibilidad técnica, de mercado y financiera, que arrojó resultados positivos para la posible creación de una empresa a partir de datos estadísticos y supuestos de acuerdo a la valoración de los productos en el mercado actual.

1. PRESENTACION DEL PROYECTO E-WASTE

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Definición del problema. Los residuos electrónicos son materiales tales como ordenadores, monitores, celulares y gran cantidad de desechos tecnológicos, que tienden a crecer en volumen a medida que las personas no saben que hacer con ellos, más que arrojarlos a la basura. Los desechos electrónicos de los equipos informáticos y tecnológicos en general, causan problemas medioambientales de tipo acumulativo y parte de sus componentes tóxicos afectan gravemente la salud humana; se encuentran otros muy preciados que se pueden reutilizar como materia prima para la creación o mejoramiento de otros sistemas técnicos, tal es el caso de componentes como metales preciosos, plástico en todas sus formas, componentes electrónicos diversos, integrados y displays (pantallas) digitales entre otros.

El análisis del problema será desarrollado con base en criterios de detección de las necesidades de Colombia frente al establecimiento de un sistema de gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en general.

Analizando los flujos y cantidades de los residuos de computadores y celulares es importante resaltar los siguientes aspectos:

En los últimos tres años las cifras de ventas de computadores y celulares se han disparado. Únicamente entre 2005 y 2007, en Colombia se han vendido alrededor de 2 millones de computadores, lo que corresponde al 60% aproximadamente de la base instalada actual (según estimaciones para el 2007: 3.2 millones de PCS). En otras palabras, cada dos de tres computadores actualmente en uso se ha comprado en los últimos tres años¹.

Las tendencias de las ventas van claramente ligadas hacia los computadores portátiles. Cada día la tecnología apunta a que los mecanismos electrónicos sean más pequeños y versátiles; entre 2006 y 2007, el porcentaje de portátiles con respecto a las ventas totales ha aumentado de un 18% a un 31%(estimación). De esa manera, dentro de los próximos cinco años aproximadamente el 40% de los computadores en uso serán portátiles; todo

¹ OTT, Daniel Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia: Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares. Universidad de los Andes- EMPA, Bogotá, 31 de marzo de 2008 pgs 14,30-43 [on line].

esto por la comodidad, el fácil manejo y sencillo desplazamiento, además de la implicación de manejo de nuevos materiales bio-electronicos que permiten una mejor reutilización de de diversos componentes sin afectar de manera proporcional nuestro planeta.

Paralelo al rápido crecimiento de la ventas de aparatos provenientes del contrabando es menor por que las empresas oficiales del producto proveen garantías de servicio y mejor disposición final de este, casi al mismo precio que uno ilegal. Esta tendencia se debe a diferentes razones: los precios de los productos siguen bajando, en los centros comerciales se permite comprar los aparatos a cuotas o con tarjeta, el creciente porcentaje de portátiles tiene un efecto positivo respecto al ensamblaje de clones. Sin embargo, es importante encontrar mecanismos adicionales para disminuir la ilegalidad en el mercado de computadores y aparatos eléctricos y electrónicos en general (a través de la DIAN y el Gobierno).

Un factor determinante con relación al crecimiento de los aparatos en desuso es la vida útil. En Colombia, como en el resto del mundo, se esta observando una disminución de la vida útil de los productos debido a los avances tecnológicos y las exigencias de los consumidores. Según la industria de la telefonía celular, la vida útil de un teléfono móvil ya esta por debajo de los dos años (por lo menos la “primera” vida útil)².

Lo mismo pasa con el cambio de computadores de escritorio a computadores portátiles. Por un lado, la cantidad (en peso) de residuos crecerá menos rápido debido al menor peso de los portátiles, por otro lado en general el computador portátil se cambia con más frecuencia que el PC de escritorio lo que conduce a mayores cantidades de computadores obsoletos (en unidades). Adicionalmente, mientras que para los monitores tipo TRC y las CPU existen soluciones comprobadas de reciclaje, el despiece y reciclaje de los computadores portátiles (por sus pantallas LCD) todavía no ha sido solucionado.

Según las estimaciones, en el año 2007, se generaron entre 6'000 y 9'000 toneladas de computadores, monitores y componentes. Considerando la cantidad de residuos que se acumularon hasta la fecha, es decir entre 40'000 y 50'000 toneladas, en ese año se generó aproximadamente la quinta parte de todos los residuos de computadores en Colombia. Para Chile se calculó que entre 1996 y 2007 se generó apenas el 10% de todos los residuos de PC que serán generados hasta el año 2020. En otras palabras, las grandes cantidades de e-waste están todavía por venir.

² Ibid., p.63.64.65.

Tomando en cuenta lo anterior hay que enfatizar que el problema de los equipos históricos que cada año crecen de manera exponencial. Si estos equipos ahora se están considerando un problema para un sistema colectivo de e-waste, el problema será aún más grande en el futuro.

En Colombia no existe una recolección de computadores y periféricos organizada y establecida que forme parte de un sistema de gestión de e-waste. Porque la desinformación impide que se apliquen nuevos sistemas de recuperación no tradicional en el contexto. DELL anunció que iba extender su programa "*Consumer Free Recycling*" para el año 2008 también a países como Colombia y Argentina.

Sin embargo existen dos ejemplos de retoma y recolección que podrían ser un punto de partida para avanzar con otras corrientes de residuos electrónicos postconsumo: los toner y cartuchos de las impresoras y fotocopiadoras, y los teléfonos celulares.

En el caso de los tóner y cartuchos las retomas son individuales y solamente para productos de las respectivas marcas. Además se podría decir que detrás de eso no solamente esta el aspecto de la responsabilidad asumida por el fabricante, sino también una estrategia para evitar que los cartuchos y toners usado lleguen a ser rellenos y comercializados a precios mucho más bajos.

En el caso de los celulares, el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (MAVDT) ha logrado comprometer a los operadores y fabricantes/importadores de teléfonos celulares de lanzar una campaña de recolección de celulares y sus periféricos como cargadores, manos libres y demás accesorios. a través del Convenio firmado a principios de 2007. Es decir, alrededor de 150 puntos de venta de celulares reciben gratis cualquier marca de celular. En algunos casos se dan incentivos (en forma de bonos) para lograr que la gente entregue sus equipos obsoletos.

Además se han lanzado campañas costosas a nivel internacional, como el caso de de movistar en México con la sensibilización de la población acerca del calentamiento global y el reciclaje, pero al parecer no han surgido ningún efecto. Esto también se refleja en las cantidades de teléfonos entregados hasta el momento. Esto es una tendencia general para la recolección que se puede observar en muchos países del mundo. Incluso en Suiza donde hay un sistema de recolección en operación desde hace más de 10 años y una base instalada de más de 7 millones de teléfonos, están llegando muy pocos celulares para reciclaje.

A pesar de que Colombia hasta el momento ofrece muy pocas alternativas para una disposición adecuada y segura de los residuos electrónicos, se nota un alto

interés por parte de empresarios pequeños y sobretodo de empresas que ya están metidas en los procesos de reciclaje.

De hecho es bastante común que empresas que ya están de alguna manera metidas en el reciclaje y la recuperación de materiales amplíen sus servicios y empiecen a gestionar residuos eléctricos y electrónicos.

Por un lado es importante que estas empresas “nuevas” estén formadas con unos estándares técnicos y ambientales mínimos en cuanto a sus procesos. Por otro lado habría que pensar en posibles incentivos para facilitar el establecimiento de empresas que reciclan e-waste, pues sin duda se necesitan más empresas que pueden gestionar este tipo de residuos en Colombia.

Y las empresas de reciclaje están obligadas a manejar y procesar los residuos de la mejor manera posible, preferiblemente con tecnología punta (“state-of-the-art-technology”) para así garantizar el cierre de los ciclos de los materiales a través de una gestión responsable y sostenible³.

1.1.2. Formulación del problema. ¿Cómo establecer los métodos de reciclaje de productos electrónicos y eléctricos en nuestra región a partir de un análisis de mercado, técnico y financiero que conlleve a la recuperación de nuestro medio ambiente?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general. Realizar un estudio de prefactibilidad técnica, mercado y financiera de un proceso de separación y reciclaje de materiales de equipos electrónicos.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar los componentes eléctricos y electrónicos de computadores (de escritorio y portátiles), celulares, impresoras, motores eléctricos de lavadoras y neveras susceptibles a reciclar.
- Seleccionar el mercado y operación de uso de los componentes de aparatos eléctricos y electrónicos.

³Ibíd., p.96.97.98.

- Determinar financieramente la factibilidad de re-uso de los componentes de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Evaluar mediante indicadores de mercado, comercial y producción, el proceso técnico, la estrategia comercial y el aspecto financiero del reciclaje eléctrico y electrónico.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Cada día existen nuevos y más avanzados diseños de dispositivos electrónicos, motivando este desarrollo a un consumo mayor de la nueva tecnología. Esta innovación ha generado de forma permanente el auge de ciencias como la ingeniería química, ambiental, y la economía que manejan de forma más óptima estos elementos y su capitalización.

De acuerdo a información directa suministrada por personas que se desempeñan en estas áreas de conocimiento se plantearon soluciones a problemas ya establecidos como la basura electrónica, creando herramientas de estudio adecuadas para la recolección y descomposición de los aparatos electrónicos.

A través inicialmente de un estudio técnico en los dispositivos electrónicos seleccionados: computadores, celulares, motores de neveras y lavadores, se realizó una práctica de desensamble para conocer sobre sus componentes. La compilación de ésta información en el proceso de reciclaje electrónico permite una mejor utilización de los elementos reciclados, optimizando de gran forma el re-uso de materiales, metales, y plásticos en dispositivos electrónicos, procesos de peletizaje, y metalúrgicos variados.

A partir de este estudio se plantea maximizar las operaciones de reciclaje, aprovechando los elementos de estos aparatos electrónicos, en el diseño de otros artículos a los que les puedan servir estos componentes; la reparación de otros que se encuentren en mal estado, y la separación de metales preciosos como oro, cobre, platino contenidos en los componentes que no funcionan y residuos sobrantes del proceso de selección.

1.4. DISEÑO METODOLÓGICO

1.4.1. Tipo de estudio. El tipo de estudio realizado en este documento es de carácter descriptivo y se basa en el análisis del fenómeno de reciclaje electrónico, delimitando los hechos que lo conforman y estableciendo un proceso de análisis sistemático, que da respuesta a los planteamientos del problema generado por el alto crecimiento y acumulación de material tecnológico, basado en componentes de diagnóstico de e-waste que permiten determinar la factibilidad de negocio en Colombia debido a la problemática social que este genera.

1.4.2. Tipo de investigación. La investigación realizada describe el reciclaje de residuos e-waste, a través de un método deductivo que parte de diferentes investigaciones y análisis relativos al reciclaje electrónico en todas las líneas generales de desensamble, por consiguiente este método se aplica de un recopilado general de todos los estudios al señalamiento particular, porque desglosa un problema general de disposición, manejo y recuperación de productos electrónicos, haciendo que las verdades particulares contenidas en un universo de ideas aplicadas a soluciones visibles pero no contempladas, sean explícitas y expuestas a consentimiento general de un público capaz de idear alternativas, que favorezcan al medio que nos rodea.

1.4.3. Disciplinas auxiliares. De acuerdo con la cobertura del proyecto y la necesidad de realizar las técnicas apropiadas para el manejo de los residuos, se tiene en cuenta la idea de contar con el apoyo de ciencias auxiliares, que por su carácter y enfoque, permitan una mejor aplicación de los métodos investigativos; es por ello que aquí se nombran algunas con su respectiva ayuda en cuanto al proceso.

Ingeniería Electrónica: Con el fin de simplificar el proceso de reciclaje, se podrían realizar trabajos de automatización y robótica que ayudan a disminuir el trabajo manual que comúnmente se realiza en la recuperación de materiales, es así, que se pretende con el tiempo diseñar un modo más efectivo de separar los componentes de las tarjetas electrónicas, sin que sufran daño alguno por medio de sensores que nos permitan identificar fallas en el sistema.

Ingeniería Mecánica: Se contara con ella a fin diseñar las máquinas precisas que permitan la automatización de los procesos de desensamble, de los diferentes equipos que puede manejar una empresa de reciclaje de e-waste.

Ingeniería Industrial: Para una correcta adecuación y mejoramiento de los procesos que componen un sistema productivo o de operaciones y lograr la producción de bienes o servicios, de tal manera que éstos satisfagan las

expectativas de un consumidor final, las cuales están relacionadas básicamente con el producto y sus características.

Ingeniería Ambiental: para mantener dentro de correcto uso adecuado el desarrollo de la empresa sin atentar contra el medio ambiente.

Administración De Empresas: para idear un plan de negocio óptimo para el éxito de la empresa.

Ingeniería Química: para desarrollar sustancias capaces de desintegrar los elementos que no sean reciclables.

Economía ambiental: La economía ambiental abarca el estudio de los problemas ambientales empleando la visión y las herramientas de la economía.

1.4.4. Fuentes de información. La argumentación de este documento brinda información básica, recopilada de diferentes fuentes primarias, siendo la principal, el diagnóstico realizado por la compañía suiza de e-waste, cuyo objetivo principal fue obtener una base sólida de información sobre la gestión actual de los RAEE, sobretodo de las corrientes tecnológicas de comunicación; también se tomo en cuenta la realización de entrevistas y socialización con diferentes personas expertas en el tema de recuperación ambiental, dirigida a los residuos electrónicos, como es el caso de entidades como: Centro de Producción Más Limpia, Área Metropolitana, CORANTIOQUIA, Ministerio del Medio Ambiente, universidades con programas de medio ambiente o afines y empresas con objeto social medioambiental.

Como fuentes de información secundaria se encuentran en la lista de actividades, las diferentes visitas a Internet y bibliotecas, revistas y otros documentos que serán detallados en la bibliografía. Se logro conseguir información necesaria y concreta para el diseño, donde se emplearon diferentes técnicas de recolección de datos y consultas, definidas por procedimientos de clasificación y ordenación por prioridad y profundidad del tema de reciclaje electrónico, a nivel local e internacional, con una participación de observación simple, cuyo carácter revela el comportamiento del reciclaje y sus efectos en el medio, definiendo bien la situación actual del problema; la forma de presentación de este documento esta definida por la estipulada en el manual de procedimientos de trabajos de grado del SIUNE que brinda un esquema particular o pasos a seguir para presentar el formato preliminar del anteproyecto.

Entre otras actividades de recolección de información, se encuentra la recopilación de material electrónico para tomar muestras, con el fin de comparar los resultados de datos anteriores y observar los resultados

detalladamente, para visualizar de manera mas clara la viabilidad del desarme manual, técnico y automatizado de dichos componentes.

Para el logro de estos resultados conviene realizar pruebas a diferentes elementos electrónicos y eléctricos estipulados en los objetivos específicos; se estima que la cantidad promedio de material sea de 30 a 100 equipos, distribuidos en forma equitativa por cada tipo, haciendo el ensayo más confiable⁴.

1.5. ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN

1.5.1. Entrevistas

- **Ecycling**

¿Cómo nace Ecycling?

Nace como iniciativa de emprendimiento gestada con el apoyo de una Universidad local (escuela de ingenieros de Antioquia y un programa del Banco interamericano de desarrollo) y básicamente el propósito esta orientado a generar una infraestructura a nivel nacional para un área que empieza a tener cierta importancia y cierto peso en todos lo sectores de la actividad económica y es la disposición de activos de tecnología y el reciclaje de residuos electrónicos.

Problema grave, “Basura electrónica” relacionado con el ciclo de vida que cada vez es mas corto y simplemente las personas no saben que hacer con estos, unos las tiran a la basura o simplemente los dejan por ahí a la deriva. ¿Todo esto demanda problemas gravísimos para el medio-ambiente?

Prácticamente todos somos consumidores y adictos a la tecnología y cuando se habla de dispositivos con vida útil muy corta de una alta demanda tanto a nivel de empresa como de hogares y el sector público el fin dispuesto para ellos es como desecho, cuando llegan al final de su vida útil , los residuos son clasificados a nivel nacional e internacional como residuos peligrosos pues hay ciertos componentes que son de carácter tóxico y esto implica que se le de un manejo diferente a como se manejaría una basura tradicional (portátiles, circuitos electrónicos etc.)

¿Cómo funciona la planta de reciclaje para estos equipos?

⁴ CENTRO NACIONAL DE PRODUCCION MAS LIMPIA. Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia: Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares[en linea]

Tiene dos líneas de trabajo, una es el tema de servicios donde básicamente es dirigido a mediana y grande empresa, allí se puede tercerar el proceso de dar de baja a los activos de tecnología que de entrada son un problema de tipo económico, porque tener tecnología en desuso cuesta, e sólo proceso de almacenamiento de dar de baja a los activos tiene unos costos asociados y cuando se manejan volúmenes y una tasa de reposición cada vez mas rápida, empiezan a tener un peso importante. Ecyclin y le dice a las organizaciones, al cabo de determinado número de años que se estén utilizando equipos electrónicos como computadores, cuál es la mejor alternativa para la salida de esos equipos desde el tema de repotenciación para dar una segunda vida útil, donaciones o finalmente el proceso de destrucción final, éste último fin será segunda línea de trabajo y es sobre el equipos electrónicos cuando ya no hay posibilidad de recuperación.

¿Qué se hace con ese tipo de materiales?

De un equipo electrónico, se tienen unas instalaciones físicas donde haya un proceso de tratamiento, enfocado en recuperación de materias prima, lo que compone originalmente el equipo, donde se recupera por encima del 90 – 95%, esta materia prima refinada es llevada a otros procesos industriales, por ejemplo en el caso del plástico, vidrio de pantallas; todo esto con el fin de evitar que el equipo termine dispuesto en un relleno sanitario.

¿Cómo garantizan ustedes que una información contenida en un disco duro de carácter confidencial caiga en manos indebidas?

Lo que hace la organización es un proceso de borrado y eliminado físico de archivos a través de un software especializado, sujeto a estándares de borrado a nivel institucional y luego de esto se da un certificado como garantía de que la información contenida en ese disco es posible recuperar. Desde que los equipos ingresan a la empresa se inicia un proceso de cadena de custodia donde en cada parte del proceso se cerciora de la no existencia de información a través del borrado físico.

¿Hay pocas empresas como la de ustedes dedicadas a los desechos electrónicos?

A nivel nacional Ecyclin es una organización pionera y como tal, se realizan algunas actividades formales e informales donde se da una serie de aprovechamiento intermedio de algunos equipos desde desmantelamiento informal, hasta recuperación de ciertas piezas en este caso se garantiza el cierre completo del ciclo de vida útil, respetando la normatividad específica con certificación que da la Garantía a las empresas y en este sentido la primera organización a nivel nacional.

¿Dónde está el negocio de E-cycling?

Hay dos salones de trabajo, la principal es vía de servicios donde esta todo el proceso de disposición y manejo de activos de tecnología en etapa pos consumo, también hay una serie de beneficios por el tema de recuperación de materias primas que se comercializan para fabricar nuevos productos.

¿Cómo es la disposición final de estos materiales?

La idea es general una infraestructura a nivel nacional, formal y a gran escala que permita darle una salida segura a transparente a los equipos, esto implica hacer una gestión de tipo económico de estos equipos pues causan un gran impacto en el medio-ambiente⁵.

- **Germán Salazar**

Ingeniero termodinámico de la Universidad Nacional sede Medellín

Según el enfoque con que se está trabajando, la viabilidad de laborar en función de procesos químicos de separación en Colombia es bastante alto, según las indicaciones del ingeniero, pues existen diferentes formas de hacerlo, pero la preocupación primordial de todo es el costo beneficio, pues en si son procesos muy costosos y que en el país no se llevan a cabo por falta de investigación acerca del tema, más aun las universidades con carreras afines al estudio de materiales y sus procesos químicos llevan gran recorrido en ello pero la implementación se da en países desarrollados como por ejemplo Inglaterra y Japón entre otros.

¿Podría ser viable montar un sistema de recuperación de material por procesos químicos en el país?

Si las investigaciones indican que el proceso se puede llevar a cabo, pero es muy costoso y requiere de mucha investigación, la implementación es muy engorrosa pues se manejan elementos muy corrosivos y de difícil tratamiento.

¿Cuáles de los procesos podrían llevarse a cabo?

Existen diferentes procesos que se pueden llevar a cabo como por ejemplo flotación, que es donde los materiales de acuerdo a sus propiedades flotan en un material líquido con características especiales que sirve para disolver solo un material específico, la incineración de materiales que a diferentes

⁵ JIMÉNEZ ROLDAN, Juan Esteban Gerente general E-cycling. ENTREVISTA personal, Medellín 20 de septiembre de 2009

temperaturas funde un material metálico específico y otros más que podrían ser útiles pero menos viables, la investigación que se debe realizar es la cantidad y propiedades químicas de cada material.

¿Es posible extraer materiales preciosos de los aparatos eléctricos y electrónicos?

Si pero conociendo las formas de extracción más comunes y sus propiedades para saber que material corrosivo utilizar en ellos el oro por ejemplo se puede extraer usando ácido sulfúrico.

¿Qué se debe tener en cuenta a la hora de realizar estos procesos?

Primero las condiciones en que se va a trabajar ,que sea un sitio apropiado para el manejo de diferentes sustancias tóxicas y no tóxicas, recuperación de material que no contamine el medio ambiente, elementos de seguridad a cabo de todo el proceso y específicamente hacia que materiales va dirigida la descomposición química.

Hablando mucho más del tema, se denota la gran importancia de contar con diferentes mecanismos institucionales, que permitan que los procesos de manejo de materiales a reciclar sean integrales; el aporte generado de esta discusión, se enfocó más a la parte de concientización del ente gubernamental y empresarial para la disposición final de los desechos electrónicos, pues el aporte al estudio técnico de los materiales depende de los avances tecnológicos viables ya realizados en diferentes países industrializados que cuentan con los recursos para y la metodología de aplicación de los diferentes aparatos de manejo de residuos, debido a ello es innecesario volver a estudiar desarrollos frente al tema, si no considerar posibles adaptaciones al mercado nacional con apoyo de las entidades como gobierno , institución educativa y empresa. De ello se logró llegar a las siguientes conclusiones.

-La mayoría de los procesos a llevar a cabo si se pueden realizar aunque son costosos pues en otros países se realiza con grandes beneficios para quienes lo hacen.

-De ser necesario toda la implementación se puede dar por medio de empresas que lleven a cabo estos métodos en el exterior, o sea importando la tecnología por que realizar outsourcing sería hacer lo mismo que hacen otras empresas.

-Tener en cuenta que se debe contar con apoyo interinstitucional y además de varias empresas y entes gubernamentales porque aunque el proyecto es muy ambicioso es realizable y a gran escala.

-El estudio químico debe ser muy bien estructurado y llevado a cabo por entes especializados, además se debe tener presente que sacar materiales base de elementos de reciclaje es complejo y se deben estudiar diferentes tratados de química mineral.

-El proceso de investigación debe dar pie a múltiples desarrollos pues se deben centrar en un punto específico de separación porque el campo es muy abierto⁶.

1.6. PRESUPUESTO

Incluye el costo de los recursos empleados en el trabajo como: recursos físicos, talento humano, equipos, trabajo de campo, servicios técnicos, bibliografía, divulgación, publicación y demás rubros a financiar. Además especificando las fuentes de financiación. Ver tabla 1 y las tablas consecuentes que determinan en detalle las especificaciones del presupuesto.

Tabla 1: Ficha de presupuesto.

PRESUPUESTO GLOBAL DEL TRABAJO DE GRADO				
RUBROS	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
Personal	1.680.000	800.000		2'480.000
Material y suministros	162.000			162.000
Salidas de campo	300.000			300.000
Bibliografía	450.000			450.000
Equipos	2.420.000			2.420.000
Muestras	720.000			720.000
Herramientas				2.780.000
Publicaciones	100.000			100.000
TOTAL				9'413.000

⁶ SALAZAR, Germán. Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Medellín. Medellín 20 de Febrero de 2010.

Tabla 2: Descripción de los gastos de personal.

DESCRIPCIÓN DE LOS GASTOS DE PERSONAL						
Nombre de Estudiantes	FUNCIÓN EN EL trabajo	DEDICACIÓN H/S/M	FUENTES			TOTAL
			Estudiantes	IUE	Externa	
EDISON ARANGO	Investigador	7/4/4	7.000			560.000
JULIAN DUQUE	Investigador	7/4/4	7.000			560.000
JORGE OCAMPO	Investigador	7/4/4	7.000			560.000
DURLANDY CHAVERRA	Asesor	2/4/4		25.000		800.000
TOTAL						2'480.000

Tabla 3: Descripción de materiales y suministros

DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y SUMINISTROS				
Material	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
USB	65.000			65.000
Resma de papel	20.000			20.000
Lapiceros	5.000			5.000
Cartucho	50.000			50.000
CDS	12.000			12.000
Carpetas	10.000			10.000
TOTAL				162.000

Tabla 4: Descripción bibliografía

DESCRIPCIÓN BIBLIOGRAFIA				
DESCRIPCIÓN BIBLIOGRAFIA	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
Libros	50.000			50.000
Revistas	50.000			50.000
Internet	300.000			300.000
Estadísticas	50.000			50.000
TOTAL				450.000

Tabla 5: Descripción de las salidas de campo

DESCRIPCIÓN DE LAS SALIDAS DE CAMPO				
DESCRIPCIÓN DE LAS SALIDAS DE CAMPO	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
Entrevistas	200.000			200.000
Visitas a empresas	100.000			100.000
TOTAL				300.000

Tabla 6: Descripción equipos

DESCRIPCIÓN EQUIPOS				
DESCRIPCIÓN EQUIPOS	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
PC Portátil	2'000.000			2'000.000
Teléfono	20.000			20.000
Grabadora	100.000			100.000
Impresora	300.000			300.000
TOTAL				2'420.000

Tabla 7: Descripción de las diferentes tecnologías de equipos a utilizar

DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE EQUIPOS A UTILIZAR			
	Cantidad	Costo unidad	Total
Pcs	60	30000	80.000
motores	10	10000	100.000
impresoras	10	15000	240.000
total			720.000

Tabla 8: Descripción de la muestras de las diferentes tecnologías de equipos celulares a utilizar

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRAS DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE EQUIPOS CELULARES A UTILIZAR			
	Cantidad	Costo unidad	Total
Tdma	20	4000	80.000
Fmda	20	5000	100.000
3g	40	6000	240.000
3gsm	40	7000	280.000
Total			720.000

Tabla 9: Descripción de equipos para la sustracción de los componentes de los celulares.

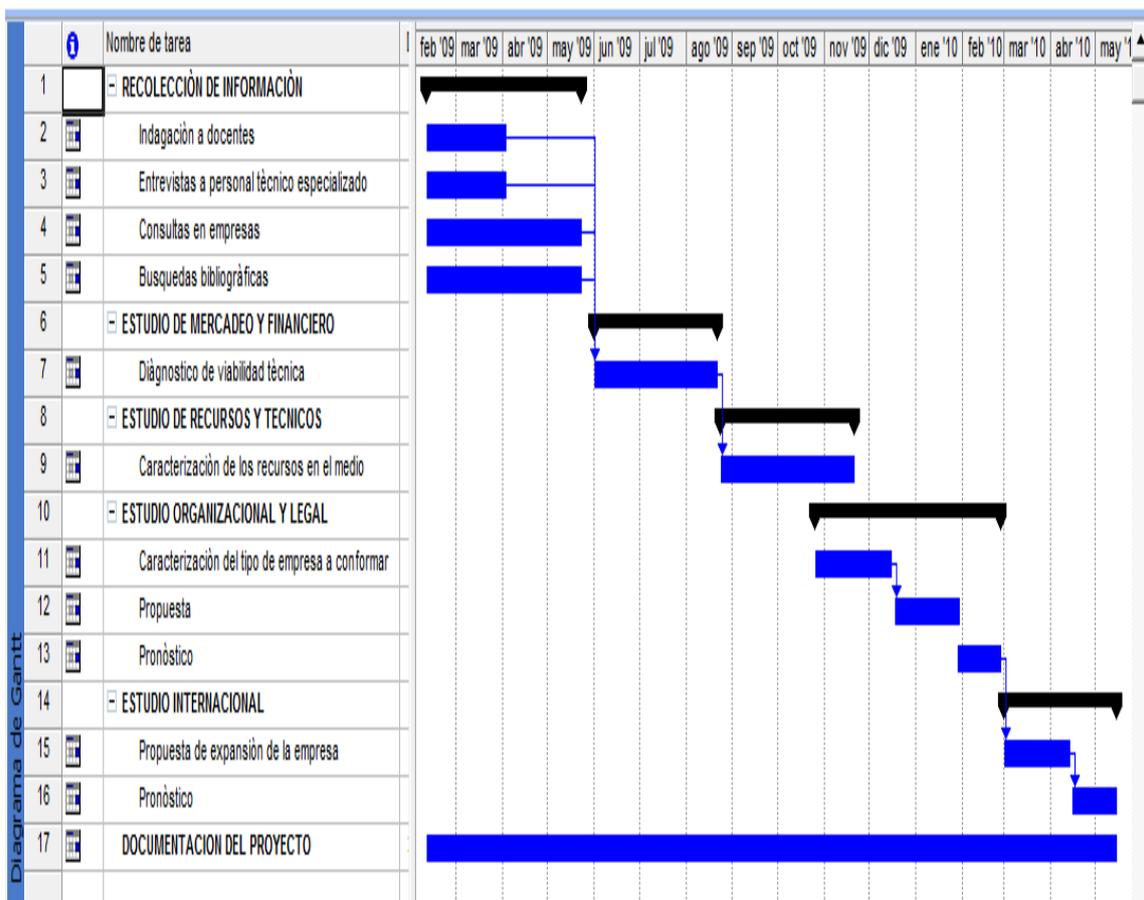
DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS PARA LA SUSTRACCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS CELULARES			
	cantidad	Costo unidad	Total
Cautín	2	35.000	70.000
equipo de soldadura	1	2.500.000	2.500.00
Kit destornilladores	2	65.000	130.000
Multímetro	1	80.000	80.000
Total			2.780.000

Tabla 10: Descripción publicaciones

DESCRIPCIÓN PUBLICACIONES				
DESCRIPCIÓN PUBLICACIONES	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
Trabajo para biblioteca	100.000			100.000
TOTAL				100.000

1.7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 11: Lista de actividades



2. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA DE E-WASTE

En este estudio, se considera para su etapa inicial el reconocimiento y descripción de los materiales más internos de los diferentes elementos de análisis, con el fin de conocer características propias de estos y considerar métodos de separación viables, tanto para metales plásticos y vidrio.

Luego se dará a conocer los elementos dispuestos en cada dispositivo estudiado como son los computadores, celulares, impresoras y motores, obteniendo con ellos unos resultados importantes que determinan una factibilidad en cuanto a procesos y posible implementación.

2.1. MARCO DE REFERENCIA DEL ESTUDIO TECNICO E-WASTE

2.1.1. Antecedentes de tipo tecnológico. Estos antecedentes son de tipo tecnológico, por que toman referencia de sitios que han estado trabajando con los materiales Raee y cuentan con los desarrollos tecnológicos para el manejo adecuado de los elementos de reciclaje.

- La universidad de Cádiz en España y sus unidades principales de investigación a través del departamento de reciclaje electrónico, ha desarrollado diferentes programas de recuperación de material electrónico. La cátedra de RELEC tiene el objetivo de disponer de una plataforma que facilite y promueva la realización de acciones conjuntas con base en el campo de la reducción, reutilización y reciclado de equipos electrónicos como eje central de estudio de métodos de reciclaje.

Cuentan además con un grupo de investigadores, personal de administración y servicios en diferentes áreas del conocimiento como son la biotecnología, física, química y matemáticas, recursos naturales y medio ambiente y tecnologías de la Información y las comunicaciones.

Incentivados con el apoyo de entidades científicotécnicas, que ya han adelantado gestiones medioambientales de control de desperdicio, han creado parques tecnológicos destinados a este oficio, de manera integral destacando el valor cooperativo entre los entes gubernamentales y empresariales de España y los centros de educación, como las universidades que cuentan con laboratorios especializados, destinados solo a la investigación de métodos de recuperación de elementos de posible reciclaje, se ha venido trabajando desde

2007 con el propósito de aliviar los niveles de acumulación de residuos tecnológicos⁷.

- Greenpeace es una entidad dedicada a la protección del medioambiente, la cual actúa de diversas maneras con el fin de dar a conocer los abusos contra el planeta, entre los cuales se encuentra la campaña de toxicidad de los elementos RAEE, en la cual identifican que la mayoría de estos elementos son contaminantes tanto estructural como químicamente, ya que si no son tratados técnicamente se convierten en un problema de salud humana, como es el caso del sur de china en Guangdong, que se convirtió en el basurero mundial según las indagaciones de paz verde; esto ha provocado que la mayoría de empresas productoras de material de desecho electrónico, regulen el potencial daño al planeta con legislaciones y decretos que determinen un buen manejo integral de los elementos técnicos⁸.

- Recycla de Chile es una entidad que comenzó como una de las mas especializadas a nivel latinoamericano en 2003 cuando se fundo y comenzó trabajar de manera integral el sistema de recolección y tratamiento de de diversos aparatos eléctricos y electrónicos, como cámaras de video, TV, sistemas de audio, celulares, computadores personales, impresoras, scanner y fotocopiadoras, entre otros.

Empresa pionera de separación de material de reciclaje y fortalecida por la gran acogida de la comunidad chilena, por ser controladora de la transformación de los desechos peligrosos y su adecuado manejo⁹.

- Escrap es una red de operadores del mercado de residuos y subproductos de reciclaje electrónico de Argentina que tiene como objetivo promover el uso sostenido de los aparatos tecnológicos desechados, desde su producción a su disposición final.

Además de llevar a cabo procesos de reciclaje esta empresa promueve el mercado de productos, a través de la bolsa de valores y maneja un sistema de

⁷ UNIVERSIDAD DE CADIZ. Desarrollo tecnológico y transferencia[en línea].

⁸ GREENPEACE CORP. Greenpeace International [en línea].

⁹RECYCLE. Environmental Impact of IT Solutions: Recycling E-waste in Chile [en línea].

conexión de proveedores de servicios de recolección, tratamiento y disposición óptima de material obtenido de recuperación del residuo y sus subproductos¹⁰.

2.2. MARCO CONTEXTUAL DEL ESTUDIO TECNICO DE E-WASTE

2.2.1. E-Waste ó Raee. Son procesos de reciclado que aseguran la recuperación de materiales y el tratamiento adecuado de desechos peligrosos y no peligrosos a la vez que desarrollan el concepto de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) al final del ciclo de vida útil de los aparatos electrónicos y eléctricos, principalmente computadoras y celulares.

El crecimiento de este nuevo tipo de basuras se está convirtiendo en un problema en continuo aumento, con millones de dispositivos que se quedan obsoletos cada año según la industria de la tecnología produce bienes más rápidos, mejores y más baratos. Aunque hay programas de reciclado en EE.UU., la mayoría de estos ordenadores encuentran una gran salida en los países en vías de desarrollo, concretamente, alrededor del 80% se destina a estos fines.

Cada año, millón y medio de ordenadores viejos, pero no por ello inutilizables se entierran en los cementerios tecnológicos. Una directiva de la unión Europea intenta solventar este problema fomentando la adquisición y retirada responsable de material informático. La directiva acerca del Derroche de Equipamiento Electrónico y Eléctrico (Waste Electrical and Electronic Equipment del inglés, bajo las siglas Weee) hace responsables a las empresas de electrónica de lo que se haga con los aparatos y dispositivos que producen una vez que ya se hayan utilizado y la gente se quiera deshacer de ellos.

La directiva obliga a las compañías de alta tecnología a encontrar formas más ecológicas de producir bienes electrónicos y les obliga a ayudar en las tareas de reciclaje una vez que se ha tirado el producto.

Jon Godfrey, director de Servicios del Ciclo de Vida de estos aparatos, y entendido en la directiva calcula que esta medida podría añadir más de 90 euros al precio de producción de los ordenadores y otros bienes que funcionan con la energía eléctrica.

Actualmente, sólo el 35% de los ordenadores se tratan de forma ética y responsable en lo que al medio ambiente y ecología se refiere. El objetivo de la directiva es alcanzar cotas del 70%. Entre particulares y empresas, en el Reino Unido se adquieren aproximadamente 6,5 millones de ordenadores al año, una

¹⁰ ESCRAP. Escrap [en línea].

cifra que dificulta su reciclaje. Por el otro lado, con estos cambios, se beneficiarían las empresas de reciclaje de dicho país pues el gobierno no puede hacer frente a estas campañas él solo. Uno de los grandes desafíos que plantean estas técnicas es que no parece haber suficiente demanda de los materiales que se generan tras el reciclaje.

El re-ensamblaje de ordenadores y reutilización de componentes deberían ser impulsados mediante esta directiva que se amolda perfectamente a las prácticas que respetan el entorno natural.

Los ordenadores podrían ser enviados a países en vías de desarrollo para proyectos que ayuden a suavizar las diferencias tecnológicas entre dichos países y los del primer mundo. Más de 5.000 ordenadores son re-ensamblados y enviados a otros países con estos propósitos. Su intención es ocuparse de hasta 100.000 ordenadores al año en el 2006 gracias a la directiva Weee y a acuerdos con compañías como DHL y British Airways.

La cadena productiva del reciclaje de residuos electrónicos esta soportada por otras cadenas dentro de las que se destacan el de maquinaria y equipo eléctrico, electrodomésticos, electrónica y equipos de telecomunicaciones; abarcando todas estas las diferentes categorías en que se clasifica los RAEE (Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos):

LINEA BLANCA: Neveras, refrigeradores, lavadoras, lavavajillas, hornos y cocinas.

LINEA GRIS: Equipos informáticos (teclados, CPU, ratones...) y teléfonos móviles.

LINEA MARRÓN: Televisores, equipos de música, videos.

Esta cadena productiva se encuentra ubicada dentro del reciclaje de desperdicios y de desechos metálicos y no metálicos que corresponden a los códigos CIIU 3710 y 3720 respectivamente, que son los dados como guía para el relleno de seguridad en América latina y que indican el riesgo de las sustancias peligrosas de los residuos.

En el país no se tiene cifras exactas sobre la cantidad de electrodomésticos susceptibles de ser destruidos o reciclados, pero si existen cifras que nos indican que la venta de electrodomésticos crece día tras día.

Este estudio tiene como marco geográfico el territorio de Colombia. Sin embargo debido a ciertos ámbitos, hay que tener un encuadre más local, es decir a nivel de las ciudades del área metropolitana y ciudades capitales como Medellín y Bogotá.

Al respecto del manejo de los E-waste con las aplicaciones de los conocimientos y técnicas de aplicación que permite la ingeniería electrónica, se esta adoptando la posibilidad de crear un diseño que permita el control del manejo de tarjetas electrónicas de una manera eficiente para su desensamble.

Las técnicas adoptadas en este momento por diferentes entidades recuperadoras de elementos electrónicos, se basan en una forma muy particular de separar estos materiales, lo hacen de una manera general que solo permite dividir las partes mas grandes, sin tener en cuenta la viabilidad y proyección que tienen los componentes electrónicos mas internos y que son la base de estudio del diseño¹¹

2.3. IDENTIFICACIÓN LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS SUSCEPTIBLES RECICLAR

2.3.1. Elementos de separación de reciclaje

2.3.1.1. Metales. Nombre usado para denominar a los elementos químicos caracterizados por ser buenos conductores del calor y la electricidad, que poseen alta densidad, y son sólidos en temperaturas ambiente (excepto el mercurio)¹².

Los elementos a continuación son los metales encontrados en los diferentes equipos, según estudios realizados por empresas recicladoras como Recycle de Chile y MCC de U.S.A, en ellos se da una breve definición de cómo podrían usarse.

Su búsqueda se justifica en la organización a través de textos de química mineral, por que dan las bases para la conceptualización de los elementos, pero de una forma organizada y dirigida a los dispositivos de estudio, que son fundamentales en la apreciación de métodos de separación química.

Cobre Cu:

Constantes- punto de fusión: 1084^oc

¹¹ GONZALES, Fernan.El e-waste, un problema en aumento [en línea].

¹² UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Estructura, Metales, aleaciones y propiedades. [en línea].

Punto de ebullición: 2310°C

Propiedad física: metal de color rojo, dúctil, buen conductor del calor y electricidad.

Propiedad química: Da dos clases de sales y se mezcla bien con otros minerales

Usos: Utensilios de cocina, circuitería, cableado, calderas, etc.

Aluminio Al:

Constantes- punto de fusión: 659°C

Punto de ebullición: 1800°C

Propiedad física: metal de color blanco, dúctil y maleable y peso ligero.

Propiedad química: Lento proceso de oxidación y muy electropositivo.

Usos: Utensilios Se usa como catalizador de hidrogeno, cabinas de baño, radiadores, aviones, aislante de calor etc.

Plomo Pb:

Constantes- punto de fusión: 327,4 °C

Punto de ebullición: 1750 °C

Propiedad física: metal de color gris, dúctil, blando, pesado y maleable.

Propiedad química: se transforma en carbonato básico y es susceptible al oxido.

Usos: se usa en pintura, balas y en medicina.

Germanio Ge:

Constantes- punto de fusión: 937,4 °C

Punto de ebullición: 2830 °C

Propiedad física: Es un metaloide sólido duro, cristalino, de color blanco grisáceo lustroso, quebradizo, que conserva el brillo a temperaturas ordinarias.

Propiedad química: eficaz a la radiación infrarroja y puede usarse en amplificadores de baja intensidad.

Usos: as aplicaciones del germanio se ven limitadas por su elevado coste y en muchos casos se investiga su sustitución por materiales más económicos.

Fibra óptica, Electrónica, Óptica de infrarrojos, Lentes y Quimioterapia.

Galio Ga:

Constantes- punto de fusión: 28,56°C

Punto de ebullición: 2174 °C

Propiedad física: El galio es un metal blando, grisáceo en estado líquido y plateado brillante al solidificar, sólido deleznable a bajas temperaturas que funde a temperaturas cercanas a la de la ambiente.

Propiedad química: A otra presión y temperatura se han encontrado numerosas fases estables y meta estables distintas. El galio corroe otros metales al difundirse en sus redes cristalinas.

Usos: a principal aplicación del galio (arseniuro de galio) es la construcción de circuitos integrados y dispositivos opto electrónicos como diodos láser y LED.

Estaño Sn:

Constantes- punto de fusión: 232 °C

Punto de ebullición: 2270 °C

Propiedad física: metal de color blanco argentino, maleable y puede reducirse a polvo.

Propiedad química: Inestable al aire y arde brillantemente.

Usos: Protege el acero del oxido, fabricación de condensadores, soldadura y fabricación de espejos.

Bario Br:

Constantes- punto de fusión: 851 °C

Punto de ebullición: 1140 °C

Propiedad física: metal de color blanco, blando que absorbe rayos x.

Propiedad química: Produce hidruro de bario y descompone el agua a cierta temperatura desprendiendo hidrogeno.

Usos: refina el cobre, elimina gases de fabricación de válvulas de radio y sirve como deshidratante.

Níquel Ni:

Constantes- punto de fusión: 1455 °c

Punto de ebullición: 2900 °c

Propiedad física: metal de color blanco argentino, dúctil, tenaz y maleable.

Propiedad química: Resiste a la oxidación y se combina con alógenos.

Usos: se usa en aleaciones, fabricación de aparatos de laboratorio y utensilios de cocina.

Zinc Zn:

Constantes- punto de fusión: 419.4 °c

Punto de ebullición: 907 °c

Propiedad física: Metal blanco azulado, dúctil, maleable.

Propiedad química: Químicamente activo y con gran fuerza de ionización.

Usos: fácil aleación con otros metales, fabricación de pilas y baterías, galvanizador de hierro y es venenoso.

Tantalio Ta:

Constantes- punto de fusión: 3017 °c

Punto de ebullición: 5458 °c

Propiedad física: El tantalio es un metal gris, brillante, pesado, dúctil, de alto punto de fusión, buen conductor de la electricidad y el calor y muy duro.

Propiedad química: Es muy parecido al niobio y se suele extraer del mineral tantalita, que en la naturaleza aparece generalmente formando mezclas isomorfas con la columbita que se conocen con el nombre de **coltán**.

Usos: Se utiliza casi exclusivamente en la fabricación de condensadores electrolíticos de tantalio, por tanto, un componente esencial de los dispositivos electrónicos muy compactos.

Indio In:

Constantes- punto de fusión: 157 °c

Punto de ebullición: 2080 °c

Propiedad física: El indio es un metal blanco plateado, muy blando, que presenta un lustre brillante. Cuando se dobla el metal emite un sonido característico.

Propiedad química: Es un metal poco abundante, maleable, fácilmente fundible.

Usos: Se empleó principalmente durante la Segunda Guerra Mundial como recubrimiento en motores de alto rendimiento de aviones. Después de esto se ha destinado a nuevas aplicaciones en aleaciones, en soldadura y en la industria electrónica.

Vanadio V:

Constantes- punto de fusión: 1900 °c

Punto de ebullición: 3450°c

Propiedad física: Es un metal dúctil, blando y poco abundante. Se encuentra en distintos minerales y se emplea principalmente en algunas aleaciones. Propiedad química: Este metal de transición presenta una alta resistencia a las bases, al ácido sulfúrico (H₂SO₄) y al ácido clorhídrico (HCl).

Usos: Tiene algunas aplicaciones nucleares debido a su baja sección de captura de neutrones. Es un elemento esencial en algunos seres vivos, aunque no se conoce su función.

Berilio Be:

Constantes- punto de fusión: 1279 °c

Punto de ebullición: 2471°c

Propiedad física: Es un elemento alcalinotérreo bivalente, tóxico, de color gris, duro, ligero y quebradizo.

Propiedad química: En condiciones normales de presión y temperatura el berilio resiste la oxidación del aire, aunque la propiedad de rayar al cristal se debe probablemente a la formación de una delgada capa de óxido.

Usos: En el diagnóstico con rayos X se usan delgadas láminas de berilio para filtrar la radiación visible.

Oro Au:

Constantes- punto de fusión: 1063°c

Punto de ebullición: 2600°c

Propiedad física: Elemento de color amarillo, dúctil, maleable y excelente conductor.

Propiedad química: Inalterable a toda temperatura

Usos: Joyería, circuitería interna de elementos, antiséptico etc.

Europio Eu:

Constantes- punto de fusión: 822°C

Punto de ebullición: 1529°C

Propiedad física: El europio es el más reactivo de todos los elementos de tierras raras. No existen aplicaciones comerciales para el europio metálico, aunque ha sido usado para contaminar algunos tipos de plásticos para hacer láseres.

Propiedad química: Ya que es un buen absorbente de neutrones, el europio está siendo estudiado para ser usado en reactores nucleares.

Usos: El europio es uno de los elementos químicos raros, que puede ser encontrado en equipos tales como televisiones en color, lámparas fluorescentes y cristales. El uso del europio sigue aumentando, debido al hecho de que es útil para producir catalizadores y para pulir cristales.

Titanio Ti:

Constantes- punto de fusión: 1668 °C

Punto de ebullición: 3260°C

Propiedad física: Es de color plateado grisáceo, es paramagnético, es decir, no se imanta debido a su estructura electrónica, abundante en la naturaleza, reciclable, forma aleaciones con otros elementos para mejorar las prestaciones mecánicas, es muy resistente a la corrosión y oxidación, refractario, poca conductividad: No es muy buen conductor del calor ni de la electricidad. Propiedad química: Es resistente a temperatura ambiente al ácido sulfúrico, se encuentra en forma de óxido, en la escoria de ciertos minerales y en cenizas de animales y plantas.

Usos: Su utilización se ha generalizado con el desarrollo de la tecnología aeroespacial, donde es capaz de soportar las condiciones extremas de frío y calor que se dan en el espacio y en la industria química, por ser resistente al ataque de muchos ácidos; asimismo, este metal tiene propiedades biocompatibles, dado que los tejidos del organismo toleran su presencia, por lo que es factible la fabricación de muchas prótesis e implantes de este metal.

Manganeso Mn:

Constantes- punto de fusión: 1245°C

Punto de ebullición: 962°C

Propiedad física: El manganeso es un metal de transición blanco grisáceo, parecido al hierro. Es un metal duro y muy frágil, refractario y fácilmente oxidable.

Propiedad química: El manganeso metal puede ser ferro magnético, pero sólo después de sufrir un tratamiento especial.

Usos: Se emplea sobre todo aleado con hierro en aceros y en otras aleaciones.

Plata Ag:

Constantes- punto de fusión: 2212^oc

Punto de ebullición: 962^oc

Propiedad física: Es un metal de transición blanco, brillante, blando, dúctil, maleable. Se encuentra en la naturaleza formando parte de distintos minerales (generalmente en forma de sulfuro) o como plata libre.

Propiedad química: La plata, que posee las más altas conductividades térmica y eléctrica de todos los metales.

Usos: se utiliza en puntos de contacto eléctrico y electrónico. También se emplea mucho en joyería y piezas diversas. Entre las aleaciones en que es un componente están las amalgamas dentales y metales para cojinetes y pistones de motores.

Antimonio Sb:

Constantes- punto de fusión: 1750^oc

Punto de ebullición: 630^oc

Propiedad física: Este elemento semi-metálico tiene cuatro formas alotrópicas. Su forma estable es un metal blanco azulado. El antimonio negro y el amarillo son formas no metálicas inestables.

Propiedad química: El antimonio en su forma elemental es un sólido cristalino, fundible, quebradizo, blanco plateado que presenta una conductividad eléctrica y térmica baja y se evapora a bajas temperaturas.

Usos: Principalmente se emplea en aleaciones metálicas y algunos de sus compuestos para dar resistencia contra el fuego, en pinturas, cerámicas, esmaltes, vulcanización del caucho y fuegos artificiales.

Cadmio Cd:

Constantes- punto de fusión: 765^oc

Punto de ebullición: 321 °c

Propiedad física: Es uno de los metales más tóxicos, aunque podría ser un elemento químico esencial, necesario en muy pequeñas cantidades, pero esto no está claro. Normalmente se encuentra en menas de zinc y se emplea especialmente en pilas.

Propiedad química: Puede presentar el estado de oxidación +1, pero es muy inestable.

Usos: Aproximadamente tres cuartas partes del cadmio producido se emplea en la fabricación de baterías. Especialmente en las baterías de níquel-cadmio. Una parte importante se emplea en galvanoplastia (como recubrimiento). Algunas sales se emplean como pigmentos.

Selenio Se:

Constantes- punto de fusión: 212°C

Punto de ebullición: 685 °c

Propiedades físicas: El selenio se puede encontrar en varias formas alotrópicas. El selenio amorfo existe en dos formas, la vítrea, negra, obtenida al enfriar rápidamente el selenio líquido, funde a 180 °C y tiene una densidad de 4,28 g/cm, la roja, coloidal, se obtiene en reacciones de reducción; el selenio gris cristalino de estructura hexagonal, la forma más común, funde a 220,5 °C y tiene una densidad de 4,81 g/cm y la forma roja, de estructura monoclinica, funde a 221 °C y tiene una densidad de 4,39 g/cm.

Propiedad química: Es insoluble en agua y alcohol, ligeramente soluble en disulfuro de carbono y soluble en éter.

Usos: El selenio se usa en varias aplicaciones eléctricas y electrónicas, entre otras células solares y rectificadoras.

Arsénico As:

Constantes- punto de fusión: 81°C

Punto de ebullición: 613°C

Propiedades físicas: El arsénico se presenta raramente sólido, principalmente en forma de sulfuros. Pertenece a los metaloides, ya que muestra propiedades intermedias entre los metales y los no metales.

Propiedad química: Es extremadamente volátil y más reactivo que el arsénico metálico y presenta fosforescencia a temperatura ambiente

USOS: Preservante de la madera (arseniato de cobre y cromo), uso que representa, según algunas estimaciones, cerca del 70% del consumo mundial de arsénico.

El arseniuro de galio es un importante material semiconductor empleado en circuitos integrados más rápidos, y caros, que los de silicio. También se usa en la construcción de diodos láser y LED.

Silicio Si:

Constantes- punto de fusión: 1410°C

Punto de ebullición: 2355°C

Propiedades físicas: Es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre (27,7% en peso) después del oxígeno. Se presenta en forma amorfa y cristalizada; el primero es un polvo parduzco, más activo que la variante cristalina, que se presenta en octaedros de color azul grisáceo y brillo metálico.

Propiedad química: es un elemento relativamente inerte y resiste la acción de la mayoría de los ácidos, reacciona con los halógenos y álcalis diluidos.

USOS: Se utiliza en aleaciones, en la preparación de las siliconas, en la industria de la cerámica técnica y, debido a que es un material semiconductor muy abundante, tiene un interés especial en la industria electrónica y microelectrónica como material básico para la creación de obleas o chips que se pueden implantar en transistores, pilas solares y una gran variedad de circuitos electrónicos¹³.

2.3.1.2. Procesos de separación de los materiales internos del reciclaje (metales). Existen diferentes medios que permiten que la separación de materiales sea además de una simple distribución manual, una oportunidad de renovación de productos base como materia prima a través de procesos que pueden ser químicos o físicos; todo dependiendo de las propiedades químicas y físicas de cada material a extraer.

Para una mayor comprensión de la definición del método químico de separación de materiales, es necesario conocer las propiedades físicas y químicas de los materiales, en especial la de los materiales metálicos, que son los elementos más abundantes en la descomposición y que son producto base o materia prima a recuperar, del cual están hechos la mayoría de los componentes eléctricos y electrónicos; de acuerdo a estas propiedades se establecen varios métodos de separación química para metal, entre ellos:

- Flotación: Es un proceso de gravedad modificado en el que el mineral metálico finamente triturado se mezcla con un líquido. El metal o compuesto

¹³ HERMANO, Claudio F. Tratado de química mineral. ed. Medellín: Bedout, 1966. pg.65-90

metálico suele flotar, mientras que el subproducto se va al fondo. En algunos casos ocurre lo contrario¹⁴.

- Amalgamación: Es un proceso metalúrgico que utiliza mercurio para disolver plata u oro formando una amalgama. Este sistema ha sido sustituido en gran medida por el proceso con cianuro, en el que se disuelve oro o plata en disoluciones de cianuro de sodio o potasio.
- Fundición: Es el proceso de fabricación de piezas mediante el colado del material derretido en un molde por efectos de altas temperaturas sobre el material¹⁵.

Las propiedades de los elementos a utilizar varían unas con respecto a otras. Estas propiedades que poseen los elementos se pueden revelar a través de fenómenos químicos como los anteriormente mencionados.

Las reacciones químicas están condicionadas por la naturaleza de las sustancias reaccionantes y por la cantidad de dichas sustancias, que son afectadas por el poder de sustracción de cada una de ellas.

En el país el método mas usado para la separación de materiales es la fundición que se aplica por generación de calor sobre los materiales en hornos con altas temperaturas, que de acuerdo al punto de fusión del material, es separado mediante la temperatura adecuada pero con el inconveniente, que otros compuestos que tenga el material pueden verse afectados, por lo cual la separación discrimina y se enfoca en un solo punto sin tener en cuenta que se pierden mas elementos de los que en verdad se podrían producir, a menos que las sustancias solidas mezcladas estén en puntos de fusión muy diferentes, también considerando que el costo puede ser menor aplicando esta técnica.

En el momento a nivel mundial se viene trabajando la separación de materiales específicamente metálicos, utilizando diferentes técnicas químicas que hacen que esta, sea mas apropiada con respecto a la recuperación independiente de cada elemento base, el inconveniente principal es el costo tecnológico que ello acarrea, ya que la maquinaria utilizada no es muy comercial y solo países desarrollados la manejan como es el caso de estados unidos.

¹⁴UNIVERSIDAD PERU. Definición de Metalurgia [en línea].

¹⁵ EDITUM. Fundición de metales [en línea].

2.3.1.3. Plásticos. Los desechos plásticos, como envases de líquidos como el aceite de cocina, no son susceptibles de asimilarse de nuevo en la naturaleza, porque su material tarda aproximadamente unos 180 años en degradarse, según las propiedades químicas y físicas del material.

Los procesos en los cuales se ha estado trabajando a nivel informal acerca del reciclaje de este tipo de elemento plástico, ha consistido básicamente en coleccionar el material, limpiarlo, seleccionarlo por tipo según sus propiedades como color, dureza y composición, para fundirlos de nuevo y usarlos como materia prima adicional o sustituta para el moldeado de otros productos.

De esta manera la humanidad ha encontrado una forma adecuada de evitar la contaminación por productos plásticos no biodegradables, que por su composición, no son fáciles de desechar de forma convencional, es decir no se trata solo de arrojarlos a la basura y que la naturaleza en si los descomponga y los convierta de nuevo en materia útil, porque para ello existen procesos de peletizaje donde se toma el material y se convierte en materia prima mediante efectos químicos de separación vistos mas adelante.

Se pueden salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables, cuando en los procesos de producción se utilizan materiales sustitutos o adicionales, como los reciclados para compensar nuevos productos. La utilización de productos reciclados disminuye el consumo de energía y genera menos costo de producción, en uso de material de fabricación¹⁶.

Un buen proceso de reciclaje es capaz de generar ingresos, por lo cual se hace ineludible mejorar y establecer nuevas tecnologías en cuanto a los procesos de recuperación de plásticos y buscar solución a este problema tan nocivo para la sociedad y que día a día va en aumento deteriorando al medio ambiente.

Para una mejor comprensión de acerca de los procesos de separación del material plástico, es necesario identificar las clases y propiedades de este tipo de elemento también abundante en el proceso de separación y reciclado de los diferentes dispositivos de estudio.

- **Plásticos biodegradables.** A fines del siglo XX el precio del petróleo disminuyó, y de la misma manera decayó el interés por los plásticos biodegradables. En los últimos años esta tendencia se ha revertido, además de producirse un aumento en el precio del petróleo, se ha tomado mayor conciencia de que las reservas petroleras se están agotando de manera alarmante. Dentro de este contexto, se observa un marcado incremento en el interés científico e industrial en la investigación para la producción de plásticos biodegradables o EDPs (environmentally degradable polymers and plastics). La

¹⁶ RUBIN, Irvin J. Materiales plásticos, Propiedades y aplicaciones. Editorial Limusa, México, 1.999. pg.29-36.

fabricación de plásticos biodegradables a partir de materiales naturales, es uno de los grandes retos en diferentes sectores; industriales, agrícolas, y de materiales para servicios varios. Ante esta perspectiva, las investigaciones que involucran a los plásticos obtenidos de otras fuentes han tomado un nuevo impulso y los polihidroxicanoatos aparecen como una alternativa altamente prometedora.

La sustitución de los plásticos actuales por plásticos biodegradables es una vía por la cual el efecto contaminante de aquellos, se vería disminuido en el medio ambiente. Los desechos de plásticos biodegradables pueden ser tratados como desechos orgánicos y eliminarlos en los depósitos sanitarios, donde su degradación se realice en exiguos períodos de tiempo.

Los polímeros biodegradables se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Polímeros extraídos o removidos directamente de la biomasa: polisacáridos como almidón y celulosa. Proteínas como caseína, queratina, y colágeno.
- Polímeros producidos por síntesis química clásica utilizando monómeros biológicos de fuentes renovables.
- Polímeros producidos por microorganismos, bacterias productoras nativas o modificadas genéticamente.

Dentro de la última categoría se hallan los plásticos biodegradables producidos por bacterias, en este grupo encontramos a los PHAs y al ácido poliláctico (PLA). Los PHAs debido a su origen de fuentes renovables y por el hecho de ser biodegradables, se denominan “polímeros doblemente verdes”. El PLA, monómero natural producido por vías fermentativas a partir de elementos ricos en azúcares, celuloso y almidón, es polimerizado por el hombre. Los bioplásticos presentan propiedades fisicoquímicas y termoplásticas iguales a las de los polímeros fabricados a partir del petróleo, pero una vez depositados en condiciones favorables, se biodegradan¹⁷.

- **Ácido poliláctico (PLA).** El almidón es un polímero natural, hidrato de carbono que las plantas sintetizan durante la fotosíntesis que sirve como reserva de energía. Los cereales como el maíz y trigo contienen gran cantidad de almidón y son la fuente principal para la producción de PLA. Los bioplásticos producidos a partir de este polímero tienen la característica de una resina que puede inyectarse, extruirse y termoformarse.

La producción de este biopolímero empieza con el almidón que se extrae del maíz, luego los microorganismos lo transforman en una molécula más pequeña de ácido láctico o 2 hidroxipropiónico (monómero), la cual es la materia prima que se polimeriza formando cadenas, con una estructura molecular similar a los productos de origen petroquímico, que se unen entre sí para formar el plástico llamado PLA.

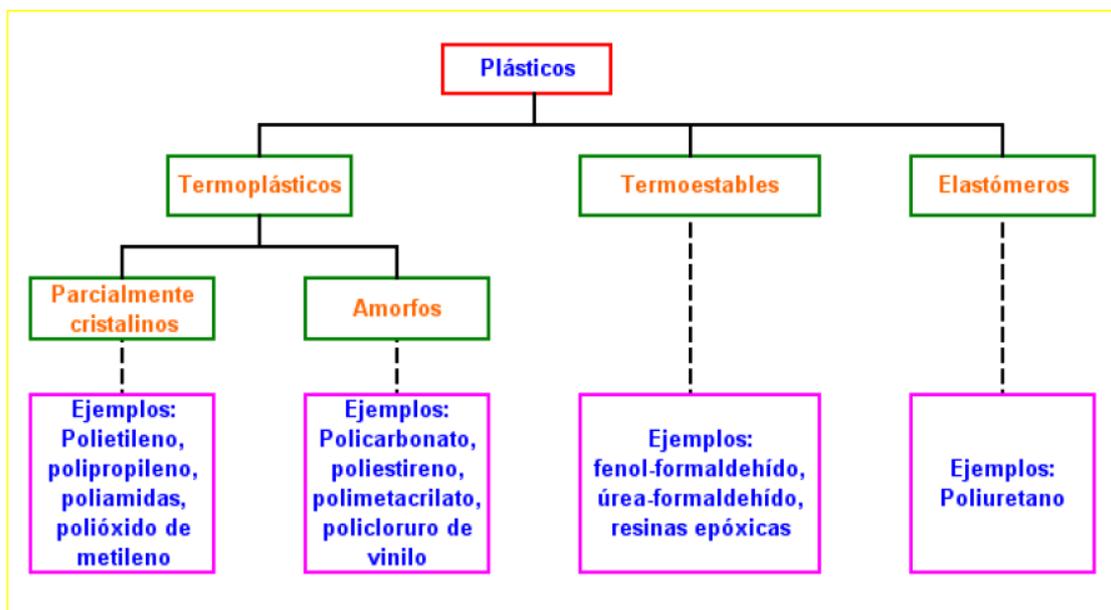
¹⁷ HELLERICH, HARSCH, HAENKLE. Guía de Materiales plásticos. Hanser Editorial, Barcelona, 1.989 pg 37

El PLA es uno de los plásticos biodegradables actualmente más estudiados, se encuentra disponible en el mercado desde 1990. Es utilizado en la fabricación de botellas transparentes para bebidas frías, bandejas de envasado para alimentos, y otras numerosas aplicaciones¹⁸.

- **Clasificación del plástico.** Los Plásticos se clasifican de acuerdo a su naturaleza en Naturales y Sintéticos y de acuerdo a su estructura interna en Termoplásticos, Termoestables y Elastómeros.

A continuación se presenta la clasificación de los materiales plásticos de acuerdo a su estructura interna (ver figura 1):

Figura 1: Clasificación de plásticos



Fuente: <http://members.tripod.com/fotografia/textos/polimeros.htm>

- **Termoplásticos**
 - Se ablandan por calor y se vuelven a endurecer con el frío
 - Moléculas de largas cadenas unidas por enlaces débiles
 - Los enlaces se pueden romper por calentamiento, es decir se funden
 - Las cadenas se pueden mover para adquirir aspecto diferente
 - Las uniones débiles se restablecen cuando se enfría el plástico y el material mantiene su nueva forma
 - La mayor parte de los plásticos hechos a partir del petróleo son Termoplásticos por adición

¹⁸ Ibid.,p.45

- Algunos ejemplos de termoplásticos: Polietileno (alta densidad, baja densidad, de alto peso molecular), polipropileno (PP), Poliestireno (PS), Polietilentereftalato (PET), Policloruro de vinilo (PVC)¹⁹

- **Termoplásticos Amorfos**

- Cadena molecular larga que en el momento de formarse se enreda y entrelaza (ver figura 3)

- Su estructura asimétrica no permite la cristalización

- Suelen ser transparentes en su forma natural. Se le conocen como cristales sintéticos u orgánicos

- Buenas propiedades ópticas

- Pocas contracciones de transformación

- Intervalo de temperatura por debajo de la temperatura de solidificación ET

- Transformación por inyección, extrusión, termo formado al vacío. Es posible soldarse²⁰

- **Termoplásticos Parcialmente Cristalinos**

- Partículas ordenadas, en zonas denominadas cristalinas (ver figura 2).

- Estructuras moleculares simétricas

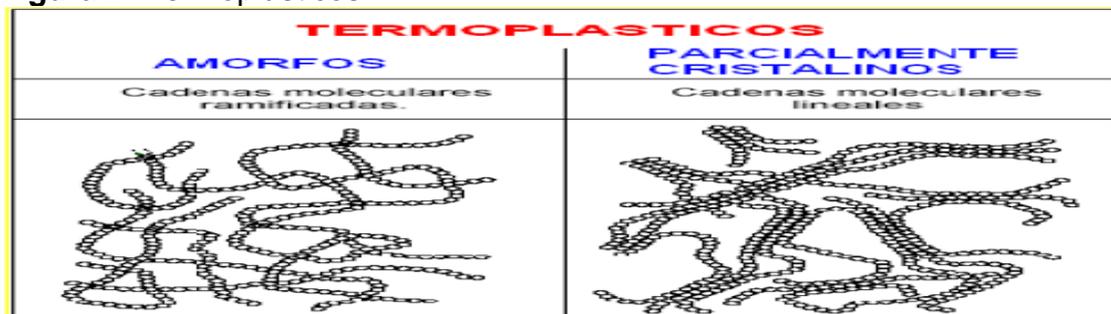
- La cristalización hace que sean opacos. No son transparente

- Al aumentar la porción cristalina disminuye la transparencia

- Intervalo de temperatura entre la temperatura de solidificación y la zona de fusión de las cristalitas

- Transformación similar a la de los amorfos, con la salvedad que las condiciones de enfriamiento tiene gran importancia por la cristalinidad, como por ejemplo la temperatura del molde²¹.

Figura 2: Termoplásticos



¹⁹ Ibid.,p.50

²⁰ Ibid.,p.51

²¹ Ibid.,p.52

- **Termoestables**

- No se vuelven a ablandar una vez han sido moldeados
- Una vez adquirida su forma, ésta no puede ser alterada
- Moléculas de largas cadenas unidas por enlaces químicos fuertes
- Las uniones entre las cadenas son tan fuertes que no se pueden romper cuando se calienta el plástico
- El material termoestable siempre mantiene la forma
- Los polímeros basados en formaldehído son termoestables
- La transformación usual es la colada, el prensado y la inyección
- Los intervalos de temperatura de uso están por encima de los de los termoplásticos
- Normalmente son producidos por policondensación
- Algunos ejemplos de Termoestables: Baquelita, Resinas de melanina/formaldehído (MF), Resinas de urea/formaldehído (UF), Resinas de fenol/formaldehído (FF), Resinas epóxicas²²

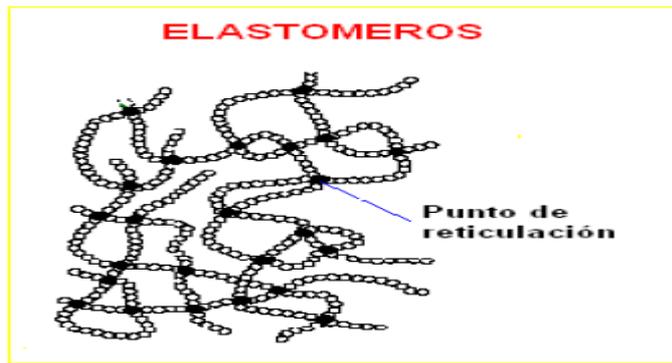
- **Elastómeros**

- Tienen propiedades elásticas (como el caucho) a las temperaturas de uso.
- Cuando se someten a tensión se alargan, pero cuando se suspende la tensión recuperan su forma original
- La estructura molecular es similar a la de los termoplásticos amorfos, con la diferencia que después del moldeo las macromoléculas se une químicamente generando una estructura de red floja y tridimensional
- La reacción de reticulación se conoce como vulcanización (ver figura 3)
- No pueden ser fundidos, debido a sus puntos de reticulación
- Al contacto con disolventes presentan hinchamiento, pero sin llegar a disolverse
- Algunos ejemplos de elastómeros: caucho natural, caucho de estireno – butadieno y caucho de poliuretano²³

Figura 3: Elastómeros

²² Ibid.,p.55

²³ Ibid.,p.56



Fuente: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/concurso98/accesit8/main.htm

Los materiales plásticos tienen una serie de propiedades que determinan su posible uso y forma de separación (ver tabla 12).

Dentro de la amplia gama de materiales que podemos encontrar con respecto al plástico, la mayoría de los dispositivos de estudio están conformados por polietileno, polifluoruro de vinilideno, poliestireno, elementos que se pueden ver con más detalle en la siguiente sección de reutilización de plástico.

Tabla 12: Tabla de propiedades de los plásticos

Plástico	Densidad (gr/mL)	Color	Flexible	Rigido	Frágil
PE	0.92 – 0.96	Opaco	X		
PP	0.90 – 0.91	Opaco	X	X	
PVC - R	1.38 - 1.40	Transparente		X	
PVC - P	1.20 – 1.35	Semiopaco	X		
PS	1.05	Transparente	X	X	X
SB	1.04 – 1.05	Semiopaco	X	X	
SAN	1.09	Transparente		X	X
ABS	1.03 - 1.07	Semiopaco		X	
Poliamida	1.01 - 1.14	Opaco	X	X	
PET	2.55 – 2.58	Opaco		X	
PC	1.20 – 1.24	Transparente		X	
PTFE	2.14 – 2.30	Opaco	X		
PVDF	1.75	Trans - opaco	X	X	
PUR	1.14 – 1.2	Amarillento		X	X

Fuente: http://www.ceamse.gov.ar/recicla_abc_plastico.html

- **Reciclaje del plástico.** Los residuos plásticos son susceptibles de ser reciclados mediante procesos similares a los de su fabricación original. Aprovechando su comportamiento con respecto a los cambios de temperatura, pueden ser llevados mediante calentamiento a su estado elasto-plástico y en estas condiciones darles nueva forma para luego, mediante enfriamiento, llevarlos hasta el estado sólido conservando la forma adquirida.

Este proceso se puede repetir una y otra vez, dependiendo de su estado (contaminación con otros materiales), de la presencia de aditivos de protección y de las condiciones del proceso.

Existen diferentes procesos para el reciclaje de plásticos que son explicados posteriormente. Es importante tener en cuenta que para aplicar las diferentes técnicas involucradas en cada uno de los tipos de reciclaje de residuos plásticos, además de contar con una viabilidad económica, técnica y ambiental, se debe garantizar que los productos que se obtengan posean unas condiciones mínimas, tanto de calidad como de salubridad, que permitan su desempeño en forma sana y segura²⁴.

- **Reciclaje mecánico pos-industrial (primario).** Es el que tiene lugar dentro del mismo proceso en que se genera el residuo. Hace referencia al reciclaje industrial y se lleva a cabo normalmente mediante la molienda (ó densificación, según se requiera) y la reincorporación del material plástico recuperado al proceso de fabricación.
- **Reciclaje mecánico pos-consumo (secundario).** Se denomina así al proceso para recuperar, mediante reciclaje mecánico, los residuos de productos hechos con materiales plásticos, una vez que éstos han terminado su vida útil.

Casi todos los plásticos pueden reciclarse con éxito para segundas aplicaciones, excepto aquellos que según la Sociedad Americana de la Industria del Plástico son clasificados como otros o número 7, que son combinaciones de diferentes plásticos, sin que ello repercuta de manera significativa en el medio ambiente. Una vez limpios y triturados, el proceso de reciclaje mecánico de los residuos plásticos es muy parecido al proceso original de producción de las distintas aplicaciones.

Las tasas de reciclaje son más altas cuando existe un suministro constante de residuos limpios de un material único. Sólo empresas especializadas en la mezcla de plásticos y aditivos pueden procesar satisfactoriamente los residuos de plástico mezclados puesto que algunos de ellos pueden procesarse juntos mientras que otros son incompatibles.

Sin embargo, no siempre los residuos plásticos recuperados pueden ser sometidos a reciclaje primario o secundario, porque presentan una alta contaminación con sustancias químicas orgánicas e inorgánicas o por tener un alto grado de deterioro en sus propiedades mecánicas. Por ello es necesario considerar las otras dos alternativas de reciclaje para la gestión de este tipo de residuos plásticos.

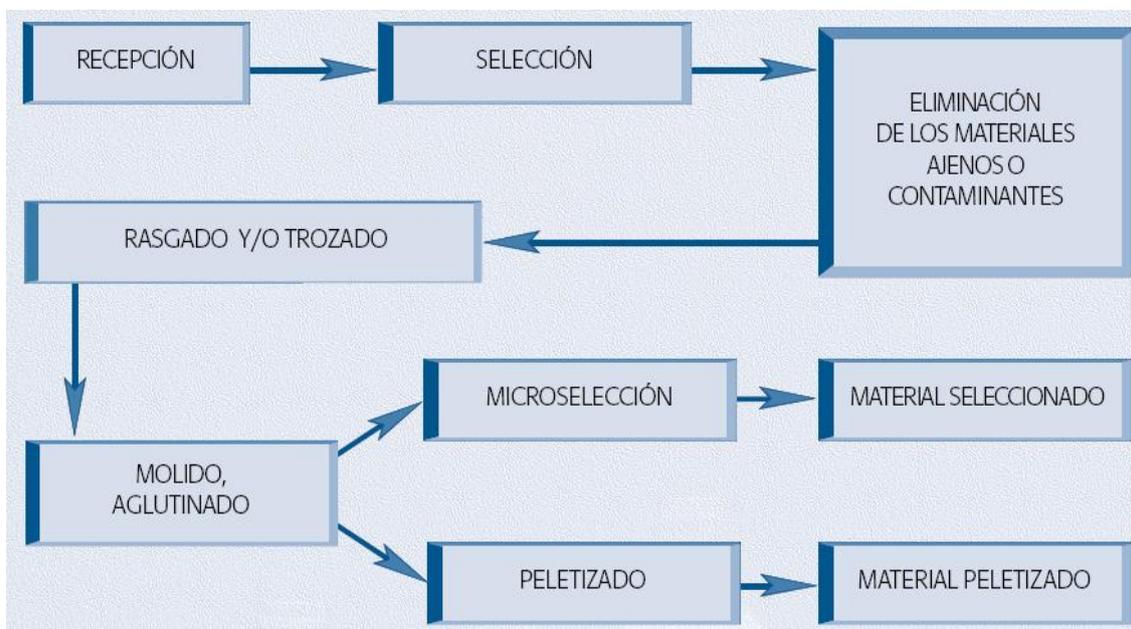
Debe evitarse el reciclaje mecánico de residuos plásticos pos-consumo que hayan tenido contacto con productos tóxicos o peligrosos. Por ningún motivo el

²⁴ GNAUCH, Bernard, FRUNDT, Meter. Iniciación a la Química de los Plásticos, Hanser Editorial, Barcelona.p.40-85

material recuperado puede ser utilizado para elaborar productos que tengan contacto directo con alimentos, productos del sector farmacéutico o para elaborar juguetes. Los materiales plásticos que presenten alta contaminación microbiológica o con sustancias tóxicas y que puedan presentar un riesgo a la salud pública, deben ser sometidos a procesos de combustión, técnica y ambientalmente controlados.

A continuación se presenta una grafica que identifica, como podría realizarse un proceso de recuperación de plástico a través de diferentes etapas (ver figura 4)

Figura 4: Diagrama de la recuperación de plásticos



Fuente: http://www.uam.es/departamentos/ciencias/qorg/docencia_red/qo/100/lecc.html

- **Reciclaje químico (terciario).** Es el tratamiento de residuos plásticos mediante procesos físico-químicos, en los cuales las moléculas de los plásticos son craqueadas (rotas), con el fin de obtener de ellos monómeros o productos con algún valor para la industria petroquímica y convertirlos nuevamente en materias primas.

Es aplicado principalmente a aquellas corrientes de residuos complejas de manejar a través de las técnicas de reutilización o reciclaje mecánico, tales como plásticos compuestos, partes de automóviles, cables, tapetes, textiles, etc..

Algunos procesos de reciclaje químico, como la pirolisis, ofrecen la enorme ventaja de que no requieren de una separación por tipo de resina plástica, lo que permite aprovechar residuos plásticos mixtos, es decir, aquellos

provenientes de la corriente de los residuos sólidos municipales, que son separados de ésta pero no clasificados entre sí por tipo de resina²⁵.

- ***Incineración con recuperación de energía (cuaternario).*** Es el proceso que, mediante combustión controlada (incineración) aprovecha el alto contenido energético de los residuos plásticos como combustible alternativo.

Aunque algunos plásticos puedan reciclarse, con ventajas para el medio ambiente, muchos residuos plásticos consisten en pequeños objetos dispersos entre otros materiales de residuos. Separar y limpiar esos residuos para su reciclaje puede entrañar una carga ambiental mayor que las ventajas del reciclaje, incluso antes de tenerse en cuenta el costo económico. Asimismo, podría haber residuos del proceso de reciclaje que no puedan ser reciclados a su vez.

Todos los residuos plásticos que no son susceptibles de aprovechamiento a través de reciclaje mecánico o químico, pueden ser utilizados como combustible debido al alto poder calorífico que contienen y a su alto valor energético. Los residuos plásticos no son otra cosa que hidrocarburos, derivados del petróleo o del gas natural. De hecho, son de las pocas aplicaciones del petróleo o gas que no se queman instantáneamente en el transporte o en la calefacción. En general, los residuos plásticos son excelentes combustibles, merced a su altísimo poder calorífico. Aun los que contienen halógenos tienen un valor energético similar al del papel y el cartón. Cuando se mezclan con otros residuos, los plásticos ayudan a la combustión de residuos húmedos o putrescibles²⁶.

- ***Reutilización de los residuos recuperados por tipo de plástico.***

- ***Polietilen Tereftalato (PET)***

- Los residuos de PET recuperados se destinan principalmente a la producción de fibra, ya sea en hilos finos para tejidos o en fibras más gruesas para material aislante.

- Otras aplicaciones incluyen: tejas, zunchos, rafias, escobas, cepillos.

- El PET contaminado con otros polímeros no es apto para el reciclado mecánico, pero puede utilizarse para el reciclado como materia prima por medios químicos.

- Existen equipos y tecnologías para hacer reciclaje de PET llamados "botella a botella". Es decir, que el recuperado de las botellas de PET se usa

²⁵ U.S. FDA Food and Drug Administration, Points to Consider for the Use of Recycled Plastics in Food Packaging: Chemistry Considerations, Washington DC, USA, 2002. Pg 40

²⁶ Ibid.,p.41

para hacer nuevamente botellas para contacto con alimentos. En estos procesos se lavan las botellas molidas con una solución de soda cáustica que elimina una capa pequeña de PET en la superficie de las botellas, eliminando así posibles contaminantes presentes en las botellas recuperadas de las corrientes de pos consumo.

Después de lavado, el PET se seca y cristaliza en vacío, de tal manera que se recupera su peso molecular y su viscosidad intrínseca. Luego, el material se peletiza y se dispone para fabricar nuevamente botellas²⁷.

- También se emplean como materiales para blindaje y como materiales de relleno para chaquetas.

- ***Polietileno de alta densidad (PEAD)***

- Láminas, botellas, barriles para recolectar agua y bidones para compostaje.

- El producto recuperado y finamente molido se utiliza también en procesos de moldeo por rotación para fabricar contenedores o tanques.

- El material de las botellas y envases plásticos se recicla en nuevas botellas moldeadas mediante soplado o en contenedores grandes, como barriles para agua de lluvia y bidones para compostaje.

- El PEAD reciclado es una excelente materia prima para hacer madera plástica o estibas.

- Envases soplados para uso en productos no alimenticios, por ejemplo: detergentes, aceites.

- Baldes para pintura, minería y cestas para basura.

- Contenedores industriales.

- Barreras de señalización.

- Marcos o perfilierias.

- Bolsas de colores dependiendo de la procedencia²⁸.

- ***Cloruro de polivinilo (PVC)***

- Las tuberías, perfiles o paneles de PVC (presentes en marcos usados de ventanas, puertas, revestimientos exteriores) pueden reciclarse en aplicaciones análogas.

- Las botellas y los residuos de otros productos de PVC rígido de corta vida, como las tarjetas de crédito o el empaque tipo blíster, pueden aprovecharse en la producción de ductos para cables, tubería para drenaje, accesorios para tuberías que no transporten agua potable, baldosas o monofilamento para escobas y cepillos.

- El PVC procedente de carcasas de computadores y teclados puede utilizarse en segundas aplicaciones idénticas.

²⁷ INSTITUTO MEXICANO DEL PLÁSTICO. Enciclopedia del Plástico, primera edición, México D.F, 1997.Pg 23.

²⁸ Ibid.,p.24

- Los cables eléctricos recubiertos pueden ser pelados para quitarles el aislamiento de PVC plastificado, de manera que queden separadas la fracción de metal y la de polímero. La fracción de PVC puede reciclarse en revestimientos para pisos industriales, tapetes para automóviles, suelas de zapatos, guardabarros, barreras acústicas y mangueras de jardín, mientras que el metal conductor se recupera y comercializa nuevamente, obteniéndose de ello un buen rendimiento económico. Si la operación de pelado de los cables no fuera viable económicamente, los desechos de cables pueden quemarse en incineradores autorizados para obtener directamente el metal conductor.
- Los revestimientos para pisos de PVC pueden reciclarse en nuevos revestimientos de pisos o en bases para alfombras.
- El PVC presente en membranas para techos o sustratos puede reciclarse en nuevas membranas.
- El PVC espumado puede reciclarse en sus aplicaciones originales si se mezcla con material virgen. En general es mejor reciclar por separado los desechos de PVC plastificados y sin plastificar, con el fin de obtener productos de alta calidad. No obstante, es admisible el uso de mezclas de residuos de PVC y de residuos de PVC con otros polímeros en aplicaciones tales como los productos sucedáneos de la madera²⁹.

- ***Polietileno de baja densidad (PEBD, PELBD)***

- Bolsas Industriales
- Contenedores
- Bolsas de uso general
- Mangueras para riego dependiendo de la procedencia
- Envases para productos no alimenticios.
- Los desechos transparentes de alta calidad encuentran una aplicación en bolsas para mercado, por ejemplo, mientras que el material de calidad inferior se utiliza en bolsas para basura. Los desechos plásticos de empaques para aplicaciones agrícolas se utilizan para fabricar nuevos empaques con similar uso.
- El PEBD se utiliza también en el aislamiento y la protección de cables, como también en los desechos de la producción de cables.
- Se utiliza en barreras acústicas.
- Perfiles para muebles, contenedores pequeños y macetas.
- El PEBD puede utilizarse también en productos fabricados a partir de mezclas de plásticos como ocurre con el reciclaje de desperdicios de empaques flexibles³⁰.

²⁹ Ibid.,p.25

³⁰ Ibid.,p.26

- **Polipropileno (PP).** El PP reciclado puede ser utilizado en varios sectores: Sector agrícola: Sistemas de aspersión, válvulas, aspersores, cajas de recolección, comederos para aves.
- **Sector marítimo:** Protectores para botes, deflectoras, cabos de amarre.
- **Sector de la construcción:** Láminas divisorias, reemplazo de triplex, divisiones oficinas, separadores cielorrasos.
- **Sector automotriz:** Bandejas para baterías, protectores guardabarros.
- **Sector Industrial:** Cajas de recolección de piezas, tapones, rollos para embobinar, textiles, películas, cordeles, cajas de herramientas, plantillas para escobas y cepillos, zuncho, elementos decorativos, elementos promocionales, tacones de zapatos, ganchos para colgar ropa, conos y cilindros para embobinado de hilo e hilazas, baldes y todo tipo de recipientes³¹.
- **Poliestireno (PS)**
 - Los residuos de poliestireno espumado pueden ser aprovechados para obtener subproductos tales como adhesivos, aprestos, emulsiones, impermeabilizantes y asfaltos modificados.
 - Los componentes de poliestireno rígido, como las tazas de café, pueden reciclarse en aplicaciones como estuches de videocasetes y equipos de oficina.
 - Los desechos de poliestireno expandido pierden sus características como espuma durante el proceso de recuperación. El material recuperado puede volver a gasificarse, pero el producto resulta más caro que el material virgen.
 - Ganchos para colgar ropa.
 - Conos y cilindros para embobinado de hilo e hilazas.
 - Perfilería de uso arquitectónico o eléctrico.
 - Rejillas y cielorrasos de uso arquitectónico.
 - Divisiones para baño.
 - Componentes para suelas de zapatos.
 - Componente para baldosas o pisos sintéticos.
 - Componente para pegantes industriales.
 - Adoquines aglutinados.
 - Madera plástica para estibas, postes, cercas, estacas.
 - Mezcla para asfaltos.
 - Muebles inyectados (sillas, mesas).
 - Bidones, baldes para uso industrial.
 - Materas termo formadas e inyectadas para jardinería.
 - Semilleros de uso general³².

³¹ Ibid.,p.27

³² Ibid.,p.28

- **Otros (nombre dado a los plásticos de mezclas diferentes).** Policarbonato (PC), Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), Estireno Acrilonitrilo (SAN), Poliamida (PA), Nylon, Acetales, Plásticos compuestos (co-extrusión, co-inyección, co-laminados) Aleaciones de polímeros.

Esta clasificación se usa para indicar materiales compuestos, como pueden ser las coextrusiones de varias resinas. También, las laminaciones a papel y foil de aluminio son materiales compuestos que salen de la clasificación 7. Las coextrusiones de varios plásticos y laminaciones a papel y foil de aluminio son los constituyentes principales de los empaques flexibles. Se pueden aplicar en la producción de:

- Autopartes.
- Adoquines.
- Carcasas para electrodomésticos.
- Teléfonos.
- Muebles.
- Laminadas de aglomerado con aserrín y cartón³³.

- **Reutilización de los residuos plásticos mezclados (otros)**

- **Arquitectura:** Cercas, bancas, cajas para plantas y compostaje, muelles, postes o pilotes.
- **Construcciones agropecuarias:** Casetas para porcicultura, estructuras de gallineros, cajas y macetas.
- **Transporte:** Paredes para aislamiento de ruidos, bases para señalización de tránsito, canales para drenajes, tableros para protección de cables, segmentos de pisos. Estibas, carretes para cables.

2.3.1.4. Vidrio. El vidrio es un material que por sus características es fácilmente recuperable. Concretamente el vidrio es 100 % reciclable, es decir, que a partir de un vidrio utilizado, puede fabricarse uno nuevo que puede tener las mismas características del primero. Esta facilidad de reutilización del vidrio abre un amplio abanico de posibilidades para que la sociedad y las administraciones afectadas puedan auto gestionarse de una manera fácil su medio ambiente.

³³ Ibid.,p.29

Es importante señalar que el reciclaje de vidrio necesita un 26% menos de energía que la producción original, en la que para crear un kilo de vidrio se necesitan unas 4.200 kilocalorías de energía. Además el material generado por reciclaje reduce en un 20% la contaminación atmosférica que provocaría por el proceso habitual, y disminuye en un 40% la contaminación de agua otro dato, la energía que se ahorra del procesamiento de una botella de cristal puede mantener encendida una bombilla de 100 watts durante 4 horas³⁴.

- ***Recuperación del vidrio***

El primer paso en el proceso de reciclado de vidrio es la limpieza. Aunque el vidrio se encuentre mezclado en distintos colores, no influye para la producción de nuevos vidrios y si el vidrio tiene color, se le trata con decolorante. Es por eso la importancia del blanco, ya que es más puro y minimiza el uso de decolorante.

Luego el vidrio es lavado en una especie de "lavarropas", el cual le va quitando los vestigios de tierra o de grasa que pueda poseer. Una vez que está limpio, va pasando por distintos tamices y martillos, en los que se va moliendo hasta lograr la granulometría necesaria. El próximo paso es por un recipiente especial con imanes donde quedan los vestigios de metal Una vez finalizado este proceso ya podemos decir que podemos producir más vidrios con este reciclado y no pierde sus características.

El proceso de fabricación del vidrio lleva una cantidad de materias primas como arena, carbonato, piedra caliza y vidrio reciclado, lo que permite reducir costos de producción y llevar a cabo procedimientos químicos de reciclaje como ejemplo la fundición³⁵.

2.4. COMPONENTES ELECTRICOS Y ELECTRONICOS IDENTIFICADOS DE E-WASTE

2.4.1. Computadores. Los resultados obtenidos a partir del desarrollo de las actividades correspondientes a los objetivos específicos en su fase de inicio, determina:

Para la primera parte informativa se tiene en cuenta los dispositivos como computadores tanto de escritorio como portátiles, donde las variaciones de los materiales de constitución dependen de la fabricación en torno a la microelectrónica pero los elementos base siguen siendo los mismos.

³⁴ INTERNATURA. El reciclaje del vidrio [en línea].

³⁵ Ibid.

Los materiales primordiales identificados según la MMC de USA y que deben ser separados de todos los tipos de materiales que son estudiados en general, en cuanto a sustancias más internas son.

- Plomo. Soldadura, los monitores de la CRT (plomo en cristal), batería Lead-acid.
- Lata: soldadura
- Cobre: alambre de cobre, pistas del tablero del circuito impreso.
- Aluminio: casi todas las mercancías electrónicas usando mas que algunos vatios de energía (disipadores de calor).
- Hierro: chasis
- Silicio: cristal, transistores, lcs, tableros del circuito impreso-
- Níquel y cadmio: baterías recargables
- Litio: batería de Litio-Ion
- Cinc: galvanoplastia para las piezas de acero-
- Oro: circuito impreso
- Americio
- Germanio: transistores
- Mercurio: tubos fluorescentes, pilas, relés, pantalla de LCD
- Sulfuro: batería Lead-acid.
- Plásticos: PCB, PCT, encontrados en los condensadores.
- Cadmio: pilas recargables
- Cloro parafinas: más del 90% en el PVC de los cables³⁶

El hecho de no realizar pruebas químicas no discrimina que estos elementos no se encuentren en el material, ya que son producto base de la fabricación de todos los dispositivos internos.(ver figura 6)

³⁶ MICROELECTRONICS AND COMPUTER TECHNOLOGY CORPORATION (MCC). Valuable Substances in e-waste [en línea].

Figura 6: Composición de una PC y un monitor de 14 pulgadas pesando entre ambos 27 Kg.

Elemento	Contenido (% del peso total)	Peso en kilogramos (kilogramos)	Eficiencia actual de reciclado
Plásticos	22,991	6.260,00	20%
Plomo	6,299	1.724,00	5%
Aluminio	14,172	3.856,00	80%
Germanio	0,0016	< 0,1	0%
Galio	0,0013	< 0,1	0%
Acero	20,471	5.580,00	80%
Estaño	1,008	0,272	70%
Cobre	6,928	1.905,00	90%
Bario	0,031	< 0,1	0%
Niquel	0,850	0,51	80%
Zinc	2,204	1,32	60%
Tantalio	0,016	< 0,1	0%
Indio	0,0016	< 0,1	60%
Vanadio	0,0002	< 0,1	0%
Berilio	0,0157	< 0,1	0%
Oro	0,0016	< 0,1	99%
Europio	0,0002	< 0,1	0%
Titanio	0,0157	< 0,1	0%
Rutenio	0,0016	< 0,1	80%

Cobalto	0,0157	< 0,1	85%
Paladio	0,0003	< 0,1	95%
Manganeso	0,0315	< 0,1	0%
Plata	0,0189	< 0,1	98%
Antimonio	0,0094	< 0,1	0%
Bismuto	0,0063	< 0,1	0%
Cromo	0,0063	< 0,1	0%
Cadmio	0,0094	< 0,1	0%
Selenio	0,0016	< 0,1	70%
Niobio	0,0002	< 0,1	0%
Mercurio	0,0022	< 0,1	0%
Arsénico	0,0013	< 0,1	0%
Silicio	24.8803	15	0%

Fuente: Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC). 1998. Electronics Industry.

En la actualidad la composición interna de los elementos de estudio a variado según la versatilidad del campo de la microelectrónica, pero las partes fundamentales o productos base siguen siendo los mismos, por lo cual no se hace un estudio por desarrollo tecnológico sino de materiales, porque solo cambia la velocidad y el tamaño de los dispositivos.

2.4.1.1. Partes reutilizables de computadores. Son reutilizables por que el utilizar las partes o componentes en buen estado de otros sistemas, permite mejorar diferentes equipos del mismo tipo.

Puertos

Unidad de CD o DVD.

Conectores.

Bastidor o caja (con la fuente incluida).

Teclado.

Regulador de voltaje.

Procesador, memorias, y discos duros

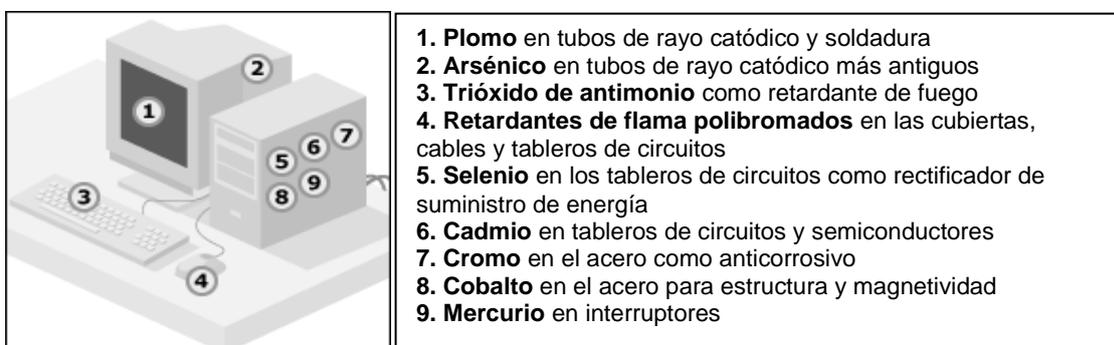
Partes y componentes similares en clasificación a los de un computador portátil.

2.4.1.2. Desechos tóxicos de computadores. Un informe realizado por la Universidad de Naciones Unidas en 2004 reveló que una PC promedio lleva materiales químicos y combustibles fósiles que pesan hasta 10 veces más que la misma máquina.

Según el informe, cerca de 70% de metales pesados, como plomo y mercurio, que se encuentran en los basureros públicos provienen de desechos electrónicos.

El informe reveló que la corta vida de una computadora estaba provocando una montaña de desechos tóxicos debido a la aglomeración del material en depósitos informales que hacían que los lixiviados del material, salieran y contaminaran, principalmente en la India y China que durante años se han estado convirtiendo en un basurero mundial, a merced de las grandes empresas productoras de los países desarrollados; este tipo de material es producido en los computadores en las siguientes partes. (Ver figura 7)

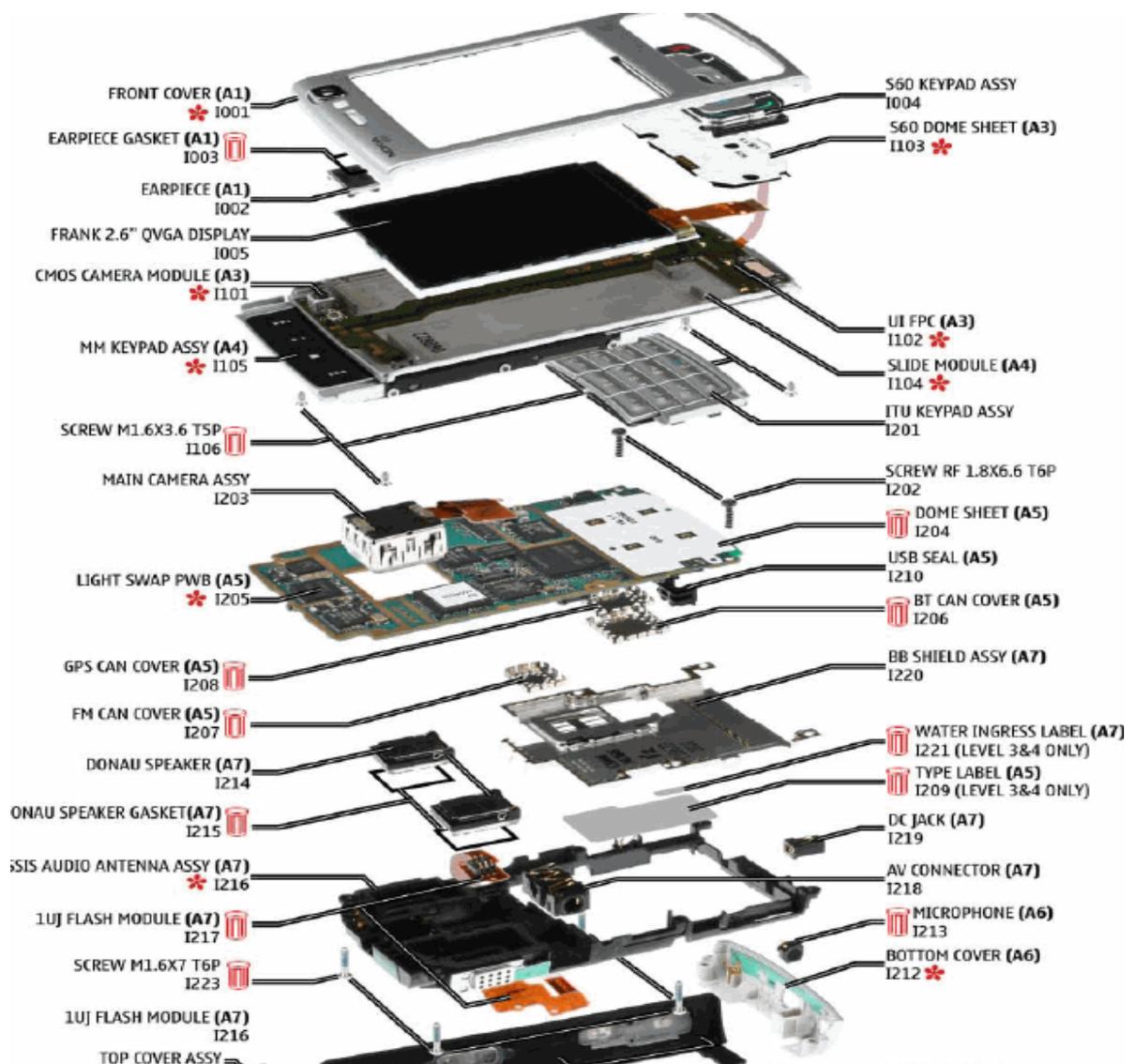
Figura 7: Desechos peligrosos



Fuente: http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_5117000/5117188.stm

2.4.2. Celulares. Los materiales encontrados en los celulares después del proceso que se realizó de desensamble manual y las investigaciones de los componentes a través de diferentes medios como internet, revistas y visitas a empresas de celulares, permiten que se evalúen de manera más práctica, no asociando el reciclaje al manejo de cada elemento en particular sino como un todo estructural, que pueda ser reutilizado, como por ejemplo en la fabricación de juguetes implementando los sistemas de señal, de recepción y transmisión para controlarlos remotamente o recuperar un celular de nuevo con sus partes reutilizables, según lo permiten los conceptos de ingeniería electrónica que se pueden aplicar en la implementación de un sistema en estos términos. (Ver figura 8)

Figura 8: Celulares



Fuente: http://devry.files.wordpress.com/2008/07/n95_service_manual.gif

La particularidad del caso, es la forma en que los elementos metálicos están constituidos en la estructura del celular, ya que se compone de materiales preciosos y metales que se pueden reciclar en general y todo esto debido a la cantidad de material que por lo general se da en toneladas.

Los materiales encontrados en estos dispositivos según la generalitat de catalunya son:

Más del 90% de los componentes de un móvil son reutilizables. El 58% es plástico; el 17%, vidrio, y el 25%, metales como hierro, cobre, plata e incluso oro. Las baterías son los elementos más contaminantes porque contienen elementos como el cadmio, el litio y metal hidruro. Con todo, el material máspreciado es el coltán, un metal capaz de soportar una alta carga eléctrica que se utiliza en todo tipo de aparatos electrónicos y permite que las baterías duren más³⁷.

Tabla 13: Composición de un celular de 113 gramos, sacándole la batería y el cargador

METAL	PESO /KILO	VALOR/KILO	VALOR NETO
PLASTICO	0,08	600	48
COBRE	0,016	12000	192
PLATA	0,00035	11000	3,85
ORO	0,000034	72000000	2448
PALLADIUN	0,000015	33857142,86	507,8571429
PLATINO	0,00000034	102000000	34,68
			3234,387143

Los elementos que se pueden reutilizar en celulares son los siguientes, porque el utilizar las partes o componentes en buen estado de otros sistemas, permite mejorar diferentes equipos del mismo tipo.

- Un micrófono microscópico;
- Un altavoz;
- Una pantalla de cristales líquidos o plasma;
- Un teclado;
- Una antena;
- Una batería;
- Una placa de circuitos.
- Microprocesador llamado DSP («Digital Signal Processor» - Procesador Digital de Señales)

³⁷ GENERALITAT DE CATALUNYA. Reciclar teléfonos móviles [en línea].

2.4.2.1. Desechos tóxicos de celulares. En los celulares se presentan los siguientes elementos tóxicos según datos tomados de la compañía de reciclaje basura cero, por que al igual que otros materiales como computadores los celulares tiene también elementos tóxicos que pueden ser perjudiciales a la salud humana³⁸.

Plomo

Arsénico

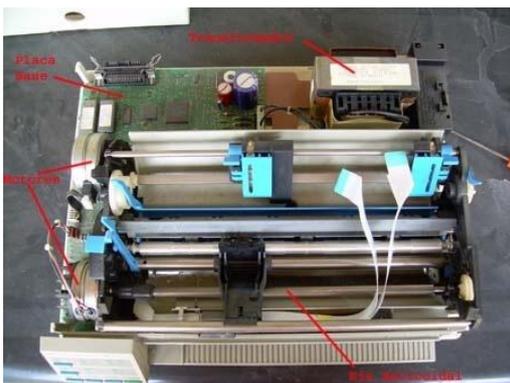
Trióxido de amonio

Polibromados (PBBs)

Constitutivos de las baterías

2.4.3. Impresora. En cuanto a las impresoras la mayor parte de sus componentes son reutilizables y posee gran cantidad de metal como aluminio especialmente en su estructura, el resto de los materiales son producto base similar al de aparatos como computadores pues se puede encontrar material como cobre y plástico; además de otros elementos tóxicos como plomo y arsénico; una impresora con el desarrollo tecnológico actual ha cambiado solo en tamaño pero los componentes base de elaboración siguen siendo los mismos.(Ver figura 9)

Figura 9: Impresora



Fuente: <http://www.ikkaro.com/files/impresora/despice-impresora.jpg>

³⁸ GREENPEACE. El lado tóxico de la telefonía móvil [en línea].

Materiales reutilizables de las impresoras porque el utilizar las partes o componentes en buen estado de otros sistemas, permite mejorar diferentes equipos del mismo tipo.

- Drivers de los motores paso a paso.
- Diodos schottky para eliminar la corriente regenerativa de los bobinados del motor. Son necesarios para algunos drivers que no los llevan internos.
- Memoria RAM. Es el buffer de la impresora.
- Memoria ROM. Contiene el mapa de bits del juego de caracteres.
- Chip driver USB.
- Detector de papel mencionado anteriormente.
- Fuente de alimentación. Se conecta y se miden las salidas. Suele tener una salida de 5V para la electrónica y otra de 24v a 36V para los motores y los inyectores.
- Motor de la cabeza.
- Motor de avance de papel.
- Piñones varios.
- Bomba de tinta.
- Sistema de limpieza de cabezales.

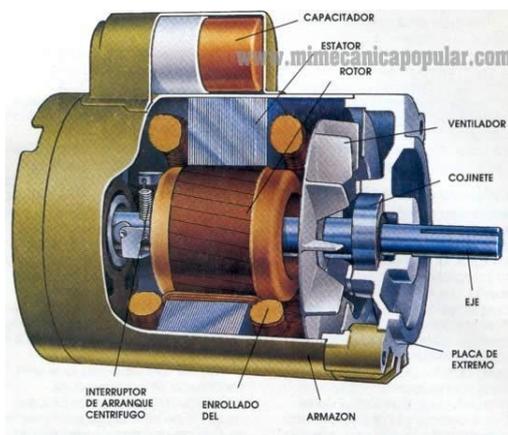
2.4.4. Motores eléctricos de lavadoras y neveras. Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Los motores eléctricos satisfacen una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, sostener o detener una carga. Estos motores se fabrican en potencias que varían desde una pequeña fracción de cabal o hasta varios miles y con una amplia variedad de velocidades, que pueden ser fijas, ajustables o variables.

Se consideran en el estudio solo motores de lavadoras y neveras dado que los índices de crecimiento de estos materiales según la investigación de campo, realizada en diferentes empresas del sector de reciclaje en Medellín, es bastante alto y la mayoría del producto es desechado sin consideración alguna, puesto que la factibilidad de mercado es baja por los costos que requiere reparar un motor de nuevo, es por ello que se eligió este tipo de material en pro de su amplio crecimiento. (Ver figura 10)

Los motores eléctricos son los más ágiles de todos en lo que respecta a variación de potencia y pueden pasar instantáneamente desde la posición de reposo a la de funcionamiento al máximo. Su tamaño es más reducido y pueden desarrollarse sistemas para manejar las ruedas desde un único motor, como en los automóviles.

Según la naturaleza de la corriente eléctrica transformada, los motores eléctricos se clasifican en motores de corriente continua, también denominada directa, motores de corriente alterna, que a su vez se agrupan, según su sistema de funcionamiento, en motores de inducción, motores sincrónicos y motores de colector.

Figura 10: Motores eléctricos



Fuente: http://motoreselectricos.files.wordpress.com/2009/06/trabaja_motor_electrico-a.jpg

Los materiales reutilizados en los motores debido al uso que se puede implementar en otros dispositivos de la misma clase son:

- Cobre
- Aluminio
- Carcasas

El cobre es probablemente el material más ampliamente usado como conductor, ya que combina dos propiedades importantes que son: alta conductividad con excelentes condiciones mecánicas y además tiene una relativa inmunidad a la oxidación y corrosión bajo ciertas condiciones de operación, es altamente maleable y dúctil.

En seguida del cobre, como propiedades de material conductor, el aluminio puro es más blando que el cobre y se puede hacer o fabricar en hojas o rollos laminados delgados.

Dentro de los materiales tóxicos encontrados en los motores según scrap se encuentra el plomo como principal elemento.

2.5. RESULTADO DE LAS PRUEBAS HECHAS SOBRE LOS DIFERENTES DISPOSITIVOS IDENTIFICADOS EN EL ESTUDIO TÉCNICO DE E-WASTE

Por parte de los investigadores se efectuó una prueba de desensamble manual a diferentes materiales eléctricos y electrónicos, mencionados anteriormente en los objetivos específicos como son computadores, celulares, motores e impresoras ver tabla, de donde se observó que:

2.5.1. Proceso de reciclaje de computadores. Verificación y funcionamiento de los equipos electrónicos obtenidos en la recolección. Este procedimiento se realiza con el 10% de las 150Ton(se hace un presupuesto de que el 10% está funcionando perfectamente para re-uso)

- Equipos utilizados
 - Pc
 - Monitores
 - Cables de poder
 - Mouse
 - Multimetros.
- Extracción de los dispositivos externos e internos del computador como son: carcasa, tarjetas de red, board, memorias, fuentes, cables de poder, correas de datos.
- Herramientas utilizadas
 - Destornilladores
 - Pinzas
 - Cautín
 - alicate

Respecto a los ordenadores el desensamble manual se puede realizar en aproximadamente 10 minutos, separando la carcasa de los materiales más internos en computadores de escritorio, en los portátiles el tiempo aproximado de desensamble es de 25 minutos, requiriendo más tiempo que un ordenador de escritorio, con el fin de no destruir partes que se puedan reutilizar; el resto de elementos internos varía en su disposición de acuerdo a la utilización de las partes.

- Desarme completo de los elementos contenidos en los dispositivos obtenidos en el desarme manual.

Con el resto de material interno de los ordenadores se concluyó, que el desmantelamiento o separación minuciosa parte por parte de cada elemento, tiene un tiempo de duración de 20 minutos, separando partes de discos duros, fuentes, componentes de tarjetas madres y periféricos.

2.5.2. Proceso de reciclaje de los celulares. Verificación y funcionamiento de los equipos electrónicos obtenidos en la recolección. Este procedimiento se realiza con el 10% de las 150Ton(se hace un supuesto de que el 10% está funcionando perfectamente para re-uso)

- Extracción de los dispositivos externos e internos del celular como son: carcasa, display, board, memorias.
- En los dispositivos de telefonía móvil (celulares) el desensamble o disociación de partes, tuvo un tiempo de 15 minutos, en el proceso se llevo a cabo la separación de la carcasa, motores vibradores, display, tarjetas de circuitos y cámaras en algunos dispositivos que contaban con este sistema.
- Herramientas utilizadas
 - Destornilladores de precisión.
 - Pinzas
 - Corta frio
 - Alicates

2.5.3. Proceso de reciclaje de las impresoras. Verificación y funcionamiento de los equipos electrónicos obtenidos en la recolección. Este procedimiento se realiza con el 10% de las 150Ton(se hace un supuesto de que el 10% está funcionando perfectamente para re-uso).

En las impresoras el proceso de separación de sus componentes varía según la marca, en especial su forma de su estructura; el desensamble toma un tiempo de 20 minutos, separando las partes mecánicas, circuitos, alambres y carcasa.

- Extracción de los dispositivos externos e internos de las impresoras como son: carcasa, motores paso a paso, display, rodillos, circuitos electronicos.
- Herramientas utilizadas
 - destornilladores
 - alicates

- pinzas
- alicate

2.5.4. Proceso de reciclaje de los motores de lavadoras y neveras.

Verificación y funcionamiento de los equipos electrónicos obtenidos en la recolección. Este procedimiento se realiza con el 10% de las 150Ton(se hace un supuesto de que el 10% está funcionando perfectamente para re-uso)

Los motores eléctricos de ambos equipos tanto lavadoras como neveras en su desensamble tardan 27 minutos, debido a que los dispositivos obsoletos vienen con carcasas metálicas muy solidas y con diferentes empalmes de soldadura, la cantidad de material que ofrece el motor en sí, se basa en bobinas, carcasas y alambrado, cuya disposición final se establece para trituración y fundición directa, en casos en que el motor se encuentre en condiciones de manejo, control, estructura firme y funcionamiento correcto se toma la opción de limpieza y calibración para un posterior re-uso.

- Extracción de los dispositivos externos e internos de los motores de lavadores y neveras como son: carcasa, alambre, escobillas, cobre, hierro, aluminio, rodillos, circuitos electrónicos.

- Herramientas utilizadas

- Prensa
- Destornilladores
- Taladro

- Es pertinente tener en cuenta si se reutilizaran los elementos para la posible reparación o implementación en otros dispositivos de las mismas características o si serán llevados a un proceso de trituración determinado por el estado del elemento, en cuanto a su correcto funcionamiento, que determina si es o no conducido a un posterior proceso químico de separación o incineración para fundición en especial de metales.

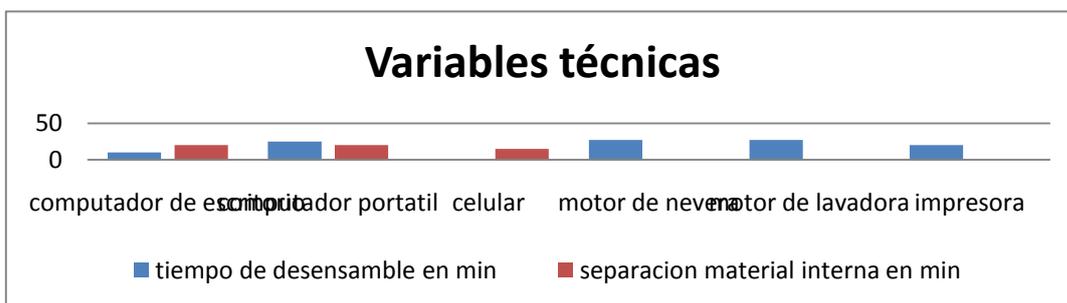
- Considerar, que los procesos llevados a cabo en la separación manual van ligados al manejo estándar, que se le brinda a este tipo de materiales en diferentes entidades informales de manejo de residuos eléctricos y electrónicos, pero realizado con los instrumentos básicos necesarios requeridos por cada elemento a desarmar, con el fin de efectuar un proceso

prolijo y con el mínimo efecto contraproducente posible, para la evaluación posterior de posible reuso.

- Para el desensamble de los equipos se debe tener en cuenta, que según los tiempos establecidos de desarme manual es solo viable considerar un 10% de elementos de la producción total de 150 toneladas, establecidas como parámetro mensual de reciclaje, debido a reducción de costos de producción, tiempo, utilización de operarios requeridos y capacitados para el manejo de los desechos raee e interés económico, pues es de mayor prioridad reciclar que reutilizar, observado desde un punto de vista de creación de una empresa y cantidad de material de reuso que se encuentre en un estado de funcionamiento optimo.
- Debido al riesgo que representa el manejo de material eléctrico y electrónico, se debe considerar la utilización de equipos básicos de seguridad en la etapa de desensamble manual, como por ejemplo gafas, guantes, ropa adecuada y calzado no conductor de energía, además de las herramientas adecuadas y la reglamentación, según la norma de riesgos profesionales para el manejo de equipos con riesgo de descarga eléctrica y material corrosivo.
- La forma manual de desensamble es viable económica y temporalmente si el proceso es llevado a cabo por al menos 7 personas desensamblando, 5 revisando componentes para ver su factibilidad de proceso de ensamblaje y separación para reuso o trituración del material para la separación química.

Para una mejor comprensión de los resultados de las pruebas realizadas a los materiales eléctricos y electrónicos base del estudio, se presenta la siguiente tabla con detalle del proceso (ver tabla 14).

Tabla 14: Variables técnicas



Los datos anteriormente tabulados, representan gráficamente la disposición temporal de separación de elementos en minutos, donde se puede notar que estos tiempos individualmente generan una viabilidad de operación de desarme no superior al 10% de las 150 toneladas establecidas en el parámetro mensual de reciclaje, es decir se calculo que la viabilidad de producción de un operario

es más eficiente si se dedica al reciclaje de los elementos en lugar de su reparación, los datos fueron desarrollados de la siguiente manera:

150Ton de productos en recolección para reciclaje de un mes, equivale a 5Ton/día; 5Ton de productos en reciclaje equivale a 0.21Ton/hora. Con el análisis realizado para 3 productos como supuestos base (plástico, cobre y plata), se establece que habría una rentabilidad de producción por hora de \$35.000 debido a los precios de los materiales y a la cantidad específica de las 150Ton, mientras que reparando 150Ton y asegurando que se vendan todas las unidades reparadas, se tendría ganancia de producción de \$8400 por hora y teniendo el equivalente de las 15 Ton que serian el 10% de las 150Ton equivale a \$840 por hora en producción. Visto de esta manera es mucho más rentable reciclar que reutilizar y el tiempo de desensamble determina los costos de producción.

- **Fotos del desarme manual.** Etapas de desarrollo de desarme manual, con los equipos obsequiados por parte de la universidad de envigado para el estudio, se realizaron procesos de desarme manual, el primer paso fue el almacenaje de todos los equipos para su posterior desensamble (ver figura 11a, figura 11b, figura 11c).

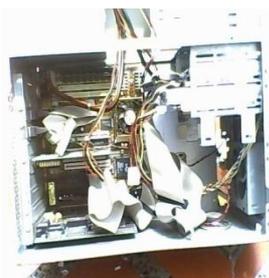
Figura 11a: Proceso de almacenaje



Fuente: Personal de los investigadores

El almacenaje es el proceso en el cual los dispositivos son recolectados de los diferentes proveedores de materiales electrónicos, para su posterior proceso de reciclaje.

Figura 11b: Partes internas del dispositivo



Identificación de los elementos internos de los equipos para realizar el proceso de extracción manual, tanto de la carcasa como sus materiales internos, como son tarjetas de circuitos; lo cual implica la utilización de diferentes herramientas adecuadas para desarme como son destornilladores, pinzas, y equipos de seguridad industrial como guantes, gafas, casco y botas aislantes.

Fuente: Personal de los investigadores

Figura 11c: Desensamble completo

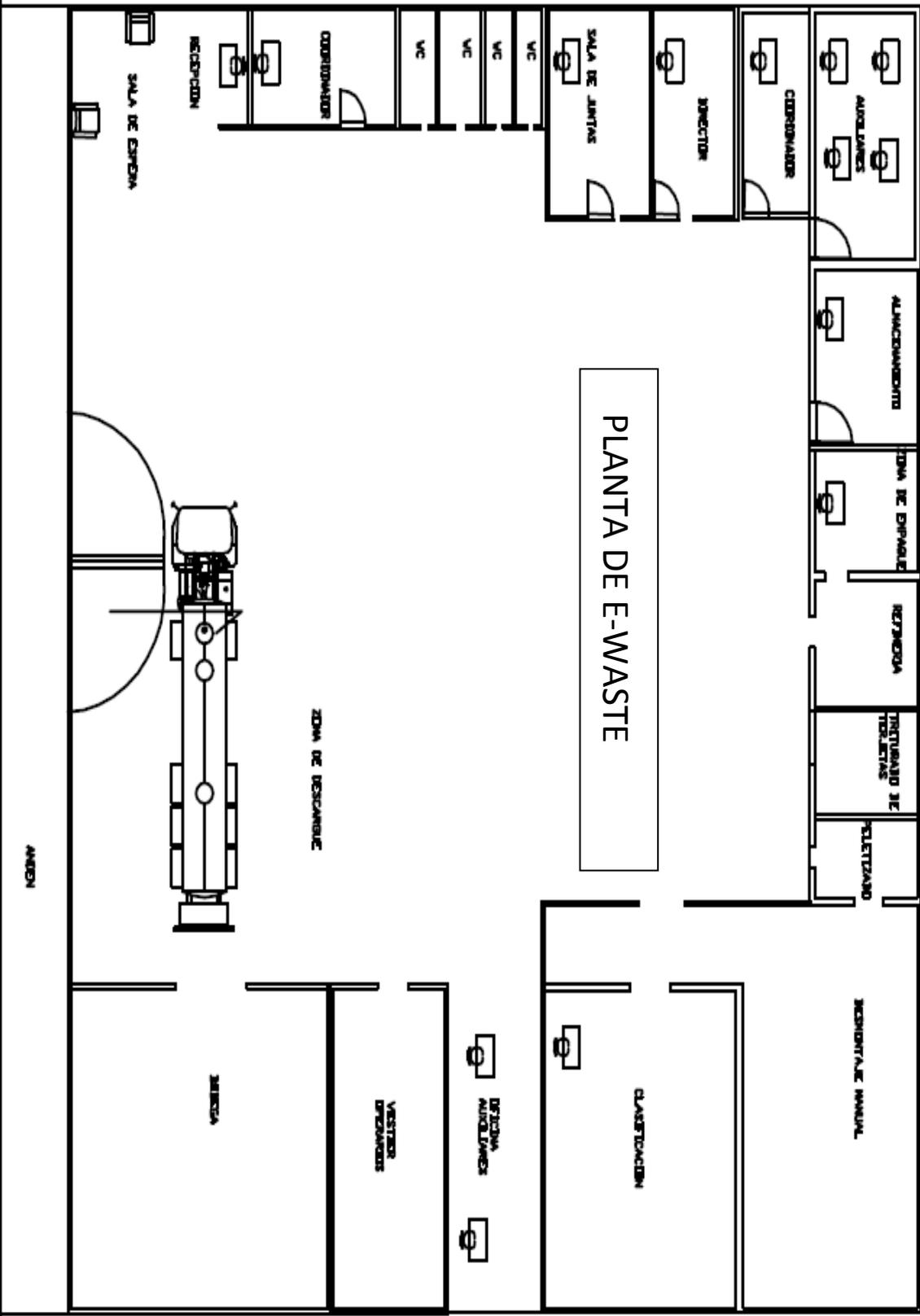


Esta imagen representa la separación completa y manual de los elementos internos del computador; se observa cada elemento que contiene el dispositivo y es en este punto donde se identifican y se clasifican los materiales que van a ser reciclados o reutilizados después un proceso de evaluación de correcto funcionamiento, luego se determina cuales los dispositivos van al proceso de trituración para su posterior separación química.

Fuente: Personal de los investigadores

También se presenta un posible diseño de estructura de planta para manejo de reciclaje y un diagrama esquemático del modulo de operación de reciclaje electrónico y planos de la planta de reciclaje. (Ver figura 12).

Figura 12: Plano de la planta



- **MODULO DE OPERACIÓN**

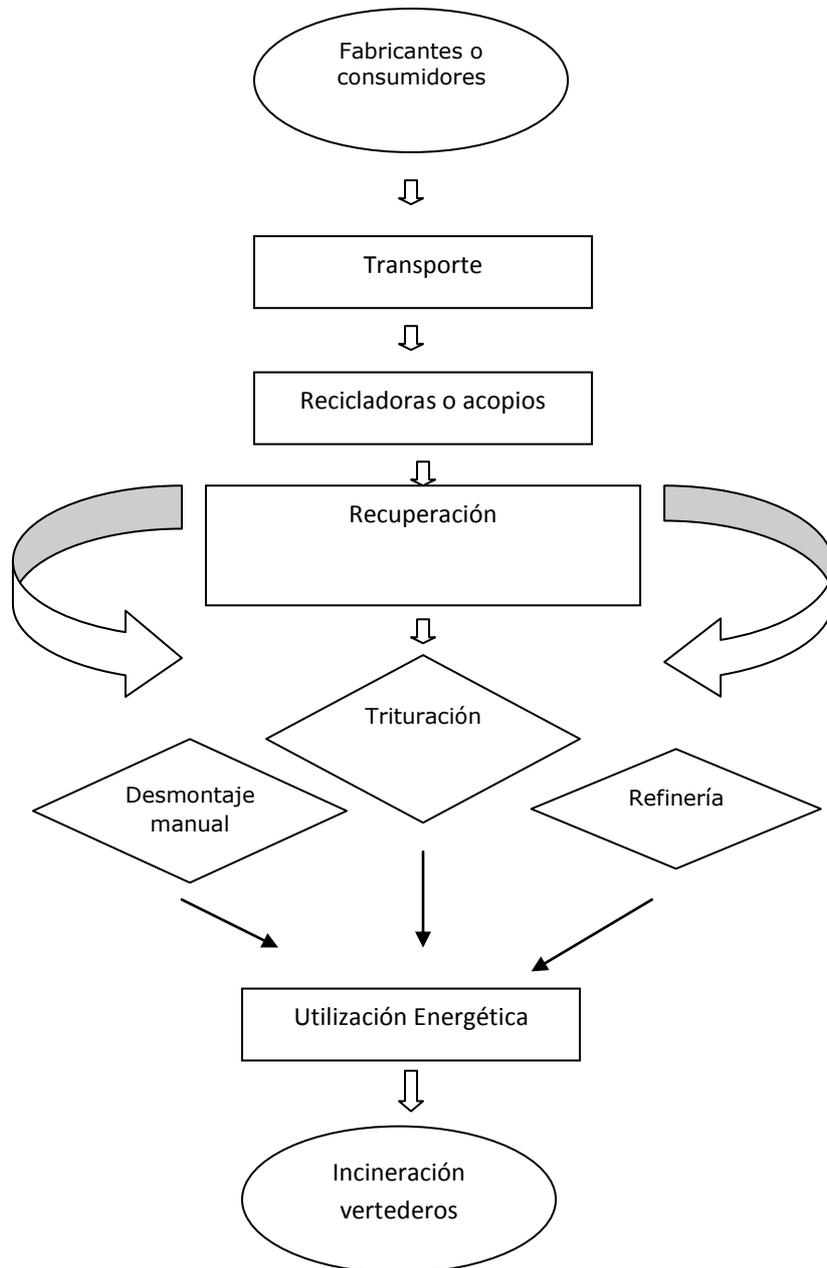
- **Fabricantes o consumidores:** son los proveedores de equipos eléctricos y equipos electrónicos que terminaron la vida útil.
- **Transporte:** se recoge los equipos obsoletos en diferentes lugares para ser llevados a la planta.
- **Recicladoras o acopios:** los equipos llegan a la planta y es descargado en el área de bodega donde luego se procede a pesar.
- **Recuperación:** es donde se inicia un preclasificación para separar los artículos en equipos eléctricos y equipos electrónicos.
- **Desmontaje manual:** en esta etapa se procede a la desmantelación del equipo para posteriormente clasificar cada uno de sus componentes (plástico, circuito, batería).
- **Trituración:** se le hace a las tarjetas electrónicas antes empezar el proceso de refinería.
- **Refinería:** es el proceso químico que se le hace a las tarjetas para sacar metales como, oro, plata, cobre, aluminio, hierro.
- **Incineración vertederos:** es el proceso final que se hace con los residuos tóxicos por medio de incineración en vertedero utilizando estos elementos como materia prima. (Ver figura 13)

Se garantiza la más estricta confidencialidad respecto de dicha información y se advierte de dicho deber de confidencialidad y secreto a cualquier persona que por su relación con él, abstenerse de reproducir, modificar, hacer pública o divulgar la información de nuestro diseño y modo de operación de la planta.

Figura 13: Modulo de operación

MÓDULO DE OPERACIONES.

DIAGRAMA DE FLUJO



Fuente: Investigadores

3. PLAN DE NEGOCIO, MERCADO E IDENTIFICACION FINANCIERA.

El análisis de la factibilidad de mercado de los materiales eléctricos y electrónicos de acuerdo a los objetivos específicos, se realiza mediante un plan de negocios básico, donde se determina el mercado y la implementación de re-uso del material desde un punto de vista financiero.

En este plan de negocios, se estudia la función de producción, detallando cómo se van a gestionar los recursos involucrados en la generación del producto y en la prestación del servicio que se ha previsto ofrecer, de forma que se puedan alcanzar fuertes ventajas sostenibles frente a la competencia.

Se debe considerar que un problema del tipo ambiental nos afecta a todos y principalmente cuando se trata de elementos que se están convirtiendo en parte de nuestras vidas, como es el caso de todos los dispositivos eléctricos y electrónicos modernos que cada vez son de mayor consumo.

La forma de evitar que los residuos rae continúen con su proliferación, es ver en ellos más que un problema una oportunidad de negocio desde el punto de vista de su manejo adecuado, comenzando por analizar la situación de desarme manual y convirtiéndolo en un proceso sistematizado mediante conceptos de ingeniería electrónica.

3.1. EL MODELO DE MERCADO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

El paradigma de los derechos de propiedad versus el análisis del balance de materiales.

La falta de organización en la distribución y creación de los nuevos instrumentos tecnológicos, han generado problemas ambientales que generalmente con la demanda de la sociedad se han escondido minuciosamente dentro del crecimiento económico y el bienestar personal.

La evolución de la sociedad a través de la maximización de los beneficios individuales ha disminuido el cuidado de la propiedad pública y ha llevado a la sobreexplotación de los recursos considerados bien común. Dentro del propósito de las nuevas investigaciones esta el desarrollo de tecnologías ambientales que no degraden ni atenten contra el entorno, sino que en cierta

medida garanticen un control óptimo para un adecuado uso de los nuevos avances científicos³⁹.

Los conceptos de organización y predisposición de los materiales usados nuevamente como alternativa para la economía, ha llevado a una disminución de recursos que conservan el medio ambiente. Con los grandes avances que actualmente se presentan en nueva tecnología, se está recurriendo cada vez más a que las políticas de gobierno sean más flexibles a la hora de la producción de los componentes electrónicos, lo cual es más frecuente encontrar en los componentes electrónicos, elementos contaminantes y nocivos para la salud.

Dentro del desarrollo e innovación de nuevas tecnologías se ha pensado en medios electrónicos que permitan separar de manera óptima todos los materiales, sin desaprovechar lo más mínimo del elemento. Con la reutilización se evita que se tenga que recurrir nuevamente a la explotación de la tierra, para que produzca nuevamente los factores primarios; para lo cual se debe dar una unión entre la ciencia y el medio ambiente que garantiza la larga vida de la tecnología que ha dejado de ser usada por el consumidor y de la cual no se tiene otro uso. Es por esto que en base a la organización estructural de pensamiento del hombre y a su facilidad de crear nuevas ideas; se podría hablar de una evaluación estrecha que instituirá su creación conjuntamente con la conciencia de considerar al medio ambiente como un bien público y único en su naturaleza.

Además de lo anterior se establecen los derechos de propiedad , donde los contaminadores compensan los daños hechos por sus diferentes practicas, lo cual indica remuneraciones en dinero sea por multas o agravios a los de más y así crear un concepto organizativo que permita un mejor y mas eficiente manejo de recursos ,caracterizados por factores óptimos que no afecten a la sociedad y generen mayor competitividad en las empresas, todo ello se logra creando conciencia evolutiva ,con sentido social y de pertenencia, fortificando un desarrollo sostenible en hacino colectiva que mejore el mercado existente de materiales como los RAEE

El balance de materiales permite desde un análisis económico, determinar que se pueden establecer niveles de proliferación de estos, económicamente óptimos, es decir equilibrar el daño provocado por los desperdicios, con la oportunidad de negocio que estos establecen a través de políticas gubernamentales, que soporten bajo términos legales el control de la

³⁹ PEARCE, David W. y TURNER, R. Ferry Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente. Madrid: Colegio de Economistas de Madrid, Celeste Ediciones, 1995.pg.30-38.

producción y la racionalización de los recursos recuperables, de modo que se visualice el parámetro de costo –beneficio⁴⁰.

El problema de la basura electrónica tiene relativamente poco, pues en la última década la tecnología ha avanzado exponencialmente de igual manera que la venta, convirtiéndose en un problema para los países consumidores de tecnología ya que no se tenían las leyes para el manejo adecuado de la basura electrónica, ni se ha desarrollado suficientemente la tecnología para el rehúso, reciclado y disposición tan rápido como el ritmo con el que la basura se genera.

Con todo ello, ha habido por parte de la sociedad y de algunos gobiernos, iniciativas para disponer adecuadamente estos residuos, pero no ha sido suficiente, puesto que el ritmo de generación de estos residuos rebasa la capacidad de su esfuerzo y en muchas ocasiones la voluntad de las agencias gubernamentales.

El control del medio ambiente interno es muy importante, dado que cualquier sub proceso dentro de la producción de los equipos electrónicos pueden generar sólidos suspendidos en el ambiente, estos sólidos suspendidos en el ambiente son partículas muy pequeñas (Polvo), que pueden ser medidas con equipo especial, capaz de medir partículas de 01 μ m, hasta 5 μ m, la información que sacamos de las mediciones de partículas nos ayuda a establecer parámetros y así poder hacer comparaciones con los parámetros que manejan los cuartos limpios de industrias electrónicas de procesos que requieren condiciones ambientales altamente especializadas. Es importante hacer hincapié de que los parámetros que se intentan obtener no son los de un cuarto limpio, dado que esos parámetros están bien especificados y estandarizados, los parámetros que se intentan obtener, son parámetros que no están establecidos en la industria electrónica los cuales se encuentran entre no tener ningún control, trabajar con las condiciones ambientales que se encuentran en el lugar donde se encuentran establecidos o tener sistemas de medición que nos puedan ayudar a tener condiciones ambientales adecuadas y que permitan que el proceso productivo sea más eficiente y con la menor cantidad de producto que no pase el control de calidad por fallas.

Las nuevas leyes en Europa y Japón están turnando la responsabilidad de la basura electrónica de contribuyentes, autoridades locales y gobiernos, a los fabricantes de los productos. Estas leyes también prohíben el uso de ciertas

⁴⁰ SCERPFILERS. Disminución de residuos electrónicos, provocados por corrosión [en línea].

sustancias. Como respuesta a ello, las compañías en los mercados de la Unión Europea y Japón, están sustituyendo las sustancias prohibidas y rediseñando sus productos a fin de que su desmantelamiento o reciclado sea más fácil y seguro cuando hayan sido desechados y regresados a ellos⁴¹.

3.2. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

Una evaluación preliminar de productos y servicios permite discernir que el lanzamiento de nuevos productos para cualquier empresa constituye un esfuerzo económico crucial, y un riesgo asociado, que mal calculado, puede resentir y en mucho la posición competitiva de la empresa. Luego de un detallado análisis de la problemática mundial con respecto a los desechos electrónicos y con base en el contenido de la carrera de electrónica, indagaciones en Internet, entrevistas con entes públicos expertos en la materia y por noticias acerca del manejo integral de residuos raee; se abarca el tema del reciclaje electrónico como medio de empleo y fuente de renovación del medio ambiente, tomando como base la transformación, recuperación y comercialización de productos sacados de otros que son reciclados para venderlos a un menor precio.

Todo el análisis con el fin de dar a conocer las ventajas comerciales que ofrece el mercado de reciclaje, pues la materia prima resulta de los desechos para la creación de nuevos elementos a menor costo de venta y producción, además de generar negocios alternos competitivos en prestación de servicios de manejo y recuperación de materiales y venta de artículos de reuso.

En el sistema de reuso es viable crear una planta o un acopio de basura electrónica (dispositivos eléctricos y electrónicos) donde se pueda seguir un proceso de clasificación; separando cuidadosamente el material o partes que estén en buen estado que puedan ser reutilizadas o servir como repuestos, así como la recuperación de materia prima a través de la de-manufactura, trabajando como una empresa prestadora de servicios donde se puede recuperar metales como acero, latón, níquel, estaño, oro, plata, etc., igualmente plásticos y vidrio a través de procesos de refinamiento y reciclaje por medio de tratamiento químico, lo cual hace parte de un conglomerado de prestaciones posibles en cuanto a la utilización integral de los recursos de reciclaje.

⁴¹ SCRIBD. Basura electrónica [en línea].

3.3. ESTUDIO DE MERCADO Y OPERACIÓN DE USO

Permite evaluar la viabilidad y situación actual del problema, para así determinar el cumplimiento de las condiciones de adaptabilidad y proyección propia en un lugar determinado.

Donde se debe tener en cuenta que los hábitos de consumo, costumbre de la gente y su capacidad adquisitiva.

Además de visualizar la cantidad proporcional que se tiene de material (oferta) a ser reciclado por habitantes y sector empresarial.

3.4. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

3.4.1. Mercado objetivo. De acuerdo con el análisis de sectores de posible venta de material, que se realizó como salida de campo, se determinó que los posibles clientes estarían delimitados en las siguientes zonas de mercado, además se contó con la colaboración de personas expertas en el tema de manejo de desperdicios electrónicos, de las cuales se recopiló información por medio de entrevistas.

- Centros de acopio de reciclaje: en la de Medellín existe cantidad de estos sitios, en donde dentro de la variedad de materiales que reciclan se encuentran dispositivos electrónicos que venden para sacarle partes que puedan estar en buen estado o simplemente los botan porque no hacen parte de la cadena de reciclaje.
- Empresas matrices de los productores o distribuidores de tecnología: el mercado con este tipo de empresas va dirigido más a la recolección y transporte de sus productos. Ya que empresas multinacionales como Nokia, Motorola, HP, Epson entre otras han puesto en marcha proyectos de reciclaje de sus propios productos.
- Consumidores en general de aparatos eléctricos y electrónicos: en este mercado se tendría que diseñar estrategias de recolección.
- Empresas de aseo municipales.
- Talleres de reparación de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Empresas que manejan aparatos que contengan residuos peligrosos, estas deben cumplir con la legislación del ministerio de medio ambiente acerca de dichos residuos.

3.4.2. Perfil de los clientes. Las siguientes tablas muestran un mercado objetivo que es referente como proveedor y receptor de los diferentes materiales de reciclaje, se dan descripciones de los clientes y posibles competidores.

Tabla 15: Perfiles

Cliente	Descripción
Personas y familias	Personas del común, que en sus casas acumulan chatarra electrónica en desuso.
Empresas	-Empresas distribuidoras de aparatos electrónicos. Principalmente vendedores de impresoras, computadoras y celulares. -Empresas que desean destruir sus archivos contenidos en medios electrónicos o magnéticos.
Recicladores convencionales	Dentro sus acopios se encuentran mucha basura electrónica, la cual no es su mercado objetivo.

Tabla 16: Análisis de la oferta o competencia.

Nombre de la empresa		GAIVITARE
Tipo de producto		
Servicio	Residuos eléctricos y electrónicos, residuos sólidos, aguas residuales, emisiones atmosféricas, suelos	
Características del servicio	Gestión de residuos sólidos, estudios y planes de impacto y manejo ambiental, gestión de licencias.	
Ubicación de la empresa	Bogotá	
Clientes de la empresa	Empresas que fabrican o comercializan toda clase de aparatos eléctricos y electrónicos.	
Nombre de la empresa		LITO
Tipo de producto		
Servicio	Dirigidos a empresas que producen diferentes tipos de residuos industriales, especialmente las del sector eléctrico y de telecomunicaciones.	
Características del servicio	Recuperación de partes tecnológicas que puedan ser utilizadas en la pequeña y mediana empresa	
Ubicación de la empresa	Medellín, Bogotá, Cali y barranquilla	
Clientes de la empresa	Avianca, babaria, codensa, epm, epsa, isa, electrocosta enertolioma	

Nombre de la empresa		ECYCLING
Tipo de producto		
Servicio	Reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos	
Características del servicio	Recuperación y reciclaje de partes electrónicas	
Ubicación de la empresa	Rionegro	
Clientes de la empresa	Sector general	
Nombre de la empresa		ECOEficiencia
Tipo de producto		
Servicio	Ofrecen servicios complementarios para el manejo integral de residuos	
Características del servicio	Administración y operación Centro de Acopio Auditorías de certificación de destino final Auditorías de separación en la fuente Suministro de recipientes Suministro de personal Suministro de equipos Recolección Interna Capacitaciones	
Ubicación de la empresa	Bogotá	
Clientes de la empresa	Sector general	
Nombre de la empresa		RECYCABLES
Tipo de producto		
Servicio	Han desarrollado un proceso permite llevar a cabo la recuperación de los diferentes materiales y elementos presentes en productos electrónicos	
Características del servicio	Procesamiento de diferentes materiales eléctricos y electrónicos bien sea por ellos mismos u otras empresas	
Ubicación de la empresa	Cartagena	
Clientes de la empresa	Sector general, ecoeficiencia	

Las empresas que fueron motivo de visitas y entrevistas, tienen connotación en torno a la propuesta de recuperación de los componentes para reciclar, con productos y servicios que van ligados a la recuperación integral de elementos, pero ninguna lleva a cabo un proceso completo de disposición final de los materiales, como es el caso de la separación química, primero por ser una

tecnología un poco costosa en cuanto a la implementación y segundo porque toman en cuenta la viabilidad de llevar a cabo el proceso final de refinamiento por medio de outsourcing; desde esta perspectiva el negocio en la parte final de disposición de los materiales, es favorable y abre un nuevo mercado inexistente en el medio empresarial en Colombia.

3.4.3. Estrategia de publicidad y divulgación. En el estudio se observó que existen métodos de divulgación en asociación con empresas que son productoras de desperdicios y que estarían dispuestas a colaborar, con campañas y publicidad con el fin de evitar mayores impuestos y así mantener el compromiso que tienen con el producto al final de su vida útil. Es así que empresas como Tigo estarían dispuestas a negociar y a realizar campañas masivas de recolección de equipos.

La tabla 17 representa la posible forma de publicación de la información correspondiente al tema de reciclaje electrónico.

Tabla 17: Estrategias de publicación

Elemento	Distribución porcentual	Partida de gasto	Gasto de comercialización
Publicidad	50%	\$ 5000000	\$3000000
Relaciones públicas y comerciales	50%	\$4000000	\$3000000
Total	100%	\$90000000	\$6000000

Se deben tener presente los medios de distribución de los diferentes materiales y los posibles clientes

Tabla 18: canales de venta

Canales o medios de venta			
Venta directa	Mayoristas	Minoristas	Tiendas departamentales
Franquicias	Correo directo	Internet	Catálogo

3.4.4. Estudio operativo y comercial. El estudio comercial hace énfasis a la estrategia a usar y medios de canalización de información para distribución,

adquisición y disposición final de los materiales a usar así como también la forma de producción y operatividad del los mismos teniendo en cuenta que deben ser automatizados.

Tabla 19: Canales de comercialización.

Producto	Canal
Metales	Refinerías, empresas afines
Cintas magnéticas, cd's, bases de datos	Empresas que deseen destruir sus archivos.
Aparatos eléctricos	Empresas según la línea de clasificación (blanca, gris , café)
Celulares	Operadores de telefonía móvil
Impresoras y aparatos informáticos	Distribuidores y comercializadores. Acopios de reciclaje común.
Motores	Acopios de reciclaje común y centros de bobinado

Precios indicativos de mercadería en países con capacidad y aprobación para reciclar, fundir o refinar los aparatos o sus piezas, estos precios están de acuerdo al peso por toneladas.

Figura 14: Precios de mercado internacional

CATEGORÍAS DE RAEE NEGOCIADAS CON MERCADERÍA PUESTA EN EE.UU. O LA UE (con transporte, seguros, tasas, impuestos, etc.)	PRECIOS DE MERCADO		UNIDAD	MONEDA
	Menos de un Contenedor	Más de un contenedor		
PC usadas completa sin desmontaje	32.50	65.00	ton	USD \$
CPUs usados completa sin desmontaje	35.75	71.50	ton	USD \$
Scrap de drivers	29.25	58.50	ton	USD \$
Scrap de teclados	8.12	16.25	ton	USD \$
Scrap de impresoras	11.38	22.75	ton	USD \$
Scrap de scanners	9.75	19.50	ton	USD \$
Residuos de Cintas Magnéticas	40.00	80.00	ton	USD \$
Scrap de discos de 3 1/2	40.00	80.00	ton	USD \$
Scrap de CD o DVDs	60.00	120.00	ton	USD \$
Circuitos impresos seleccionados	540.00	1,080.00	ton	USD \$
Circuitos impresos sucios	420.00	860.00	ton	USD \$
Circuitos impresos soldados	480.00	960.00	ton	USD \$

Se plantea una serie de objetivos para su posible cumplimiento a corto, mediano y largo plazo.

Tabla 20: Objetivos estratégicos.

Corto Plazo de 0 a 2 años	<ul style="list-style-type: none"> • Encontrar un lugar estratégico para ubicar la empresa • Seleccionar el mercado objetivo. • Seleccionar al personal adecuado para el buen desempeño de la empresa. • Probar el producto. • Gestionar y obtener permisos y licencias
Mediano plazo de 3 a 5 años	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar capacidad de producción. • Contactar o ampliar el mercado objetivo. • Darnos a conocer a nivel nacional
Largo plazo 5 años o más	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar capacidad de producción. • Abrir oficinas o sucursales en ciudades como Bogotá, Cali, Barranquilla y Bucaramanga. • Evaluar la participación del mercado. • Evaluar el posicionamiento. • Incursionar en mercados internacionales.

Tabla 21: Matriz DOFA.

DOFA	Oportunidades del mercado	Amenazas del mercado
Fortalezas de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> • Única empresa encargada del reciclaje de desechos electrónicos a nivel nacional con refinería. • Recuperación de materiales como el cobre, el mercurio entre otras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrar a competir a nivel nacional con las empresas de reciclaje antes mencionadas en los competidores.

Debilidades de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Inicialmente la falta de experiencia. • Maquinaria insuficiente. • Capital de inicio corto al compensar endeudamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • La falta de concientización del país acerca del reciclaje de desechos electrónicos. • La larga duración que le dan en Colombia a los aparatos electrónicos.
----------------------------------	---	--

Tabla donde se muestra el proceso de reciclaje. de acuerdo al material se establece el proceso de producción, la tecnología que se requiere y la forma de realizarlo; ya sea de una forma propia o acudiendo a otras empresas y terceros.

Tabla 22: Estrategia de mercado.

Aspectos técnicos	Producto 1 o servicio	Producto 2 o servicio	Producto 3 o servicio	Producto 4 o servicio	Producto 5 o servicio
Nombre	PLASTICO RECICLABLE	RECICLADO DE METALES	RECOLECCION	VENTA DE EQUIPOS RECUPERADOS COMPONENTES Y REUTILIZADOS	SOPORTE MANTENIMIENTO DISEÑO PLAN CHARLAS Y DSTRUCCION DE ARCHIVOS
Capacidad de producción (Unidad/hora/día/mes)	30 TON	60 TON	100 A 150 TON	3 TON	
Características (físicoquímicas, climáticas)	POLIURETANO POLICARBONATO POLIETILENO ABS	ORO, PLATINO, COBRE ETC			
Diseño					PLANES ESTRATEGICOS INSTRUCCIÓN Y MANEJO DE MATERIALES
Tamaño	TON, KILO, GRAMOS	TON, KILO, GRAMOS	TON, KILO, GRAMOS	TON, KILO, GRAMOS	

Materias primas e insumos	150 TON	150 TON	150 TON		
Forma de producción (propia, terceros)	PROPIA				
Tecnología	PELETIZADO	SEPARACION QUIMICA	INTERNET CAMIONES LOGISTICA	COMERCIO	ASESORIA
Factores ambientales	NORMAS	NORMAS	NORMAS	RECICLADO	CAPACITACION
Características de empaque y embalaje	SACOS-PELETS	LAMINAS Y LINGOTES		CAJAS	
Almacenamiento	BODEGAS	BODEGAS	BODEGAS	BODEGAS	SALAS
VENTA	CONTADO ,30,40,60 DIAS	CONTADO ,30,40,60DIAS	CONTADO ,30,40,60DIAS		CONTADO ,30,40,60 DIAS

Tabla 23: Ficha de costos variables.

Proceso	Descripción detalla de la actividad	Responsable	Máquinas y Equipos	Insumos	Costos
Recepción	Descarga de material	operarios	Bodega y vehículo de carga	Insumos de seguridad industrial	\$1000000
Pesaje	Pesar todo material antes de su almacenamiento	operarios	Báscula		\$1000000
Inspección	Se separa lo eléctrico y lo electrónico, teniendo en cuenta las líneas de clasificación de los RAEE.	operarios	Manual	Destornilladores, taladros, material para desensamblaje	\$3000000
Desmantelación	Desmontaje total de partes	Operario calificado	Maquinaria especial.		\$2000000

clasificación	Clasificación según el tipo de material (plástico, vidrio, baterías, residuos peligrosos, tarjetas impresas, etc)	Operario e ingenieros.	Maquinaria especial.		\$5000000
---------------	---	------------------------	----------------------	--	-----------

Tabla 24: Costos variables por unidad producida en kilos

MATERIALES	PC ESCRITORIO Y PORTATIL/KILOS	CELULAR /KILOS	MOTOR/KILOS	PRECIO KILO	TOTAL NETO
PLASTICOS	8	0.08	1	600	4248
COBRE	2	0.016	9	12000	132192
PLATA	0.0189	0.00035	0	11000	211.75
ORO	0.0016	0.000034	0	72000000	117648
PALLADIUM	0.0003	0.000015	0	33857142.86	10665
PLATINO	0	0.00000034	0	102000000	34.68
ACERO	8	0	1	1500	10500
NIQUEL	0.51	0	0	30000	15300
ZINC	1.32	0	0	1440	1900.8
INDIO	0.0016	0	0	300000	480
PLOMO	1.7	0	0	4000	6800
ALUMINIO	4	0	1	2500	12500
					312480.23

Tabla 25: Costos fijos por el primer año de producción

Recurso	Cantidad	Unidad	Costo unidad	Costo total
Arriendo	1 (al mes)	Mes	\$15000000	\$180.000.000
Servicios Públicos	1 (al mes)	Mes	\$ 6000000	\$ 72.000.000
Mantenimiento Preventivo	2 (al año) 5 A 7 maquinas	Mes	\$ 2000000	\$ 24.000.000
Papelería		Kit	\$ 200000	\$ 2.400.000
Suministros de Cafetería y Aseo		Kit	\$ 100000	\$ 1.200.000

Honorarios Contador y Revisor Fiscal		Mes	\$1200000	\$14.400.000
Viáticos y Gastos de Viaje			\$ 400000	\$ 4.800.000
Publicidad y Promoción	5 al año		\$ 1000000	\$ 12.000.000
Gastos Legales	2 al año		\$ 500000	\$ 1.000.000
Seguros	1		\$6000000	\$ 6.000.000
Material de Seguridad Industrial	C/mes		\$ 250000	\$ 3.000.000
Subtotal costos fijos				\$311.560.000

El valor total mensual de gastos fijos es aprox. de \$ 33080000

Gastos de arriendo y otros pueden variar dependiendo si se compra lote y si se realizan algunos outsourcing

Tabla 26: Gastos de personal aproximado (interno) y expuesto a modificación

TABLA DE PERSONAL Y NOMINA					
<i>Perfiles</i>	<i>CANT</i>	<i>Salario Mensual</i>	<i>Prestaciones</i>	<i>Salario total</i>	<i>Salario anual</i>
<i>Equipo Técnico</i>					
<i>Operarios</i>	<i>7</i>	<i>\$461.500</i>	<i>\$346125</i>	<i>\$5653375</i>	<i>\$67840500</i>
<i>Asesores Comerciales</i>	<i>1</i>	<i>\$600.000</i>	<i>\$450000</i>	<i>\$ 1050000</i>	<i>\$12600000</i>
<i>Ingenieros Ambientales</i>	<i>1</i>	<i>\$1500000</i>	<i>\$600000</i>	<i>\$2100000</i>	<i>\$25200000</i>

<i>Equipo Administrativo</i>					
------------------------------	--	--	--	--	--

<i>Gerente general</i>	1	\$2000000	\$1020000	\$3020000	\$36240000
<i>Director de producción</i>	1	\$1200000	\$ 612000	\$1812000	\$21744000
<i>Director de Mercadeo</i>	1	\$1000000	\$ 510000	\$1510000	\$18120000
<i>Psicóloga Gestión humana</i>	1	\$1000000	\$ 510000	\$1510000	\$18120000
<i>Contador</i>	1	\$ 700000	\$ 357000	\$1057000	\$12684000
			TOTAL	\$17712375	\$325948500

Todos evaluados según los mínimos legales vigentes dispuestos para cada uno o según estándares (Proceso en diseño de viabilidad).

Tabla 27: Inversión requerida.

Recurso	Cantidad	Unidad	Costo unidad	Costo total
maquinaria	5 a 6	Unidad		\$2000000000
computadores	3	unidad	\$ 2000000	\$ 6000000
Muebles y enseres		unidad		\$ 15000000
Subtotal Inversión Requerida				\$2021000000

Tabla 28: Proyecciones de ventas

Producto o servicio	Cantidades a corto plazo (a 2 años)	Cantidades a mediano plazo (3 a 5 años)
Recolección y de procesamiento de reciclaje de RAEE	3600 toneladas	9000 toneladas

Tabla 29: Proveedores

EMPRESA	PRODUCTO	INFORMACION DEL CONTACTO
Limarbelda	maquinaria para el reciclado de plásticos	Somos proveedores de maquinaria para el reciclado de plásticos en Camino Val de la Horca, s/n. Col. ZUERA
Bomatic	tritadora	Nuestro ámbito profesional abarca no solamente el mercado nuevo de maquinaria sino también, el mercado de segunda mano. En este ámbito, contamos con la colaboración de nuestros socios alemanes que fabrican con la mayor diligencia estas máquinas para que nosotros podamos ofertarlas con total confianza en su calidad.
Grupo Gimpsa cobertura: México, América Latina y Estados Unidos	Refinación de plata a partir de tarjetas electrónicas, Refinación de platino a partir de tarjetas electrónicas, Refinación de paladio a partir de tarjetas electrónicas, Refinación de oro a partir de tarjetas electrónicas	Refinación de plata a partir de tarjetas electrónicas en Rio Lerma # 333 Col. Cuauhtémoc
Maquinaria	caldera	Ofrecemos Calderas en Emiliano

Jersa cobertura: México y Latinoamérica		Zapata No. 51 Col. San José Buenavista Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx. C.P. 54710. México Datos y productos de Maquinaria Jersa
CFIMEC cobertura: Latinoamérica, Europa, Estados Unidos	HORNOS PARA FUNDICION, HORNOS DE FUNDICION DE METALES NO FERROSOS	Somos suplidores de HORNOS PARA FUNDICION en TRANSVERSAL 15-A No 28-02 Sur Col. GUSTAVO RESTREPO Bogotá. Colombia Datos y productos de TECFIMEC

3.4.5. Viabilidad financiera del re-uso de partes de la separación manual.

El re-uso de material reciclado es viable respecto al manejo de cantidad a desensamblar y siendo esta cantidad aproximadamente 150 toneladas mensuales, un 10% sería material a reparar, debido a las estadísticas generadas por la medición de tiempos de desarme, desde el punto de vista económico y la capacidad de empleados técnicos en el soporte y mantenimiento de los elementos de re-uso.

Identificar los elementos de re-uso internos de los materiales recuperados de manera tal que se puedan vender piezas por separado y con utilidades específicas, físicamente representan 15 toneladas, lo cual proporcionaría un rendimiento monetario según las tendencias del mercado, esto le daría un poco más de vida útil a los elementos y ventajas económicas al usuario con tecnología actualizada a menor costo.

El porcentaje económico equivale aproximadamente a 5 veces la ganancia obtenida del reciclaje en su proceso final, según la tabla de precios por unidad, es decir mientras se recicla se puede llegar a obtener una ganancia de las 15 toneladas por aproximadamente mil quinientos millones de pesos, según el estudio realizado en el plan de negocio en el sector de mercado y con el reuso cinco veces más.

3.4.6. Estudio organizacional y legal sobre el reciclaje electrónico. Como responsabilidades se debe:

-Inscribir en cámara de comercio

-Inscribir libros, actos y documentos en cámara de comercio

-Llevar contabilidad

-NO realizar competencia desleal

-Poner al día con toda la documentación requerida por planeación, sanidad y otras entidades gubernamentales.

3.4.6.1 Marco legal del reciclaje electrónico. En cuanto al marco legal en Colombia se establece, según el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, el decreto numero 4741 de 2005 por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

3.4.7. Área geográfica de comienzo. Para comenzar se debe tener en cuenta que el negocio puede sectorizarse de diferentes maneras, una de ellas para el acopio de distribución de los materiales reciclados, otra para el sector de producción y otra para la comercialización. Por lo tanto se debe decir que el área a cubrir por cada sector será delimitada de la siguiente manera: Sector de producción-Estará situado en zonas aledañas a la ciudad de Medellín o zonas industriales o zonas rurales según la disposición del decreto numero 4741 de 2005, a escogencia según sea conveniente mente aprobado por el ministerio del medio ambiente y el municipio donde funcionará, tal es el caso de zonas previamente estudiadas como industrial de Itagüi, veredas cercanas a la comuna 12, zonas verdéales de Envigado, san Cristóbal o prado, todo según el costo y disposición territorial.

Sector acopio- Colegios, Universidades, zonas dispuestas como casetas o bodegas de almacenaje en puntos estratégicos de la ciudad de Medellín o aéreas metropolitanas tales como parques principales, zonas deportivas y diferentes barrios (pocos para empezar).

Sector comercio-Ubicado en varias oficinas en el Poblado, La América, Laureles, Envigado, Industriales y Sector estadio (Dado a modificaciones por precio de locales comerciales), teniendo en cuenta el apoyo de diferentes sectores del comercio como almacenes de cadena o estaciones de metro como estrategia.

-Análisis sectorial.

La investigación de mercado debe ocuparse de analizar el subsector industrial, así como de evaluar y analizar el entorno económico y social que corresponde al proyecto.

El análisis debe responder por cuales son los factores comerciales, cambiarios, monetarios y fiscales de éxito en un entorno competitivo y qué oportunidades y riesgos importantes son específicos de ese sector. Cada región cuenta con cadenas productivas identificadas según sus potencialidades, es importante que la empresa pertenezca directamente a una cadena productiva o que indirectamente aporte a ella.

Ubicar el proyecto dentro de una de las cadenas productivas de la región y explicar el entorno de la misma.

El estudio técnico permite hacerse una idea clara de dónde se debe ubicar el proyecto, cuál es la cantidad de bienes o servicios a producir, cuáles son los procesos que se requieren para hacerlo, y cuáles los equipos, instalaciones y mano de obra necesarios⁴².

⁴²CENTRO DE DESARROLLO EMPRESARIAL IUE. Problema u oportunidad y la idea de proyecto.pgs 14 [en línea].

4. ESTUDIO FINANCIERO Y ECONÓMICO CON INDICADORES

Los aspectos más importantes de estos son la determinación de costos fijos y producción del material teniendo en cuenta los valores determinados por unidades, servicios requeridos por la planta, comercialización, recolección y demás aspectos que caracterizan un sistema económico de prestación de servicios.

4.1. SUPUESTOS BÁSICOS

- Productos a ofertar: metales, plástico peletizado, aparatos electrónicos reparados, servicio de asesoría en proyectos de E-waste.
- Proyección a 5 años, con inicio en el 2011.
- Precios promedio por unidad de línea de producto: plata y cobre kilo por \$ 11.500. plástico, kilo por \$ 600.
- Cantidades estimadas teniendo en cuenta la capacidad de logística y gestión de la organización. Se considera una capacidad de 150 toneladas de material, esto se discrimina en 80 ton de computadores, 40 de celulares y 30 de motores. De lo anterior, se extrae 11 toneladas de metal, 40 toneladas de plástico.
- Demanda estimada según segmento determinado por usuarios de bajos ingresos, industrias transformadoras de plástico, metales. Instituciones, empresas y personas necesarias de formación en reciclaje electrónico.
- La tasa de crecimiento anual es del 10% anual.

4.2. PROYECCIÓN CON INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Los aspectos sensibles de la proyección de este escenario son las consideraciones de ventas de solo dos productos, metal y plástico, y además se presenta una inversión para investigación y desarrollo de separación de productos por medio químico de \$1.500 millones, debido a los altos costos de los equipos importados. (Ver tablas 30 y 31)

Tabla 30: Proyección con investigación y desarrollo.

Variables Macroeconómicas	Un.	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Crecimiento	%		10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
Ventas, Costos y Gastos							
Precio							
Metal	\$		12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Plástico	\$		600	600	600	600	600
Unidades Vendidas por Producto							
Metal	Kilo		100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Plástico	Kilo		440.000	440.000	440.000	440.000	440.000
Total Ventas							
Precio Promedio	\$		2.711,10	2.711,10	2.711,10	2.711,10	2.711,10
Ventas	unidad		540.000	594.000	653.400	718.740	790.614
Costos Unitarios Materia Prima							
Costo Materia Prima Metal	\$		800	800	800	800	800
Costo Materia Prima Plástico	\$		800	800	800	800	800
Costos Unitarios Mano de Obra							
Costo Mano de Obra Metal	\$		800	800	800	800	800
Costo Mano de Obra Plástico	\$		800	800	800	800	800
Costos Variables Unitarios							
Materia Prima (Costo Promedio)	\$		800	800	800	800	800
Mano de Obra (Costo Promedio)	\$		800	800	800	800	800
Materia Prima y M.O.	\$		1.600,00	1.600,00	1.600,00	1.600,00	1.600,00
Costos Producción Inventariables							
Materia Prima	\$		432.000.000	475.200.000	522.720.000	574.992.000	632.491.200
Mano de Obra	\$		432.000.000	475.200.000	522.720.000	574.992.000	632.491.200
Materia Prima y M.O.	\$		864.000.000	950.400.000	1.045.440.000	1.149.984.000	1.264.982.400
Depreciación	\$		154.200.000	154.200.000	154.200.000	154.200.000	154.200.000
Agotamiento	\$		0	0	0	0	0
Total	\$		1.018.200.000	1.104.600.000	1.199.640.000	1.304.184.000	1.419.182.400
Margen Bruto	\$		30,45%	31,41%	32,28%	33,07%	33,79%
Gastos Operacionales							
Gastos de Ventas	\$		292.600.000	292.600.000	292.600.000	292.600.000	292.600.000
Gastos Administración	\$		12.600.000	12.600.000	12.600.000	12.600.000	12.600.000
Total Gastos	\$		305.200.000	305.200.000	305.200.000	305.200.000	305.200.000

Inversiones (Inicio Período)							
Maquinaria y Equipo	\$	1.500.000.000		0	0	0	0
Equipos de Oficina	\$	21.000.000		0	0	0	0
Renta							
Patrimonio	\$	9.000.000	-62.513.568	-73.848.935	-1.724.457	154.541.195	399.812.220
Renta Presuntiva sobre patrimonio Líquido	%		6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%
Renta Presuntiva	%		33,00%	33,00%	33,00%	33,00%	33,00%
Estructura de Capital							
Capital Socios	\$	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000
Capital Adicional Socios	\$		0	0	0	0	0
Obligaciones Fondo Emprender	\$	0	0	0	0	0	0
Obligaciones Financieras	\$	1.500.000.000	0	0	0	0	0
Dividendos							
Utilidades Repartibles	\$		-	-	-	-	141.041.195

Tabla 31: Estado de resultados

ESTADO DE RESULTADOS	2011	2012	2013	2014	2015
Ventas	1.464.000.000	1.610.400.000	1.771.440.000	1.948.584.000	2.143.442.400
Materia Prima, Mano de Obra	864.000.000	950.400.000	1.045.440.000	1.149.984.000	1.264.982.400
Depreciación	154.200.000	154.200.000	154.200.000	154.200.000	154.200.000
Utilidad Bruta	445.800.000	505.800.000	571.800.000	644.400.000	724.260.000
Gasto de Ventas	292.600.000	292.600.000	292.600.000	292.600.000	292.600.000
Gastos de Administración	12.600.000	12.600.000	12.600.000	12.600.000	12.600.000
Utilidad Operativa	140.600.000	200.600.000	266.600.000	339.200.000	419.060.000
Otros ingresos					
Intereses	211.935.368	211.935.368	158.951.526	105.967.684	52.983.842
Otros ingresos y egresos	-211.935.368	-211.935.368	-158.951.526	-105.967.684	-52.983.842
Total Corrección Monetaria	0	0	0	0	0
Utilidad antes de impuestos	-71.335.368	-11.335.368	107.648.474	233.232.316	366.076.158
Impuestos (35%)	178.200	0	35.523.997	76.966.664	120.805.132
Utilidad Neta Final	-71.513.568	-11.335.368	72.124.478	156.265.652	245.271.026

4.2.1. Criterios de decisión. La evaluación financiera de este escenario está dada por los indicadores de Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor Actual Neto (VAN). La TIR a un costo de oportunidad 10%, el resultado es de 9,7%. El VAN con una tasa de interés del 10% el resultado es de menos 10 millones de pesos, considerando una inversión de \$1.500 millones. El periodo de recuperación de la inversión es de 3,7 aproximadamente 4 años en un espacio de tiempo de 5 años. Para lo cual la decisión es de viabilidad del proyecto. (Ver tabla 32)

Los indicadores anteriores son obtenidos del flujo de caja de estado de resultados a 5 años, donde se presentó el desempeño del proyecto considerando las ventas menos los costos y da como resultado la utilidad bruta. De la utilidad bruta restamos los gastos de administración, los gastos en ventas, el fondo de depreciación, el costo financiero y el resultado es la utilidad antes de impuesto. A la utilidad antes de impuesto(UAI) se le restan las obligaciones impositivas por el gobierno y la utilidad neta de este flujo restándole la inversión, se calcula en los indicadores TIR, VAN y periodos de recuperación.

Tabla 32: criterios de decisión

Criterios de Decisión	
Tasa mínima de rendimiento a la que aspira el emprendedor	10%
TIR (Tasa Interna de Retorno)	9,74%
VAN (Valor actual neto)	-10.876.278
PRI (Periodo de recuperación de la inversión)	3,73

4.3. PROYECCIÓN SIN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Los aspectos sensibles de la proyección de este escenario son las consideraciones de ventas de solo dos productos, metal y plástico, y además se presenta una inversión para la separación de productos por medio químico de \$500 millones. (Ver tabla 33 y 34)

Tabla 33: Proyección sin investigación y desarrollo

Variables Macroeconómicas	Un.	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		crecimiento	%		10,00%	10,00%	10,00%
Ventas, Costos y Gastos							

Precio							
Metal	\$		12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Plástico	\$		600	600	600	600	600
Unidades Vendidas por Producto							
Metal	Kilo		100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Plástico	Kilo		440.000	440.000	440.000	440.000	440.000
Total Ventas							
Precio Promedio	\$		2.711,10	2.711,10	2.711,10	2.711,10	2.711,10
Ventas	uni d		540.000	594.000	653.400	718.740	790.614
Costos Unitarios Materia Prima							
Costo Materia Prima Metal	\$		800	800	800	800	800
Costo Materia Prima Plástico	\$		800	800	800	800	800
Costos Unitarios Mano de Obra							
Costo Mano de Obra Metal	\$		800	800	800	800	800
Costo Mano de Obra Plástico	\$		800	800	800	800	800
Costos Variables Unitarios							
Materia Prima (Costo Promedio)	\$		800	800	800	800	800
Mano de Obra (Costo Promedio)	\$		800	800	800	800	800
Materia Prima y M.O.	\$		1.600,00	1.600,00	1.600,00	1.600,00	1.600,00
Costos Producción Inventariables							
Materia Prima	\$		432.000.000	475.200.000	522.720.000	574.992.000	632.491.200
Mano de Obra	\$		432.000.000	475.200.000	522.720.000	574.992.000	632.491.200
Materia Prima y M.O.	\$		864.000.000	950.400.000	1.045.440.000	1.149.984.000	1.264.982.400
Depreciación	\$		154.200.000	154.200.000	154.200.000	154.200.000	154.200.000
Agotamiento	\$		0	0	0	0	0
Total	\$		1.018.200.000	1.104.600.000	1.199.640.000	1.304.184.000	1.419.182.400
Margen Bruto	\$		30,45%	31,41%	32,28%	33,07%	33,79%
Gastos Operacionales							
Gastos de Ventas	\$		292.600.000	292.600.000	292.600.000	292.600.000	292.600.000
Gastos Administración	\$		12.600.000	12.600.000	12.600.000	12.600.000	12.600.000
Total Gastos	\$		305.200.000	305.200.000	305.200.000	305.200.000	305.200.000
Inversiones (Inicio Período)							
Maquinaria y Equipo	\$	1.500.000.000	0	0	0	0	0
Equipos de Oficina	\$	21.000.000	0	0	0	0	0
Renta							
Patrimonio	\$	9.000.000	-62.513.568	-73.848.935	-1.724.457	154.541.195	399.812.220
Renta Presuntiva sobre patrimonio	%		6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%

Liquido							
Renta Presuntiva	%		33,00%	33,00%	33,00%	33,00%	33,00%
Estructura de Capital							
Capital Socios	\$	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000
Capital Adicional Socios	\$		0	0	0	0	0
Obligaciones Fondo Emprender	\$	0	0	0	0	0	0
Obligaciones Financieras	\$	500.000.000	0	0	0	0	0
Dividendos							
Utilidades Repartibles	\$		-	42.369.768	129.439.536	272.562.362	476.160.246

Tabla 34: Estado de resultados

ESTADO DE RESULTADOS	2011	2012	2013	2014	2015
Ventas	1.464.000.000	1.610.400.000	1.771.440.000	1.948.584.000	2.143.442.400
Devoluciones y rebajas en ventas	0	0	0	0	0
Materia Prima, Mano de Obra	864.000.000	950.400.000	1.045.440.000	1.149.984.000	1.264.982.400
Depreciación	154.200.000	154.200.000	154.200.000	154.200.000	154.200.000
Agotamiento	0	0	0	0	0
Otros Costos	0	0	0	0	0
Utilidad Bruta	445.800.000	505.800.000	571.800.000	644.400.000	724.260.000
Gasto de Ventas	292.600.000	292.600.000	292.600.000	292.600.000	292.600.000
Gastos de Administracion	12.600.000	12.600.000	12.600.000	12.600.000	12.600.000
Utilidad Operativa	140.600.000	200.600.000	266.600.000	339.200.000	419.060.000
Otros ingresos					
Intereses	70.645.123	70.645.123	52.983.842	35.322.561	17.661.281
Otros ingresos y egresos	-70.645.123	-70.645.123	-52.983.842	-35.322.561	-17.661.281
Utilidad antes de impuestos	69.954.877	129.954.877	213.616.158	303.877.439	401.398.719
Impuestos (35%)	23.085.110	42.885.110	70.493.332	100.279.555	132.461.577
Utilidad Neta Final	46.869.768	87.069.768	143.122.826	203.597.884	268.937.142

4.3.1. Criterios de decisión. La evaluación financiera en este escenario está dada por los indicadores TIR y VAN. La TIR a un costo de oportunidad de 20% dio como resultado el 60,9%. El VAN con una tasa de interés del 20% dio como resultado \$46 millones considerando una inversión de \$579 millones, el periodo de recuperación de la inversión es de 1,34 años. (Ver tabla 35).

Los indicadores anteriores son obtenidos del flujo de caja de estado de resultados a 5 años, donde se presentó el desempeño del proyecto

considerando las ventas menos los costos y da como resultado la utilidad bruta. De la utilidad bruta le restamos los gastos de administración, los gastos en ventas, el fondo de depreciación, el costo financiero, el resultado es la utilidad antes de impuesto. A la utilidad antes de impuesto(UAI) se le restan las obligaciones impositivas por el gobierno. Y la utilidad neta de este flujo restándole la inversión se calcula en los indicadores TIR, VAN y periodos de recuperación.

Tabla 35: Criterios de decisión

Criterios de Decisión	
Tasa mínima de rendimiento a la que aspira el emprendedor	20%
TIR (Tasa Interna de Retorno)	60,90%
VAN (Valor actual neto)	579.753.255
PRI (Periodo de recuperación de la inversión)	1,34

5. CONCLUSIONES

A partir del conocimiento de las propiedades químicas de la materia se establecen procesos de separación óptimos para la operación de reciclaje.

La separación manual de elementos y la evaluación en el proceso de desensamble, permiten determinar que componentes se utilizan como reuso para soporte de otros dispositivos nuevos o usados.

El mercado de los residuos electrónicos tiene una gran demanda, porque abastece de insumos como materia prima a empresas de manufacturas a menor costo, sin recurrir a la explotación del medio ambiente.

El reciclaje de productos tecnológicos permite ofrecer una amplia gama de servicios, que va desde soporte y mantenimiento, hasta capacitación y asesoría en manejo integral de desperdicios Weeee.

El reuso de materiales eléctricos y electrónicos, no representa una viabilidad de negocio determinante, porque solo constituye una cantidad mínima de los componentes del producto para el proceso de reciclaje.

Los indicadores económicos proporcionan un presupuesto sobre la tendencia del mercado con respecto a los productos a comercializar, con el fin de aportar una idea de factibilidad de creación de empresa y establecimiento del tiempo requerido para generar utilidades a largo plazo.

Para obtener un mejor proceso de reciclaje, que beneficie de gran manera la optimización del recurso humano y la factibilidad financiera, es necesario ejecutar la técnica de separación química, que permite extraer durante el desarrollo del tratamiento de los materiales electrónicos, muchos más materiales, siendo más susceptibles al reciclaje y por ello mayor cantidad de ganancias.

6. RECOMENDACIONES

Los resultados de las pruebas en la parte técnica, consolidan una base de investigación, que permiten a disciplinas auxiliares, como la mecánica, química, ciencia ambiental y economía entre otras, formar parte integral de un proceso de recuperación del entorno natural.

La ingeniería electrónica cumplió su cometido hasta la parte de desensamble manual y posible automatización de los sistemas de separación de elementos de reciclaje, por tanto es recomendable que personas que deseen saber más acerca del tema de separación de materiales por medios químicos, se fundamenten en las propiedades químicas de los elementos a utilizar para reciclaje y determinen procesos adecuados de manejo de raae, acordes a la tecnología actual, que sean viables económicamente y ambientalmente.

Es aconsejable cuestionar como las empresas responsables del manejo integral de los residuos electrónicos y productores, no están tomando medidas que eviten la proliferación de los productos que afectan la salud humana y contaminan al medio ambiente.

Se recomienda a las personas consumidoras de tecnología, que cuando los dispositivos eléctricos y electrónicos no estén funcionando, estén obsoletos o solo quieran deshacerse ellos; no los arrojen directamente a la basura si no que busquen medios que permitan que no se acumulen mas aparatos y contaminen, por lo cual es aconsejable que busquen entidades especializadas en el manejo integral de estos dispositivos.

Es prudente crear leyes prácticas que permitan el manejo adecuado de los desechos tóxicos producidos por los dispositivos de reciclaje electrónico.

BIBLIOGRAFIA

CENTRO DE DESARROLLO EMPRESARIAL IUE. Problema u oportunidad y la idea de proyecto.pgs 14.[en línea]< [http://www.iue.edu.co/tmp /cemp/ conceptualización Proyecto.pdf](http://www.iue.edu.co/tmp/cemp/conceptualización Proyecto.pdf) >[consultado 28 de noviembre de 2008].

CENTRO NACIONAL DE PRODUCCION MAS LIMPIA. Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia: Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares [en línea].<http://ewasteguide.info/Ott_2008_Empa-CNPMLTA>[Citado el 20 de noviembre de 2009]

EDITUM. Fundición de metales.[en línea] < <http://www.editum.org/Fundicion-de-metales-p-1277.html>>.[Citado el 26 de diciembre de 2009]

ENTREVISTA con Germán Salazar, Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Medellín. Medellín 20 de Febrero de 2010

ENTREVISTA con Juan Esteban Jiménez Roldan, Gerente general E-cycling. Medellín 20 de septiembre de 2009

ESCRAP.Escrap.[en línea] < <http://www.escrap.com.ar/> >.[Citado el 21 de diciembre de 2009]

GENERALITAT DE CATALUNYA. Reciclar teléfonos móviles[en línea]< [http://www.miris.cat/ esp/reciclar-telefonos-moviles.php](http://www.miris.cat/esp/reciclar-telefonos-moviles.php) >[Citado el 18 de diciembre de 2009]

GNAUCH, Bernard, FRUNDT, Meter. Iniciación a la Química de los Plásticos, Hanser Editorial, Barcelona. pg.40-85

GONZALES, Fernan.El e-waste, un problema en aumento.[en línea] <http://www.laflecha.net/articulos/blackhats/ewaste/>.[Citado el 12 de diciembre de 2009]

GREENPEACE CORP. Greenpeace International [en línea].<<http://www.greenpeace.org> >.[Citado el 18 de diciembre de 2009]

GREENPEACE. El lado tóxico de la telefonía móvil.[en línea]<<http://www.residuosselectronicos.net/archivos/documentos/basura-electronica-el-lado-toxico-de-la-telefonía-movil.pdf>>.[Citado el 17 de enero 2010]

HELLERICH, HARSCH, HAENKLE. Guía de Materiales plásticos. Hanser Editorial, Barcelona, 1.989 .pg 37

HERMANO, Claudio F. Tratado de química mineral. ed. Medellín: Bedout, 1966. pg.65-90

INSTITUTO MEXICANO DEL PLÁSTICO. Enciclopedia del Plástico, primera edición, México D.F, 1997.Pg 23

INTERNATURA. El reciclaje del vidrio. [en línea] <http://www.internaturaira.org/estudios/reciclar/r_vidrio.html>. [Citado el 10 de enero de 2009].

MICROELECTRONICS AND COMPUTER TECHNOLOGY CORPORATION (MCC). Valuable Substances in e-waste.[en línea] <<http://ewasteguide.info/node/220>>.[Citado el 15 de enero de 2010]

OTT, Daniel Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia: Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares. Universidad de los Andes- EMPA, Bogotá, 31 de marzo de 2008. pg. 14,30-43 [on line].

< <http://www.cnpml.org/html/archivos/GuiasDocumentos/GuiasDocumentos-ID22.pdf>>[citado el 10 septiembre de 2009]

PEARCE, David W. y TURNER, R. Ferry Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente. Madrid: Colegio de Economistas de Madrid, Celeste Ediciones, 1995.pg.30-38.

RECYCLE. Environmental Impact of IT Solutions: Recycling E-waste in Chile.[en línea] <<http://www.idisc.net/en/Article.38520.html>>.[Citado el 18 de diciembre de 2009]

RUBIN, Irvin J. Materiales plásticos, Propiedades y aplicaciones. Editorial Limusa, México, 1.999. pg.29-36.

SCERPFILLES. Disminución de residuos electrónicos, provocados por corrosión.[en línea]<http://scerpfiles.org/cont_mgt/doc_files/Carrillo%20Report%203D_1.pdf>. [Citado el 25 de enero de 2010]

SCRIBD. Basura electrónica.[en línea] <<http://www.scribd.com/doc/7593742/Basura-Electronica>>. [citado el 25 de enero de 2010]

U.S. FDA Food and Drug Administration, Points to Consider for the Use of Recycled Plastics in Food Packaging: Chemistry Considerations, Washington DC, USA, 2002.pg 40

UNIVERSIDAD PERU. Definición de Metalurgia [en línea].< <http://www.universidadperu.com/ingenieria-metalurgica-peru.php>>.[Citado el 3 de enero 2010]

UNIVERSIDAD DE CADIZ. Desarrollo tecnológico y transferencia.[en línea].< <http://www.uca.es/es/investigacion/desarrollo-tecnologico-y-transferencia>>.[Citado el 20 de noviembre de 2009]

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Metales [en línea].<http://www.utp.edu.co/~publio17/metales.htm>[Citado el 10 de diciembre de 2009]