

UNIVERSIDAD EAN



ESPECIALIZACION EN GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS

Evaluación de plan de negocio para aprovechamiento y valorización de plásticos con el uso nuevas tecnologías en CHATARRERIA LA 23 S.A

ALIRIO DE JESÚS RUIZ CRUZ

DIRECTOR: ING. MSc. JOSE ALEJANDRO MARTINEZ S.

OCTUBRE DE 2014

TABLA DE CONTENIDO

1. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	7
2. JUSTIFICACION.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
3.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	9
4. MARCO TEORICO.....	10
5. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	11
5.1 METODOLOGIA.....	11
5.2 RESULTADOS OBTENIDOS.....	11
5.2.1 Generalidad de una cadena de aprovechamiento de residuo.....	11
5.2.2 Contexto geográfico del proyecto.....	13
5.2.3 Contexto de la chatarrería La 23.....	14
5.2.3.1 Contexto general.....	14
5.2.3.2 Comercialización de los residuos.....	15
5.2.4 Residuos plásticos, clasificación y características.....	18
5.2.4.1 Plásticos y Residuos Plásticos.....	18
5.2.4.2 Clasificación de los Residuos Plásticos y características.....	19
5.2.5 Empresas que se dedican al reciclaje de plástico en la región: identificar cuantas, cuales, tratar de monitorear su realidad.....	21
5.2.5.1 Empresas de Reciclaje en la Región.....	21
5.2.5.2 Tamaño del mercado y potencial de aprovechamiento.....	22
5.2.6 El mercado del plástico en la región: qué se hace con él, quién es el comprador, qué precios se están manejando.....	26
5.2.6.1 Recuperación de plásticos en la región.....	26
5.2.6.2 Compradores de plástico.....	27
5.2.7 Métodos de aprovechamiento de los plásticos.....	29
5.2.7.1 Métodos de reciclaje.....	29
5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS.....	30
5.3.1 Reciclaje de plásticos de la región.....	30
5.3.2 Análisis financieros del reciclaje de plástico.....	32

5.3.3 Propuesta de Planteamiento de trabajo.....	33
5.3.3.1 Compra de los residuos plásticos.....	33
5.3.3.2 Proceso de pre transformación y venta los plásticos.....	34
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
7. BIBLIOGRAFIA.....	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales aprovechadas año 2013.....	15
Tabla 2. Precios de Compra de Materiales Reciclable 2014.....	16
Tabla 3. Precios de venta de Materiales Reciclable 2014.....	16
Tabla 4. Diferencia de precios de compra y venta.....	17
Tabla 5. Promedio mensual de recuperación en bodegas de reciclaje.....	25
Tabla 6. Comparación Maquinaria de procesamiento de plástico.....	31
Tabla 7. Inversión inicial del proyecto.....	32
Tabla 8. Flujo Neto de Operación, proyección 5 años.....	33

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Cadena del Reciclaje en Bogotá D.C.....	12
Figura 2. Mapa del departamento del Tolima.....	13
Figura 3. Tipos de plásticos y procesos de alistamiento.....	19
Figura 4. Generación de residuos en la ciudad de Cali.....	20
Figura 5. Bodega Pequeña “A”	23
Figura 6. Bodega Mediana “B”	24
Figura 7. Bodega grande “C”	25
Figura 8. Cadena de valor identificada en la ciudad de Ibagué.....	27
Figura 9. Procesos, de clasificación, molido, lavado, y secado de plástico.....	28
Figura 10. Prensado de PET y Bolsas (PE-BD).....	29

INTRODUCCIÓN

La industria del reciclaje en Colombia es una actividad que se desarrolla de forma especializada hace muchos años atrás; así como existen recuperadores informales que tienen toda una vida trabajando para recolectar materiales entre los desperdicios urbanos de las grandes ciudades, e incluso, su actividad la comenzaron como una “herencia de conocimiento” a partir de lo que hacían sus padres, también existe tradición en otros eslabones de la cadena antes de iniciar los procesos de transformación final y generación de nuevos productos.

El presente trabajo busca analizar las posibilidades de generación de una unidad estratégica de negocio al interior de Chatarrería La 23, una empresa dedicada a la comercialización de residuos aprovechables comercializables en la ciudad de Ibagué; la empresa, como muchas otras del sector, tiene su origen en una empresa familiar, y como tal ha venido creciendo y consolidándose hace más de 40 años: parte de esa expansión, implica el pensar en otras actividades que puedan complementar sus procesos actuales, agregando valor a los materiales que comercializa, y es allí donde surge la posibilidad de ampliar la línea de mercado de plásticos, fortaleciéndola e implementando posiblemente alguna opción de pre transformación para pasar de vender plástico a vender materia prima reciclada derivada de plástico.

De esta forma, a continuación se encontrará un análisis del sector y de la empresa, una evaluación técnica y económica de las implicaciones de esta nueva línea de pre transformación, con el fin de evaluar la viabilidad de aprovechar y valorizar plásticos a través de nuevas tecnologías en la Chatarrería la 23 en Ibagué (Tolima).

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Chatarrería la 23 S.A. es una empresa con más de 40 años de experiencia en la comercialización de materiales reciclables, sin embargo no ha abierto sus puertas al reciclaje de plásticos. La creciente demanda de los plásticos reciclados como materia prima para la industria nacional, hace atractivo para la empresa abrir esta línea de negocio. Chatarrería la 23 S.A. desea evaluar la factibilidad de la apertura de esta nueva línea, así mismo, conocer las características físicas del material, los procesos a los que se somete el plástico reciclado para transformarlo en la materia prima que necesita la industria colombiana, y las alternativas tecnológicas que existen para el aprovechamiento de plásticos.

2. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este proyecto de investigación permitirá ampliar el portafolio de negocio de la empresa Chatarrería la 23 S.A., logrando posicionarla como empresa líder del reciclaje en la ciudad de Ibagué. Con ayuda de esta investigación será posible determinar cuáles son los plásticos potencialmente aprovechables, aquellos que poseen valor económico al ser reciclados, así mismo al identificar los residuos plásticos que serán reciclados, será posible determinar fuente de estos y establecer la forma adecuada para llegar a ellos.

La utilización de nuevas tecnologías para el aprovechamiento de residuos sólidos es un tema al que es ajeno nuestro país, es cierto que empresas recuperadoras de residuos plásticos han implementado procesos industriales como la trituración, granulación, y peletización como procesos primarios para transformar los residuos plásticos en materia prima para la industria, y en menores casos de máquinas extrusoras, que permiten moldear el plástico para convertirlo en un nuevo producto e incorporarlo al mercado. Sin embargo para estos procesos aún se utiliza tecnología convencional y la mayoría de las veces de tipo artesanal, lo que hace que se disminuya la eficiencia en el aprovechamiento, así que es necesario conocer las tecnologías innovadoras en el mundo.

La búsqueda de nuevas técnicas y tecnologías para el aprovechamiento de los residuos plásticos le permitirá a la empresa obtener altos beneficios económicos, realizar un aporte en la conservación del medio ambiente y una alta eficiencia en el proceso de aprovechamiento, que conlleva a ofrecer al mercado una materia prima o quizás un producto terminado que cumpla con estándares los de calidad.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Determinar la factibilidad de la creación de la línea de negocio para el aprovechamiento de residuos plásticos haciendo uso de nuevas técnicas y tecnologías innovadoras, en la empresa Chatarrería la 23 S.A.

3.2 ESPECIFICOS

- Identificar los residuos plásticos potencialmente aprovechables y sus cantidades potenciales
- Identificar los procesos de transformación necesarios para el aprovechamiento de los residuos plásticos.
- Conocer las técnicas y tecnologías innovadoras para el aprovechamiento de residuos plásticos.
- Realizar una valoración para establecer cuáles son las técnicas, procesos, y tecnologías idóneas, de acuerdo al costo-beneficio, económico, social, y ambiental.
- Diseñar la estrategia para la compra de los residuos y venta de la materia prima reciclada.

4. MARCO TEORICO

APROVECHAMIENTO CONVENCIONAL: Aquel proceso de valorización de un material para el cual existen tecnologías probadas, con diferentes proveedores en el mercado, y que generan productos y subproductos que son comercializables (Martínez, J., 2012).

MATERIA PRIMA RECICLADA: Residuos que después de ser procesados, se convierten en material que pueden ser usados por una industria o fábrica para sus labores, sustituyendo a la materia prima virgen (Martínez, J.; Uribe, A, 2013).

RESIDUOS PLÁSTICOS: Los materiales poliméricos ocupan un lugar muy importante en la vida diaria actual. Su extenso uso se debe a las muchas propiedades que estos presentan y que los hacen superiores en prestación y durabilidad a los materiales tradicionales. Se pueden destacar entre otras propiedades, su baja densidad, su gran resistencia a la corrosión, su gran capacidad aislante, su bajo precio y sobre todo la posibilidad de ser fabricados ajustando sus características al uso posterior que se les vaya a dar.

RECICLADO MECANICO: El reciclado mecánico de los polímeros se lleva a cabo con plásticos procedentes del consumo, es decir de los que se denominan pos consumo, que han sido ya utilizados una vez. Aquí se incluyen los procedentes de los residuos sólidos urbanos, los agrícolas, pero no los industriales generados por la producción fallida o restos de fabricación que son recuperados inmediatamente. Los cuatro tipos comúnmente reciclados son el polietileno, de alta y baja densidad, el polipropileno, el poliestireno y el cloruro de polivinilo.

SEPARACION DE PLÁSTICOS: Separar cada plástico de los otros de diferente naturaleza que aparecen juntos en los RSU, es demasiado complicado y casi imposible ya que aparentemente todos son iguales como consecuencia de los aditivos y cargas que llevan incorporadas. Se han desarrollado varias técnicas de separación basadas en métodos físicos de diferente naturaleza. Unas ofrecen una respuesta más rápida que otras, pero en todos los casos de una gran fiabilidad.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 METODOLOGIA

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se aplicará un estudio exploratorio en el cual inicialmente se indagará sobre el concepto de residuos plásticos, su clasificación, las características físicas de estos, usando para ello fuentes secundarias como textos, y revistas especializadas, y artículos de internet. Posteriormente para la identificación de procesos, técnicas y tecnologías para el aprovechamiento de los plásticos es necesario realizar una búsqueda más profunda en fuentes secundarias y recoger experiencias de fuentes primarias como empresas que realicen el reciclaje mecánico.

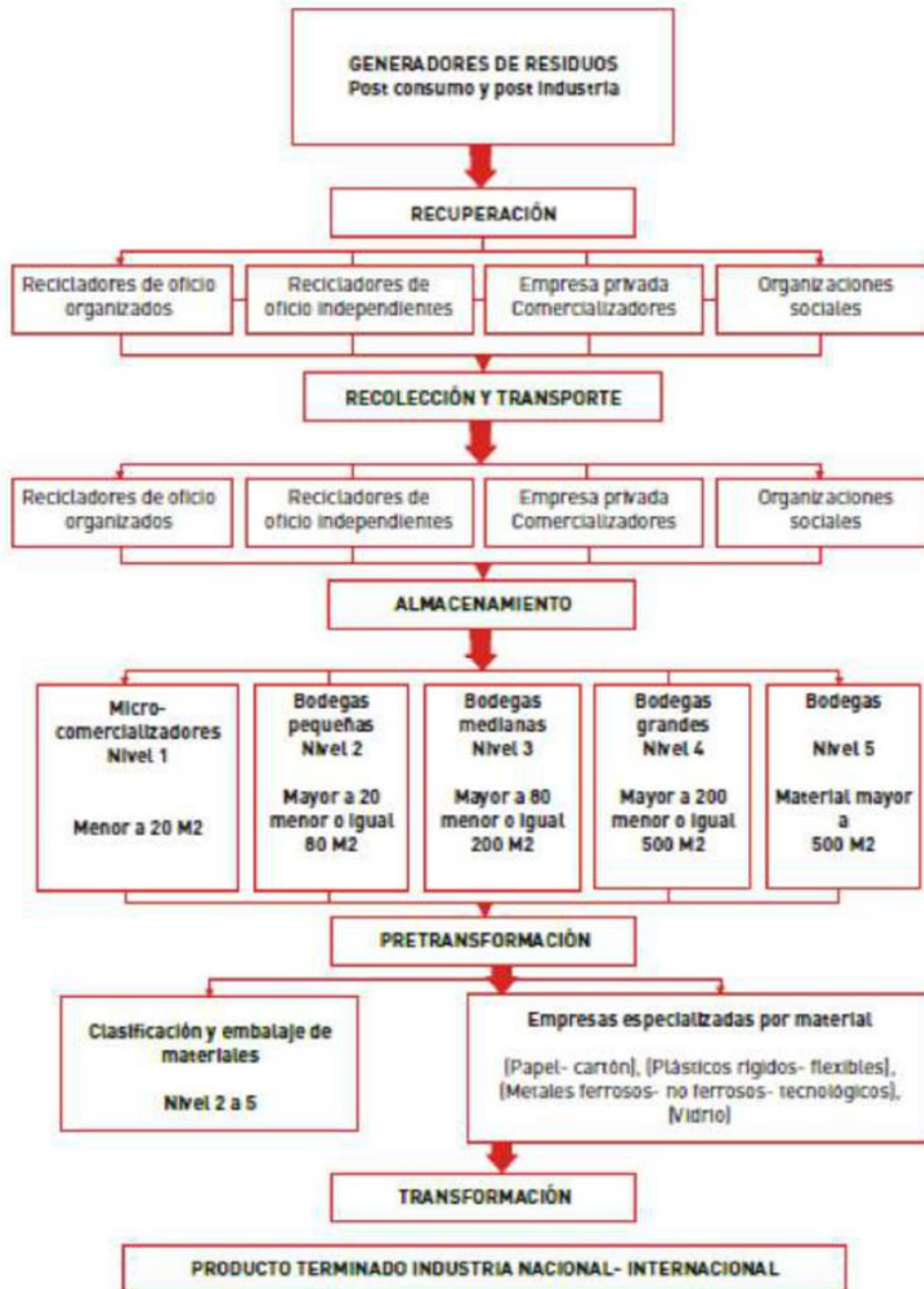
Para determinar cuáles son las técnicas y tecnologías a implementar en la empresa para el aprovechamiento del plástico, es necesario realizar una tabla comparativa en la cual se describan las características, aspectos positivos y negativos inherentes a cada una ellas; de esta misma manera se determinará si la empresa al final del proceso obtendrá como producto final una materia prima para la industria (materia prima reciclada) o un producto terminado; también se evaluará de forma preliminar los costos asociados a la implementación y los valores agregados al material, con el fin de brindar argumentos para diseñar estrategias para la adquisición o compra del residuo y la venta del producto final, revisando la fuente generadora, la tecnología y el cliente potencial.

5.2 RESULTADOS OBTENIDOS

5.2.1 Generalidad de una cadena de aprovechamiento de residuo

La cadena de aprovechamiento cuenta con distintas etapas que hacen posible que los residuos potencialmente aprovechables generados post consumo y post industria, lleguen a convertirse en materias primas, para luego ser transformados en nuevos productos. En el país la cadena de aprovechamiento se puede resumir en la figura (), que ilustra la cadena de reciclaje de la ciudad de Bogotá, ejemplo de la realidad que se vive en todo el país.

Figura 1. Cadena del Reciclaje en Bogotá D.C.

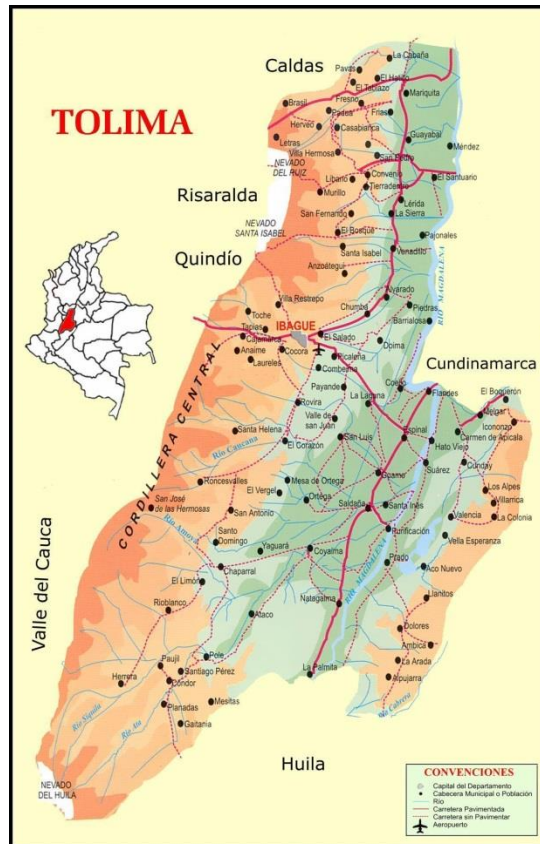


Fuentes: Martínez, J. y Uribe, A. (2013)

5.2.2 Contexto geográfico del proyecto

El departamento del Tolima está ubicado sobre la región Andina en el centro occidente del País, cuenta con una superficie territorial de 23.562 km², y una población de 1'396.038¹ habitantes. La generación de residuos sólidos del departamento es de aproximadamente 783 Toneladas/día.

Figura 2. Mapa del departamento del Tolima



Fuente: Google imágenes, (2014).

Ibagué es la capital del Tolima, se encuentra en el centro occidente del departamento, y cuenta con una población de 548.209 habitantes. La generación de residuos sólidos en la ciudad alcanza las 354 Toneladas/día, de acuerdo con el informe de disposición final de residuos sólidos en Colombia 2013, de la superintendencia de servicios públicos domiciliarios. Con base a la caracterización de residuos sólidos para la

¹ Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE. «DANE: Proyecciones de Población departamentales y municipales por área 2005 - 2020». Consultado el 20 de octubre de 2014.

ciudad de Ibagué publicada en el de Diagnóstico integral de residuos sólidos y líquidos realizado por CORTOLIMA, 56,50% corresponde a residuos orgánicos, 8,88% corresponden a papel y cartón, el 9,10% corresponde a plástico., 0,19% corresponde a chatarra, el 4,80% corresponde a vidrio y el resto son materiales que no resultan aprovechables de forma convencional.

5.2.3 Contexto de la chatarrería La 23

5.2.3.1 Contexto general

Chatarrería la 23 S.A. es una empresa dedicada al aprovechamiento de residuos sólidos, su objeto social es la comercialización de los residuos aprovechables. Para desarrollar su objeto social inicialmente compra los residuos de hogares, empresas, sector industrial y otras empresas de reciclaje; los materiales recibidos son acopiados en bodegas, en las cuales son seleccionados cuidadosamente para que la calidad de estos cumpla con los estándares que exigen sus clientes.

Los materiales que comercializan son los siguientes:

- Chatarra de Acero
- Chatarra de Hierro Colado
- Aluminios
- Cobre
- Bronce
- Radiadores
- Antimonio
- Plomo
- Scrap de Batería
- Baterías
- Archivo
- Vidrio
- Canastas Plásticas

En chatarrería la 23 S.A. solo se compra plástico de alta densidad (Polietileno de Alta Densidad - PE-AD), canastas de bebidas, y de almacenamiento de víveres, sin embargo se recupera otros tipos de plástico en el proceso de separación manual, y preparación de la chatarra, de allí se obtienen pequeñas cantidades que luego son entregadas a otra empresa que se especializa en la recuperación de plásticos.

Tabla 1. Materiales aprovechadas año 2013

Material	Cantidad (Toneladas)
Chatarra de Acero	5.468,00
Hierro Colado	122,00
Aluminios	311,00
Cobre	145,00
Bronce	35,00
Radiadores	10,00
Antimonio	7,00
Plomo	5,00
Scrap de Batería	75,00
Bacterias	300,00
Archivo	150,00
Vidrio	92,00
Canastas Plásticas	7,00
Otros Plásticos	1,20
Total	6.728,20

Fuente: elaboración propia, (2014).

5.2.3.2 Comercialización de los residuos

Los proveedores de la empresa se clasifican de la siguiente manera:

- Micro empresas dedicadas al aprovechamiento de residuos
- Instituciones y organizaciones privadas
- Empresas de ornamentación
- Talleres de mecánica
- Particulares con residuos de hogares u oficinas

La siguiente tabla muestra unos precios promedio de compra para los residuos, que pueden ser orientadores de los valores que se manejan, teniendo presente que estos precios obedecen a naturalezas económicas internas y externas que hacen que puedan variar drásticamente de un día a otro, debido a sus características de commodities.

Tabla 2. Precios de Compra de Materiales Reciclable 2014

Material	Precio/kilo (pesos)
Chatarra de Acero	450
Hierro Colado	600
Aluminios	2.600
Cobre	10.800
Bronce	7.200
Radiadores	6.500
Antimonio	2.000
Plomo	2.000
Scrap de Batería	1.000
Baterías	1.350
Archivo	400
Vidrio	100
Canastas Plásticas	1.050
Otro Plásticos	-

Fuente: elaboración propia, (2014).

Los clientes de Chatarrería la 23 S.A. son empresas que se dedican a la pre-transformación y transformación final de los residuos, producen materia prima reciclada, y productos finales.

Dado que la actividad de la empresa se centra en realizar un acopio y pre transformación de algunos materiales, la diferencia entre el precio de compra y el precio de venta es el principal ingreso de la empresa; la siguiente tabla muestra unos precios de venta promedio de los residuos, teniendo presente también que estos pueden variar fácilmente según las dinámicas del mercado.

Tabla 3. Precios de venta de Materiales Reciclables 2014

Material	Precio/kilo (pesos)
Chatarra de Acero	600
Hierro Colado	750
Aluminios	2.950
Cobre	11.800

Material	Precio/kilo (pesos)
Bronce	8.000
Radiadores	7.500
Antimonio	3.000
Plomo	2.500
Scrap de Batería	1.300
Baterías	1.650
Archivo	500
Vidrio	210
Canastas Plásticas	1.600
Otro Plásticos	500

Fuente: elaboración propia, (2014).

De esta forma, se puede observar que no todos los materiales generan el mismo diferencial de precios, y que las actividades de pre transformación y transformación de los residuos comprados por la empresa permiten generar en algunos casos unos márgenes pequeños o grandes, dependiendo del material (de acuerdo sus características, y costos asociados a su manejo); en la siguiente tabla se puede observar en forma general y solo para efectos descriptivos, los porcentajes de diferencia entre los precios de compra y venta en la empresa.

Tabla 4. Diferencia entre precios de compra y venta

Material	Margen Bruto de Utilidad
Chatarra de Acero	25,00%
Hierro Colado	20,00%
Aluminios	11,86%
Cobre	9,32%
Bronce	10,00%
Radiadores	13,33%
Antimonio	33,33%
Plomo	20,00%
Scrap de Batería	23,08%
Baterías	18,18%

Material	Margen Bruto de Utilidad
Archivo	20,00%
Vidrio	52,38%
Canastas Plásticas	34,38%
Otro Plásticos	-

Fuente: elaboración propia, (2014).

5.2.4 Residuos plásticos, clasificación y características

5.2.4.1 Plásticos y Residuos Plásticos

Los plásticos hacen parte de un grupo de compuestos orgánicos denominados polímeros. Están conformados por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno. Principalmente, se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural. Dependiendo de la estructura que forma el carbono al asociarse con hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, cambian las propiedades físicas y su estructura molecular². Los plásticos se clasifican según su estructura macromolecular, dependiendo del tipo de mecanismo de enlace que presenten. Pueden ser, Termoplásticos (amorfo o parcialmente Cristalinos), Termofijos, y Elastómeros.

Los residuos plásticos son entonces todos aquellos materiales o productos elaborados a partir de plásticos, que han sido utilizados, y dada su condición se considera que ya no tiene valor o este ha disminuido de forma significativa y por ello es desechado.

En el contexto regional, el departamento del Tolima genera diariamente 783 toneladas de residuos, es decir que son cerca de 196 toneladas/día de residuos plásticos que son potencialmente aprovechables. Para el caso de la ciudad de Ibagué cuya generación de residuos alcanza las 354 toneladas/día, los plásticos generados son alrededor de 32,2 toneladas/día; con una tasa de aprovechamiento del 25% se estimaría un mercado potencial de 8 toneladas/día, o 240 toneladas mes.

² Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2004). Guías Ambientales para el Sector Plástico. Bogotá D.C., Colombia: El Ministerio. P 14

5.2.4.2 Clasificación de los Residuos Plásticos y características

De acuerdo con Fundes en su análisis del sector de reciclaje para Bogotá³, en el mercado de recuperación de plásticos se presenta una gran variedad de residuos plásticos, estos se pueden clasificar como Rígidos y Flexibles, y cada uno de estos grupos debe someterse algún proceso para poder ser comercializado.

Figura 3. Tipos de plásticos y procesos de alistamiento

Tipo de plásticos y procesos de alistamiento		
Tipo de Plásticos	Clasificación	Tipo de alistamiento
Rígidos	PET transparente, PET azul, PET verde, PET Aceite (Chirrión), PEAD Natural, PEAD lechoso, PEAD negro, PP Natural, PP Blanco, PP negro, PVC Transparente y PVC negro.	Molido Peletizado
Flexibles	PEAD Transparente, PEAD negro, PEBD transparente, PEBD negro, Polietileno de media densidad transparente, Polietileno de media densidad negro, PP extruido transparente, PP extruido negro, PP coextruido transparente, PP coextruido negro, PVC Bolsa de suero, PVC tubería, PVC blando, Ps expandido, PSHD, PS cristal.	Picado Lavado Aglutinado Peletizado

Fuente: Fundes, (2010).

Así como lo muestra la figura anterior, existe una amplia clasificación de los residuos plásticos. En principio la diversificación de estos residuos tiende a confundir y posteriormente a abrumar a los comercializadores, debido al enorme trabajo que exige primero la clasificación de los residuos y posteriormente, el proceso al que lo deben someter para entregarlo al siguiente actor en la cadena de aprovechamiento.

En la comercialización de los residuos plásticos se debe tener en cuenta que debido los plásticos ocupan un gran volumen del espacio de las bodegas o centros de acopios, así que los procesos de alistamiento no solo funcionan como preparación de los residuos, sino que también reduce el volumen del residuo. Por esta misma razón algunos de los comercializadores, cuyo objeto es solo comprar y vender sin someter los residuos a ningún proceso, debían embalar los residuos plásticos (en este caso el

³ Corredor, Martha. El sector del reciclaje en Bogotá y su región: oportunidad para los negocios inclusivos. (2010). Bogotá D.C. Fundes.

PET) con ayuda de prensas para reducir la densidad de los mismos y así poder despacharlo a sus clientes.

Según Idarraga la cadena de valor en el reciclaje de residuos plásticos en Cali, no es clara, ni se identifica una directriz para dicho contexto; la recuperación del material plástico se lleva a cabo mediante iniciativas de actores como recicladores, independientes, otros asociados, personas naturales y jurídicas que compran y venden material plástico y algunas empresas que procesan el residuo recuperado, con fines de obtención de una nueva materia prima para fines industriales en otros procesos⁴.

En la recuperación de plásticos en la ciudad de Cali el sector público se encuentra en la etapa de formulación de políticas que para estructurar esta labor en la ciudad; mientras que el sector privado viene trabajando cada vez más, y ha logrado una generación de valor cada vez mayor a estos residuos⁵.

En la ciudad de Cali el sector de recuperación de plásticos realiza actividades como recolección, acopio, clasificación, procesos de pre transformación para obtener materias primas, y transformación en la cual se elaboran productos para llevar al mercado. Es así como se pueden encontrar desde los recuperadores de a pie, las micro y pequeñas empresas que comercializan y pre transforman estos residuos en materias primas, hasta las medianas y grandes empresas que compran la materia prima secundaria y la transforman en productos; a este grupo se une también las empresas comercializadoras de máquinas para la pre transformación y transformación de los residuos plásticos.

Figura 4. Generación de residuos en la ciudad de Cali

Generación de Residuos en la Ciudad de Cali		
Residuos Orgánicos	986	58%
Mat. Reciclaje	714	42%
Total Toneladas Diarias	1700	100%

Fuente: Idarraga, (2012)

⁴ Idarraga p. Faizully; Ossa F., Oscar Andrés. (2012) Diseño de la cadena de valor del reciclaje del plástico en la ciudad de Cali. Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniera Industrial, Universidad autónoma de occidente. Cali. P 45-46

⁵ Idarraga p. Faizully; Ossa F., Oscar Andrés. (2012) Diseño de la cadena de valor del reciclaje del plástico en la ciudad de Cali. Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniera Industrial, Universidad autónoma de occidente. Cali. P 94

Como se observa en la tabla anterior el potencial de material recuperable en la ciudad de Cali es del 42%, es decir, 714 toneladas al día.

En la composición de los residuos aprovechables elaborada por Idarraga se observa que el 51% corresponden a residuos plásticos, lo que indica que el potencial de recuperación es de 364 toneladas/día⁶.

5.2.5 Empresas que se dedican al reciclaje de plástico en la región: identificar cuantas, cuales, tratar de monitorear su realidad

5.2.5.1 Empresas de Reciclaje en la Región

Todas las empresas de reciclaje de Ibagué recuperan residuos plásticos, sin embargo no compran las mismas clases de plásticos. La decisión de qué clase de plástico comprar, responde a la falta de conocimiento sobre los plásticos que son potencialmente recuperables, estrechamente ligada con la baja demanda del mercado y la joven incursión de los recicladores en la recuperación de plásticos.

Además de las denominadas chatarrerías y empresas de reciclaje, también se encuentran empresas que pre transforman los residuos plásticos, seleccionan y clasifican, muelen, lavan y finalmente secan, para obtener una materia prima secundaria; y algunas pocas que elaboran sus propios productos como es el caso de Andina de plásticos Ltda, que fabrica bolsas de distintos tipo y las comercializa en el mercado regional y nacional.

No existe un reporte oficial que indique cuales y cuantas son las empresas recicladoras de la ciudad. A continuación una lista con algunas de las empresas recuperadoras de residuos plásticos de la ciudad.

- Chatarrería Wilson
- Chatarrería eben ezer
- Chatarrería Los Paisas
- Recuperadora Central
- Chatarrería Luis Fernando
- Deposito Tolimense
- Deposito Pinzón

⁶ Idarraga p. Faizully; Ossa F., Oscar Andrés. (2012) Diseño de la cadena de valor del reciclaje del plástico en la ciudad de Cali. Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniera Industrial, Universidad autónoma de occidente. Cali. P 108

- Chatarrería J.J.
- Chatarrería Centrales
- Chatarrería Palermo
- Chatarrería Andrade
- Chatarrería El Tunal
- Cooperativa de reciclaje del sur
- Chatarrería Centrales 1ª
- Chatarrería la 60
- Chatarrería Angara
- Chatarrería la 19
- Deposito Pinzon
- “Molino Macario”
- Chatarrería siglo XXI
- Chatarrería Combeima
- Recicladora Universal
- Recuperadora la 17
- Recuperadora Pijao
- “Molino Boquerón”
- Andina de Plásticos Ltda.

De acuerdo con el tamaño de la empresa y la cantidad de residuos que comercializan, los recuperadores de plástico de la región, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Bodegas de acopio pequeñas
- Bodegas de acopio medianas
- Bodegas de acopio grandes

5.2.5.2 Tamaño del mercado y potencial de aprovechamiento

Para conocer la realidad del mercado se realizaron una serie de visitas a bodegas recicladoras de la ciudad. Así mismo estas entrevistas sirven como modelo de la actividad de reciclaje de plásticos.

Figura 5. Bodega Pequeña “A”



Fuente, Toma propia, permiso Empresa “A” (2014)

En la imagen se observa el acopio de los plásticos en una bodega pequeña, allí tratan de mantener organizados los materiales ya que cuenta con un espacio reducido. Estas bodegas compran los residuos plásticos revueltos a los recuperadores de oficio, luego los clasifican y empaacan en lonas medianas y en globos que tienen una capacidad mayor. El material es entregado a la empresa que ofrezca el precio más alto, una bodega mediana, grande, o una empresa que pre transformaran el plástico; estas bodegas manejan un promedio de 1,5 toneladas al mes.

Figura 6. Bodega Mediana “B”



Fuente, Toma propia, permiso Empresa “B” (2014)

En la imagen anterior se puede observar el acopio en una bodega mediana de la ciudad, manejan alrededor de 8 toneladas/mes, comprándole a recicladores de oficio y a algunas bodegas pequeñas con una ubicación cercana; como se puede observar en la imagen aunque su espacio de trabajos amplio en comparación a las bodegas pequeñas, organizan muy bien sus materiales para conservarlos separados y entregarlos, ya sea a una bodega grande de la ciudad o a un pre transformador de plásticos.

Figura 7. Bodega grande “C”



Fuente: Toma propia, permiso empresa “C”, (2014).

En la Figura 6 se puede observar la magnitud de captación de residuos plásticos, esto lo logran gracias a la gran capacidad económica que poseen. Su posición como mayoristas les permite manejar cantidades cercanas a las 30 toneladas al mes, le compran a los recicladores de oficio, y, pequeñas y medianas bodegas de la ciudad; para vender sus materiales debe prensarlos o molerlos de acuerdo al tipo de plástico y la exigencia del cliente

La siguiente tabla resume la cantidad de residuos plásticos que recuperan las bodegas de reciclaje en la ciudad de Ibagué

Tabla 5. Promedio mensual de recuperación en bodegas de reciclaje.

Tipo de Bodega	N° Aproximado de Bodegas	Cantidad (toneladas)	Total por Grupo
Pequeña	30	1,50	45,00
Mediana	8	8,00	64,00

Tipo de Bodega	N° Aproximado de Bodegas	Cantidad (toneladas)	Total por Grupo
Grande	3	30,00	90,00

Fuente: elaboración propia, (2014).

De acuerdo con la tabla anterior las bodegas de reciclaje de la ciudad, recogen 199 toneladas al mes de plásticos, sin embargo para realizar una estimación del mercado se debe tener en cuenta las bodegas medianas y pequeñas venden a las bodegas grandes el 30% del material recogido, por lo cual se deben excluir 13,5 toneladas/mes de las bodegas pequeñas y 19,2 toneladas/mes correspondientes a las bodegas medianas; de modo que el mercado de recuperación de plásticos de la ciudad asciende a 166,3 toneladas/mes (estimado).

5.2.6 El mercado del plástico en la región: qué se hace con él, quién es el comprador, qué precios se están manejando.

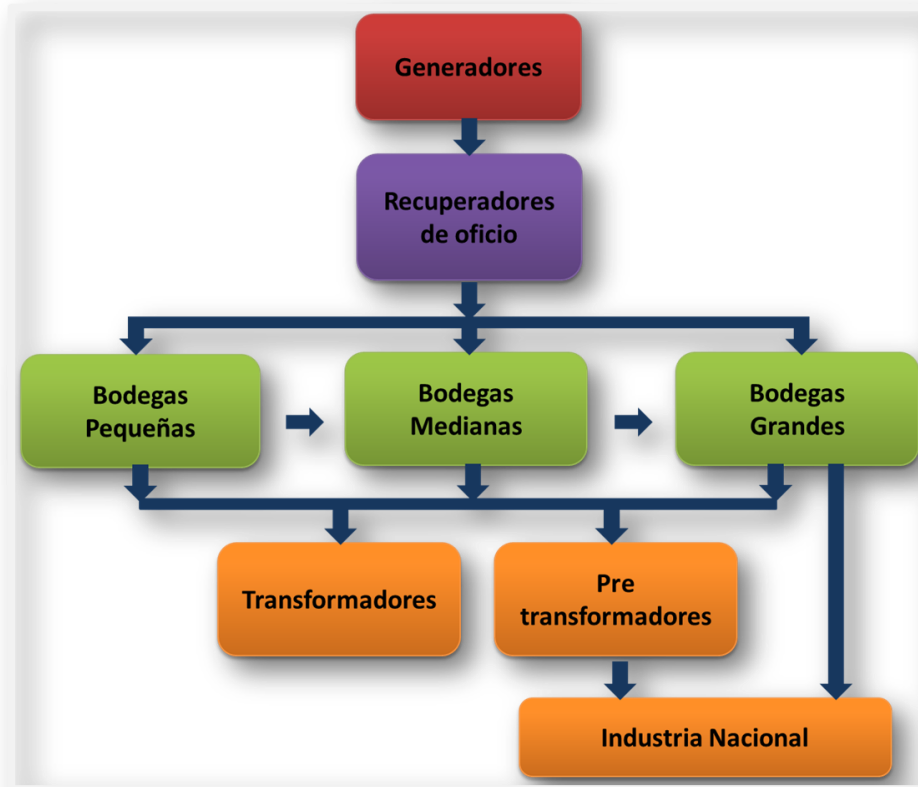
5.2.6.1 Recuperación de plásticos en la región

El reciclaje de plástico en la ciudad de Ibagué, se encuentra en pleno crecimiento, apenas hace 7 años se pasó de reciclar solamente las canastas y las canastillas, a la comercialización de residuos plásticos como bolsas (polietileno de baja densidad-PEBD), pasta (polietileno de alta densidad-PEAD y polipropileno-PP) y el PET (Polietilentereftalato). En principio las empresas comenzaron a comercializar estos residuos, luego dos años después comenzaron a generarle valor a estos residuos, con la incorporación de maquinaria hechiza con la cual realizaban procesos de picado, molido, lavado, peletizado, y extrusión para la elaboración de bolsas para la basura.

Existen muchos sectores desatendidos por el reciclaje en la región, la mayoría de los residuos que llegan a las bodegas de acopio son llevados por recuperadores independientes, que obtienen los residuos de hogares, de establecimientos comerciales, de empresas de servicios y distintas empresas; siendo muy pocos los generadores que entregan sus residuos plásticos directamente a las bodegas de acopio, además la cultura de selección en la fuente es muy pobre en la región, así que es muy alto el porcentaje de residuos plásticos que llegan a los rellenos sanitarios.

Para entender un poco el panorama de la recuperación de plásticos en la ciudad, se ha diseñado la siguiente “cadena de valor del reciclaje de residuos plásticos” que muestra la interacción entre los actores locales del reciclaje de plásticos.

Figura 8. Cadena de valor identificada en la ciudad de Ibagué



Fuente: elaboración propia, (2014).

5.2.6.2 Compradores de plástico

Los compradores del plástico reciclado en la ciudad se pueden clasificar en tres grupos. En la parte baja de la Figura 7 se observan claramente, Empresas transformadoras, Empresas pre transformadora, y las empresas pertenecientes a la Industria Nacional.

Las empresas transformadoras (locales). Son pequeñas industrias que elaboran productos a partir de plásticos, y han encontrado en el reciclaje del plástico local una materia prima a un menor costo; estas empresas comprar el plástico trabajan solo con un tipo de plástico, es decir, que apenas cubren una pequeña parte del oferta de

plástico de la región; los precios de compra son bajos, ya que la capacidad de procesamiento es baja, por ello sus proveedores son principales son las bodegas pequeñas y ocasionalmente las bodegas medianas.

El segundo grupo de compradores, las empresas pre transformadoras, compran el plásticos a las bodegas pequeñas, medianas y grandes. La pre transformación del residuo plástico consiste en: seleccionar el plástico, por tipo de plástico (PE-BD, PE-AD, PP, y PET), y por colores, enseguida pasan al molido el cual se encarga de triturar el plástico y de convertirlo en pequeñas partículas, estas partículas son llevadas a una lavadora industrial, en la cual se retiran impurezas, pasa después por un contenedor de agua en el cual sucede una separación por densidades, luego se seca en una secadora industrial, y por último se empaca en lonas; del proceso anterior se excluye el PET el cual solo es presado con el ánimo de disminuir su volumen.

Figura 9. Procesos, de clasificación, molido, lavado, y secado de plástico



Fuente: Toma propia, empresa “Empresa D molino”, (2014).

Figura 10. Prensado de PET y Bolsas (PE-BD)



Fuente: Toma Propia “Empresa D molino”, (2014).

El tercer y último comprador del plástico reciclado en la ciudad corresponde a las empresas industriales de carácter nacional, están ubicadas principalmente en ciudades como Bogotá, Cali y Medellín, y su trabajo consiste en la elaboración de insumos y/o productos finales,. Estas empresas compran el plástico de las empresas Grandes de la ciudad, y del grupo anterior, las empresas pre transformadoras, las cuales deben cumplir con exigencias de calidad y presentación del material.

5.2.7 Métodos de aprovechamiento de los plásticos

5.2.7.1 Métodos de reciclaje

El reciclaje de plásticos consiste en la recuperación de los residuos plásticos, procesarlos hasta obtener una materia prima secundaria, y finalmente transformarlos en un insumo y/o producto final.

De acuerdo con Ecoticias en su artículo ¿Cómo se deben reciclar los plásticos? existen dos métodos para el reciclado de plásticos: el reciclaje mecánico y el reciclaje químico:

Reciclaje mecánico: Consiste en cortar las piezas de plástico en pequeños granos para posteriormente tratarlos. Los procesos de reciclaje mecánico comienzan con las siguientes etapas: 1.Limpieza, en la cual los plásticos son separados de las impurezas como metales; 2.Clasificación, se separan por tipo de plástico, por color algunos dependiendo del producto que solían ser; 3.Trituración o molido, los residuos son triturados en pequeñas partículas, que son más fácil de transportar por el volumen que representan; 4.Lavado, allí los granos son lavados para retirar la suciedad y los químicos que estén presentes. 5. Granceado o peletizado, se realiza una fundición del plástico, un tintado y corte en pequeñas partículas (Pellets), con el fin de homogenizar el material.

Reciclaje químico: Se basa en degradar los materiales plásticos, mediante calor o con catalizadores, hasta tal punto que se rompan las macromoléculas y queden solamente moléculas sencillas llamadas monómeros. Las técnicas más representativas son: Gasificación, proceso en el que se obtiene gas de síntesis; Hidrogenación, consiste en la aplicación de energía térmica en presencia de hidrógeno para dar lugar a combustibles líquidos; Cracking, proceso similar al que se produce con el petróleo crudo en las refinerías, obteniéndose cadenas de hidrocarburos de diversas longitudes, que se pueden utilizar como combustibles; Disolventes, mediante los cuales se pueden separar mezclas de plásticos, difíciles de separar por otras técnicas.⁷.

5.3 Análisis de resultados Obtenidos

5.3.1 Reciclaje de plásticos de la región

En la ciudad de Ibagué el potencial de recuperación de plásticos es 240 toneladas/mes, de las cuales 166,3 toneladas son recuperadas, gracias al trabajo de las bodegas de reciclaje de la ciudad; esto significa un 70% de recuperación del plástico potencialmente aprovechable.

En las entrevistas realizadas en las bodegas de reciclaje se evidencio que son los recicladores de oficio los principales recuperadores del plástico en la ciudad, son ellos

⁷ Ecoticias. ¿Cómo se deben reciclar los plásticos? (2009). <http://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/19233/Como-se-deben-reciclar-los-plasticos-medio-ambiente-medio-energias-renovables>. Revisado el 24 de octubre de 2014.

quienes recogen los residuos plásticos de hogares y pequeñas empresas comerciales, y posteriormente los llevan a las bodegas de reciclaje. Aquellos generadores mayores como son colegios, universidades, bares, discotecas, centros recreacionales, reciclan en menor cantidad sus residuos ya que no tienen planes gestiona sus residuos, y las bodegas de reciclaje no han atendido este sector.

El reciclaje del plástico en la ciudad se realiza de forma básica, aunque existen algunas empresas que transforman estos residuos en materias primas y luego los utilizan en la elaboración de productos, la gran mayoría de los plásticos son comercializados o pre transformados. Un pequeño grupo de empresas se encarga de este pre transformación del plástico, realizan procesos en los cuales convierten estos residuos en pequeñas hojuelas libres de contaminantes; estas empresas venden estos materiales a intermediarios que realizan el proceso de peletizado, ya que las empresas industriales requieren que la materia de plástico llegue en forma de pellets.

La maquinaria que utilizan las empresas que pre transforman el plástico es hechiza, esta es elaborada por ellos mismos con asesorías de personas que han trabajado antes con maquinaria similar, y técnicos de metalmecánica. Este tipo de maquinaria es atractiva para las empresas ya que su costo es realmente bajo, y cubre la capacidad de proceso necesaria (teniendo en cuenta que la cantidad de plástico que procesan es de 40 toneladas/mes una cifra relativamente baja). La siguiente tabla muestra la comparación de la maquinaria importada, nacional y hechiza.

Tabla 6. Comparación Maquinaria de procesamiento de plástico.

Tipo de Maquinaria	Costo			Tecnología			Eficiencia			Capacidad		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alta	Media	Baja
Importada	●	●		●	●		●			●	●	
Nacional		●			●			●			●	●
Hechiza			●			●			●		●	●

Fuente: Elaboración propia, (2014).

5.3.2 Análisis financieros del reciclaje de plástico

Con la información recogida en la entrevista sobre precios de compra y venta de los plásticos, costos de los procesos de transformación, y la información suministrada por empresas proveedoras de Maquinaria para plásticos, sobre características de sistemas de lavado y maquinas peletizadoras; se realizó una modelación financiera con el ánimo de evaluar la factibilidad del proyecto.

En el desarrollo de esta modelación se estableció:

- Calculo de Ingresos a partir de cantidad de compra de plásticos para el primer año de 720 toneladas, de las cuales el 90% es material útil, y el 10% restante material no apto.
- Seleccionar Maquina importada, aunque su valor es superior, ofrece beneficios de mejor tecnología y eficiencia en el proceso.
- Los costos asociados al sistema de Lavado (molido, lavado y secado) y al Peletizado, se calcularon con base en las especificación técnicas de la maquinaria seleccionada.
- Los costos de mano de obra, cif, y gastos, se calculan con base a información suministrada por otras empresas que reciclan plástico.
- La factibilidad económica será evaluada con indicadores financieros como VPN (valor presente neto o VNA) y la TIR (tasa interna de retorno)

A continuación los resultados de la modelación.

Tabla 7. Inversión inicial del proyecto

Presupuesto de Inversión		
Inversiones Fijas		
Sistema de Lavado (molido, lavado y secado)	\$	250.000.000
Peletizadora	\$	130.000.000
Adecuación Bodega	\$	10.000.000
Prensadora	\$	45.000.000
Adecuación Oficina	\$	5.000.000
Total Inversión	\$	440.000.000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Flujo Neto de Operación, proyección 5 años

Flujo Neto de Operación					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Total Ingresos	\$ 1.117.300.000	\$ 1.195.511.000	\$ 1.279.196.770	\$ 1.368.740.544	\$ 1.464.552.382
Costos y gastos	\$ 811.920.000	\$ 868.754.400	\$ 929.567.208	\$ 994.636.913	\$ 1.064.261.496
Utilidad op	\$ 305.380.000	\$ 326.756.600	\$ 349.629.562	\$ 374.103.631	\$ 400.290.886
Impuestos	\$ 109.936.800	\$ 117.632.376	\$ 125.866.642	\$ 134.677.307	\$ 144.104.719
Flujo neto op	\$ 195.443.200	\$ 209.124.224	\$ 223.762.920	\$ 239.426.324	\$ 256.186.167

Fuente: Elaboración propia (2014).

A partir de las tablas 7 y 8 se calcularon los siguientes indicadores financieros

- La utilidad Neta del proyecto es de 17,5 %
- La Tasa Interna de retorno sobre la inversión, es del 39,72%, y
- Valor Presente Neto (con una tasa de descuento del 10%) de \$ 364.749.838

Estos indicadores nos muestran que el proyecto de la apertura de la Línea de Aprovechamientos de residuos Plástico, es factible. La inversión en este proyecto es totalmente rentable.

5.3.3 Propuesta de Planteamiento de trabajo

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación sobre la implementación de la Línea de Aprovechamiento de Residuos Plásticos, es factible dicha implementación y se debe desarrollar de la siguiente manera:

5.3.3.1 Compra de los residuos plásticos

En el mercado de plásticos en la ciudad aún se encuentra sin recuperar aproximadamente un 30% de los plásticos con potencial de aprovechamiento, esto significa que cerca de 72 toneladas/mes son dispuestas al relleno sanitario de la ciudad. La meta de compra de Chatarrería la 23 se puede calcular de 2 formas, la primera dada su condición de Bodega Grande, indica que su compra puede ser igual que las otras bodegas grandes de la ciudad, es decir 30 toneladas/mes, y la segunda teniendo en cuenta el sector desatendido, es decir, las 72 toneladas/mes de residuos. La meta de participación en el mercado es de un 30% del plástico potencialmente aprovechable en la ciudad, es decir alcanzar en el primer año un aprovechamiento de al menos 60 toneladas/mes para consolidarse empresa líder del sector.

Estrategias para el sector desatendido

- Realizar charlas educativas en colegios y universidades, sobre la importancia del reciclaje.
- Enseñar a establecimientos comerciales como bares, discotecas, centros recreacionales, y centros comerciales, que pueden obtener un beneficio económico de sus residuos si los reciclan.

5.3.3.2 Proceso de pre transformación y venta los plásticos

Con el fin de generar valor a los residuos recuperados, la empresa debe implementar los procesos de selección, molido, lavado, separación por densidades, secado y peletizado, para plásticos diferentes a bolsas y PET; para obtener material en Pellets que pueda ser comercializado directamente con las empresas industriales de plástico. Para el PET se realizara solamente la selección y prensado, ya que las industrias de plástico lo compran en pacas prensadas. La selección de la maquinaria responde a: capacidad de procesamiento, tecnología, eficiencia, costo de adquisición y políticas de la empresa, entre las cuales se destacan la gestión integral en búsqueda de satisfacer las necesidades de la empresa, sus colaboradores y la comunidad, política ambiental, que define el actuar de la empresa hacia un sostenimiento ambiental local.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la ciudad de Ibagué el aprovechamiento de plásticos es un sector del reciclaje que gana cada vez mayor protagonismo, sin embargo parte de los residuos plásticos generados y con potencial de aprovechamiento aún se disponen en el relleno sanitario, esto significa que hay cantidad significativa de plástico que se puede reciclar.

Los procesos de pre transformación de residuos plásticos permiten que dichos residuos lleguen en forma de materia prima secundaria, al sector industrial nacional de plásticos. Estos procesos permiten que el residuo generado en hogares, empresas e instituciones, se aproveche y se convierta nuevamente en un producto de útil; así mismo cuando son implementados en las empresas de reciclaje (denominadas también bodegas de acopio), permiten generar valor al material plástico, mejorando las condiciones económicas de estas empresas.

La implementación de procesos de pre transformación o transformación del plástico depende de factores como, cantidad de residuos aprovechables, capacidad económica del proyecto o empresa, y la demanda del producto, entre otros. Cuando la cantidad de material como en este caso es baja, no es posible desarrollar un proceso de transformación la inversión es alta, y la capacidad instalada sería superior a la oferta de materiales.

El sector de reciclaje del plástico se encuentra aún en crecimiento, es por esto que se diseñan nuevos procesos y tecnología de reciclaje, sin embargo los costos de estas nuevas tecnologías son bastante altos y por tal motivo se salen del alcance de las empresas de reciclaje locales.

Enfocar la recuperación de plásticos del sector desatendido por los recicladores de oficio y las bodegas de acopio de la ciudad. Esto a través de alianzas con instituciones educativas, realizando charlas educativas sobre el reciclaje y el beneficio para la sociedad.

Generar valor al reciclaje de plásticos a través de la implementación de procesos de pre transformación de plásticos para obtener pellets (materia prima secundaria del plástico), permitiendo la comercialización de los materiales recuperados a las empresas industriales.

El reciclaje de plásticos ha logrado grandes avances comercial y tecnológicamente, y se ha posicionado como un sector fuerte de la economía. Gracias a esto las empresas que pre transforman o transforman plásticos tienen a la mano alternativas de aprovechamiento convencional de materiales que no se comercializan fácilmente, muchas veces clasificados como material no útil, por ejemplo, elaborando maderas plásticas o adoquines ecológicos; o generar un mayor valor a la materia prima reciclada a través de aprovechamiento no convencional (reciclaje químico) como la gasificación, para generar gases de síntesis o combustibles.

7. BIBLIOGRAFIA

Cabildo Miranda, Maria del Pilar; Escolástico León, Consuelo; Esteban Santos, Soledad. (2008). Reciclado y tratamiento de residuos. España: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Corredor, Martha. El sector del reciclaje en Bogotá y su región: oportunidad para los negocios inclusivos. (2010). Bogotá D.C. Fundes.

Idarraga p. Faizully; Ossa F., Oscar Andrés. (2012) Diseño de la cadena de valor del reciclaje del plástico en la ciudad de Cali. Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniera Industrial, Universidad autónoma de occidente. Cali. P 45-46

Martínez S., José Alejandro. Memorias del “Curso básico de ingeniería ambiental”, Especialización en Gestión de Residuos Sólidos. (2012), Universidad EAN. Bogotá.

Martínez S., José Alejandro; Uribe, Alberto. Evaluación de un modelo inclusivo para la participación de recicladores de base en la implementación de un parque tecnológico para el reciclaje, en el marco del plan maestro de residuos sólidos urbanos (Recurso electrónico) – Bogotá: Universidad EAN, 2013. ISBN: 978-958-756-236-1

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2004). Guías Ambientales para el Sector Plástico. Bogotá D.C., Colombia: El Ministerio.

Citas de internet

Cortolima, Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica mayor del río Totare.

http://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/n_213diagnostico_integral_residuos_solido_liquidados.pdf

revisado el 25 de septiembre de 2014.

Ecoticias. ¿Cómo se deben reciclar los plásticos? (2009). <http://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/19233/Como-se-deben-reciclar-los-plasticos-medio-ambiente-medio-energias-renovables>. Revisado el 24 de octubre de 2014.

Sandoval Alvarado, Leonardo. Manual de Tecnologías Limpias en PyMEs del Sector de Residuos. EEUU: Organización de Estados Americanos.2006. p 24.

<http://es.scribd.com/doc/47702765/4/Residuos-solidos-Inorganicos> revisado el 20 de septiembre de 2014

LICENCIA DE USO – AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES

Actuando en nombre propio identificado (s) de la siguiente forma:

Nombre Completo Alvaro de Jesus Ruiz Cua

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: 1110:493.147 de Ibaguè

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: _____

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: _____

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: _____

El (Los) suscrito(s) en calidad de autor (es) del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado, documento de investigación, denominado:

Evaluación de plan de negocio para aprovechamiento y
valorización de plásticos con el uso nuevas tecnologías
en CHATARREIA LA 23 SA.

Dejo (dejamos) constancia que la obra contiene información confidencial, secreta o similar: SI NO
(Si marqué (marcamos) SI, en un documento adjunto explicaremos tal condición, para que la Universidad EAN mantenga restricción de acceso sobre la obra).

Por medio del presente escribo autorizo (autorizamos) a la Universidad EAN, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad EAN y a los usuarios de bases de datos y sitios webs con los cuales la Institución tenga convenio, a ejercer las siguientes atribuciones sobre la obra anteriormente mencionada:

- A. Conservación de los ejemplares en la Biblioteca de la Universidad EAN.
- B. Comunicación pública de la obra por cualquier medio, incluyendo Internet
- C. Reproducción bajo cualquier formato que se conozca actualmente o que se conozca en el futuro
- D. Que los ejemplares sean consultados en medio electrónico
- E. Inclusión en bases de datos o redes o sitios web con los cuales la Universidad EAN tenga convenio con las mismas facultades y limitaciones que se expresan en este documento
- F. Distribución y consulta de la obra a las entidades con las cuales la Universidad EAN tenga convenio

Con el debido respeto de los derechos patrimoniales y morales de la obra, la presente licencia se otorga a título gratuito, de conformidad con la normatividad vigente en la materia y teniendo en cuenta que la Universidad EAN busca difundir y promover la formación académica, la enseñanza y el espíritu investigativo y emprendedor.

Manifiesto (manifestamos) que la obra objeto de la presente autorización es original, el (los) suscritos es (son) el (los) autor (es) exclusivo (s), fue producto de mi (nuestro) ingenio y esfuerzo personal y la realizó (zamos) sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de exclusiva autoría y tengo (tenemos) la titularidad sobre la misma. En vista de lo expuesto, asumo (asumimos) la total responsabilidad sobre la elaboración, presentación y contenidos de la obra, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Universidad EAN por estos aspectos.

En constancia suscribimos el presente documento en la ciudad de Bogotá D.C.,

NOMBRE COMPLETO: <u>Alvaro de Jesús Ruiz Cera</u>	NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: <u>[Firma manuscrita]</u>	FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: <u>1110493147-Ibaque</u>	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: <u>Postgrados</u>	FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: <u>Especialización</u> <u>Gestión de Residuos Sólidos</u>	PROGRAMA ACADÉMICO: _____

NOMBRE COMPLETO: _____	NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: _____	FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: _____	FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: _____	PROGRAMA ACADÉMICO: _____

Fecha de firma: Noviembre 6 de 2014