

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA
PARA LA RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS (RSD) EN
BARRANCABERMEJA.**

**CATALINA FRANCO SALAZAR
HÉCTOR ALFREDO FUENTES PINZÓN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACION EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTO
BUCARAMANGA**

2010

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA
PARA LA RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS (RSD) EN
BARRANCABERMEJA.**

CATALINA FRANCO SALAZAR

HÉCTOR ALFREDO FUENTES PINZÓN

**Monografía como requisito para optar el título de Especialista en Evaluación
y Gerencia de Proyectos**

Director:

EDGAR SÁNCHEZ GÓMEZ

Magister en Evaluación y Gerencia de Proyectos

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

ESPECIALIZACION EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTO

BUCARAMANGA

2010

AGRADECIMIENTOS

La culminación de un esfuerzo, la realización de un sueño y el comienzo de muchas oportunidades, son más que razones suficientes para agradecer a todos los que han sido parte de este triunfo:

En primer lugar a Dios quien me dio el regalo de la vida y que sin la voluntad de él este logro no hubiera sido posible.

A Flor Maria y doña Adelfa que se han convertido en mi familia y quienes cada semana con amor y dedicación me acogieron en la calidez de su hogar y me hicieron sentir parte de él.

A la Universidad en general y todo el grupo de profesores de la cohorte No. 11 quienes nos transmitieron su conocimiento y contribuyeron a la formación de una profesional más que se siente orgullosa de pertenecer a una de las mejores universidades del País.

Finalmente y de manera muy especial al profesor Edgar Sánchez Gómez, quien con amor a su vocación y sus valiosos aportes permitió estructurar de manera adecuada este estudio y fue nuestra guía hasta su culminación.

A todos Que Dios Los Bendiga...

Catalina Franco Salazar

AGRADECIMIENTOS

La inquietud que cierto día me motivó a continuar cercano al conocimiento y que arrastró a Cata para que fuera mi compañía hoy se traduce en esta nueva meta alcanzada...

Hoy quiero expresar mis más sinceros agradecimientos para quienes a lo largo de esta travesía nos brindaron su apoyo incondicional...

A Dios que nos ha permitido levantarnos con vida, actitud, amor, salud, empeño y mucha perseverancia.

A Flor Maria, Benja, Oscar, Diana, Sergio, Leyda y Andresito quienes nos acogieron en su hogar durante todo este trayecto.

A la Universidad Industrial de Santander por brindarme el privilegio de volver a recordar, vivir, sentir, estudiar, aprender, molestar e incluir un nuevo horizonte a mi vida profesional.

A los docentes que nos hacen reflexionar en los proyectos con los cuales podemos maximizar el bienestar de la sociedad.

A nuestros colegas de la cohorte 11, con quienes crecimos en muchos aspectos a lo largo de la Especialización.

A Edgar Sánchez Gómez, por aceptar ser nuestro Director y quien a pesar de sus quebrantos de salud, nos regaló su tiempo y conocimiento para orientarnos en la Monografía.

Hector Alfredo Fuentes Pinzón

DEDICATORIA

*A mis hijos Juanita y Juan Alvaro que son mi motivación diaria,
la razón de mi vida y quienes a pesar de sus cortas edades
comprendieron que en ocasiones era necesario sacrificar el
tiempo que era de ellos.*

*A mi padre Alvaro que al lado de Dios siempre me ha guiado en
todo lo que hago y quien marcó el camino que voy construyendo
día a día.*

Catalina Franco Salazar

DEDICATORIA

A Dios, mi amigo, por prestarme un poquito de su sabiduría para utilizarla en mi vida, traducirla en conocimiento, compartirlo y hacerlo perdurar en el tiempo.

A mi papá Alfredo y mi mamá Adelfa porque sembraron en mi educación y hoy les retorno el primer fruto con mucho cariño.

A Cata por ser mi complemento y remar a mi lado hacia nuestra meta.

Hector Alfredo Fuentes Pinzón

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCION.....	27
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	29
1.1 IDENTIFICACIÓN	29
1.2 PLANTEAMIENTO	30
1.2.1 Descripción	30
1.2.2 Alcance-Limitaciones	31
1.3 JUSTIFICACIÓN	32
1.4 OBJETIVOS	33
1.4.1 General	33
1.4.2 Específicos	33
2. MARCOS REFERENCIALES	34
2.1 MARCO CONTEXTUAL	34
2.1.1 Antecedentes	34
2.1.2 Estado del arte: Estado actual y científico del área	35
2.2 MARCO TEÓRICO	41
2.2.1 Definición de Residuos sólidos Domésticos	41
2.2.2 Origen y clasificación de RSD	42
2.2.3 Cadena de eliminación de RSD	52
2.3 METODOLOGÍA	54
2.3.1 Metodología Marco Lógico	56
3. ESTUDIO DEL ENTORNO	76

3.1	ENTORNO GENERAL	76
3.2	COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	91
3.3	ESTUDIO DEL ENTORNO ESPECÍFICO	95
3.3.1	Sistema actual de recolección de RSD.....	98
3.3.2	Residuos sólidos domésticos RSD	99
3.3.3	Tarifas de retiro del sistema actual de RSD	99
3.3.4	Clasificación del sector económico.....	104
3.3.5	Clasificación CIIU	104
3.3.6	Aspectos culturales.....	104
3.3.7	Grupos estratégicos y barreras de movilidad	105
3.3.8	Economías de escala	105
3.3.9	Diferenciación del producto	106
3.3.10	inversiones de capital	106
3.3.11	Acceso a los canales de distribución	106
3.3.12	Política gubernamental	106
4.	ESTUDIO DEL MERCADO.....	107
4.1	CARACTERÍSTICAS DEL RECICLAJE EN COLOMBIA	107
4.2	DENSIDAD DE LOS RSD	108
4.3	HUMEDAD DE LOS RSD	109
4.4	PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE RSD	110
4.5	COMPOSICIÓN DE RSD EN BARRANCABERMEJA	113
4.6	DETERMINACIÓN DE FLUJOS DE ENTRADA A LA PLANTA.....	114
4.7	ELASTICIDAD DEL PRECIO DEL RECICLO	117
4.7.1	Productos sustitutos	118

4.7.2	Accesibilidad.....	118
4.7.3	Legislación.....	118
4.7.4	Tendencias	119
4.7.5	Impuestos	119
4.7.6	Tecnologías	119
4.7.7	Productos nuevos	119
4.7.8	Normas de calidad ISO.....	120
4.7.9	Cesantía	120
4.7.10	Valor de la energía	121
4.8	COMPARACIÓN ENTRE MATERIA PRIMA VIRGEN Y RECICLADA ..	121
4.8.1	Latas de aluminio.....	122
4.8.2	Plásticos tipo PET (Polietileno Tereftalato).....	122
4.8.3	Vidrio	123
4.8.4	Papel	123
4.8.5	Latas de hojalata	124
4.8.6	Plásticos	125
4.8.7	Neumáticos.....	125
4.9	ANÁLISIS ESTRATÉGICO	126
4.9.1	Análisis de fuerzas de Michael Porter.....	126
4.9.2	Análisis FODA	131
4.9.3	Oportunidades Tentativas de Comercialización.....	134
4.10	ANÁLISIS DE LOS MERCADOS DE RECUPERACIÓN DE RSD	134
4.10.1	Mercado de recuperación del Plástico.....	135
4.10.2	Empresas transformadoras de residuos plásticos.	137

4.10.3	Análisis de la demanda.....	140
4.10.4	Cantidad demandada.	140
4.10.5	Análisis de Precios	142
4.10.6	Mercado de recuperación de papel y cartón.....	145
4.10.7	Mercado de Recuperación del Vidrio.....	157
4.11	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MERCADO	162
4.11.1	Determinación de volúmenes a recuperar en la planta.....	162
4.11.2	Estimación de ingresos.....	165
5.	ESTUDIO TECNICO.....	168
5.1	PREDISEÑO DE LA PLANTA.....	169
5.2	ANALISIS DE LA UBICACIÓN	170
5.2.1	Ubicación y vías de acceso	170
5.2.2	Emplazamiento	171
5.2.3	Medio Natural	172
5.2.4	Proceso de producción	177
5.2.5	Descripción de insumos y productos	187
5.2.6	Determinación de servicios externos.....	188
5.2.7	Tamaño de la planta	189
5.2.8	Tecnología.....	195
5.3	DETERMINACIÓN DEL DISEÑO FÍSICO LÍNEA DE SEPARACIÓN....	206
5.3.1	Ocupación laboral.....	206
5.3.2	Obras físicas.....	207
5.3.3	Riesgos asociados al manejo de los residuos	209
6.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	211

6.1	EFFECTOS POSITIVOS	211
6.2	EFFECTOS NEGATIVOS	215
6.3	ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA AMBIENTAL	217
6.3.1	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	218
6.3.2	Corporaciones Autónomas Regionales	220
6.3.3	Entidades territoriales – Municipios y Departamentos	220
6.4	EFFECTOS DEL RECICLAJE MATERIAL	221
6.5	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD.....	222
6.5.1	Prevención de residuos sólidos	222
7.	ESTUDIO LEGAL	224
7.1	EL PROYECTO Y EL SISTEMA JURÍDICO COLOMBIANO	224
7.2	SISTEMA JURÍDICO COLOMBIANO	224
7.2.1	Ley 99 de 1993	224
7.2.2	Ley 142 de 1994	226
7.2.3	Decreto 605 de 1996	227
7.2.4	Decreto 1220 de 2005	230
7.3	PROYECTO DERECHOS CONSTITUCIONALES.....	231
7.4	AUTORIZACIÓN DEL PROYECTO	233
7.4.1	Proceso para obtener la licencia ambiental	234
7.5	MARCO REGULATORIO PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	237
7.5.1	Ley 142 de 1.994 de régimen de servicios públicos domiciliarios. ..	237
7.6	MODALIDADES DE ORGANIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	239
7.6.1	Marco Regulatorio	240

7.7	INSTRUMENTOS FACILITADORES PARA LA GESTIÓN DE RSD.....	244
7.8	INSTRUMENTOS EN EL TEMA DE RESIDUOS.....	249
7.9	CONCLUSIONES.....	251
8.	ESTUDIO ORGANIZACIONAL.....	252
8.1	PARAMETROS DE DEFINICION DE LA FORMA ORGANIZACIONAL	252
8.1.1	Tipo de organizacion	252
8.1.2	Proceso de constitución.....	254
8.1.3	Obligaciones laborales y de seguridad social para los empleados..	256
8.1.4	Obligaciones comerciales	257
8.1.5	Obligaciones Tributarias	257
8.1.6	Contratos	261
8.1.7	Obligaciones Laborales	262
9.	ESTUDIO FINANCIERO.....	265
9.1	COSTOS DE INVERSION	265
9.1.1	Activos fijos.....	266
9.1.2	Capital de trabajo.....	266
9.1.3	Construcción de Instalaciones.....	267
9.1.4	Costos preoperativos.....	267
9.1.5	Maquinaria y equipo.	268
9.2	COSTOS Y GASTOS OPERACIONALES	269
9.2.1	Costos de Producción.....	269
9.2.2	Gastos Operativos.	270
9.2.3	Gastos nomina Administración.	271
9.2.4	Otros Gastos de administración.....	271

9.3	INGRESOS POR VENTAS	272
9.3.1	Producto Terminado	272
9.4	DEPRECIACION ACUMULADA.....	275
9.5	SERVICIO DE LA DEUDA	275
9.6	SUPUESTOS	275
9.6.1	Tasa de interés de Oportunidad	275
9.6.2	Determinación del Costo de Capital	275
10.	EVALUACION FINANCIERA.....	277
10.1	CRITERIOS PRINCIPALES DE EVALUACION	277
10.1.1	Valor Presente Neto	277
10.1.2	Tasa Interna de Retorno.....	277
10.1.3	Relación Beneficio/Costo.....	278
10.2	OTROS INDICADORES.....	278
10.2.1	Punto de Equilibrio.....	278
10.2.2	Pay Back	279
10.2.3	WACC.....	281
10.2.4	EVA	281
10.3	SENSIBILIDAD DEL MODELO	282
10.3.1	Sensibilidad Tasa de Oportunidad	283
10.3.2	Sensibilidad Porcentaje de Financiamiento	283
	CONCLUSIONES.....	285
	RECOMENDACIONES.....	287
	BIBLIOGRAFIA.....	290

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 -Costos anual de alternativa 1 (separación “ex situ”)	71
Tabla 2 – Costo anual de la alternativa 2 (separación en grupos)	71
Tabla 3 – Costo anual de la alternativa 3 (separación “in situ”).....	71
Tabla 4 – Costo Anual Uniforme Equivalente de alternativas	72
Tabla 5 - Actividades generadoras de residuos sólidos en la región de América Latina	78
Tabla 6 - Generación total estimada de residuos a nivel de país, área urbana.....	84
Tabla 7 – Cobertura de los sistemas de tratamiento a nivel de País.....	86
Tabla 8 - Porcentaje de Materiales reciclados a nivel de País	88
Tabla 9 - Sistemas de Disposición Final en el País.....	89
Tabla 10 - Composición de los RSD	92
Tabla 11 - Producción Per Cápita de RSD en algunas ciudades Colombianas	93
Tabla 12 - Tarifas de Diciembre de 2009 de la ciudad de Barrancabermeja.....	100
Tabla 13 - Empresas Recicladoras de Barrancabermeja	103
Tabla 14– Densidad típica de los componentes de los RSD.....	109
Tabla 15 - Valores típicos de PPC (Kg/[habitante*día]) para municipios colombianos	111
Tabla 16 - Valores de PPC según el estrato socioeconómico.....	111
Tabla 17 - Datos utilizados para la proyección.....	112
Tabla 18 - Proyección de generación de RSD totales para Barrancabermeja para 15 años	112
Tabla 19 - Composición media de los RSD en la ciudad de Barranca por estrato socioeconómico.....	113
Tabla 20 - Porcentaje de Población por estrato social	114
Tabla 21 - Producción Media de RSD por estrato social.....	115
Tabla 22 – Producción de cada compuesto de RSD del estrato social bajo.	115

Tabla 23 – Producción de cada compuesto de RSD del estrato social Medio. ...	116
Tabla 24 – Producción de cada compuesto de RSD del estrato social alto.	116
Tabla 25 – Producción de cada compuesto de RSD.....	116
Tabla 26 – Proyección de la generación de cada compuesto para 15 años.	117
Tabla 27 - Comparación entre materia prima virgen y reciclada	124
Tabla 28 - Características material plástico en cadena de reciclaje.....	137
Tabla 29 - Empresas dedicadas a la transformación de residuos plásticos.....	138
Tabla 30 - Consumo aparente de las principales resinas plásticas en Colombia (Ton/Mes).....	140
Tabla 31 - Principales Sectores Consumidores de Materias Plásticas.....	141
Tabla 32 - Demanda del material plástico (Ton/Mes).....	142
Tabla 33- Precio del material plástico	143
Tabla 34 - Precios comercialización de tipos de plástico pos consumo	143
Tabla 35 - Precios comercialización de tipos de plástico pos consumo (\$/Paca de 330 Kg).....	144
Tabla 36 - Tasa de crecimiento de la recuperación de papel/cartón en Colombia	153
Tabla 37 - Estimación de la demanda de papel/cartón recuperado	153
Tabla 38 - Estimación de demanda del vidrio recuperado.	158
Tabla 39 - Estimación de Recuperación de Papel/Cartón.....	163
Tabla 40 - Estimación de Recuperación de Plástico.	164
Tabla 41- Estimación de Recuperación del vidrio.	164
Tabla 42 - Estimación de Ingresos por Papel/Catón.	166
Tabla 43 - Estimación de Ingresos por Plástico.	166
Tabla 44 - Estimación de Ingresos por Vidrio.....	167
Tabla 45 - Proyección de la generación de cada compuesto para 15 años.	192
Tabla 46 - Proyección Demanda Anual Papel / Cartón (ton/día).....	192
Tabla 47 - Proyección Demanda Anual Plástico (ton/día)	193
Tabla 48 - Proyección Demanda Anual Vidrio (ton/día)	194
Tabla 49 - Proyección Demanda Camiones (capacidad camión 3Ton).....	195

Tabla 50 - Capacidad de la cinta transportadora.....	198
Tabla 51 – Zonas para la Cinta Transportadora.....	199
Tabla 52 - Área requerida aproximada por Actividad.	203
Tabla 53 - Equipos y Maquinarias mínimo para la operación.....	206
Tabla 54 - Personal estimado en la planta de recuperación de RSD.	207
Tabla 55 - Normatividad Ambiental Colombiana	241
Tabla 56 - Marco Legal Beneficios Tributario	246
Tabla 57 - Instrumentos Regulatorios	249
Tabla 58 – Costo Inversión Total.....	266
Tabla 59 – Obras de Construcción.....	267
Tabla 60 – Costos Pre operativos	267
Tabla 61 – Costos Maquinaria y Equipo.....	268
Tabla 62 – Costos Materia Prima	269
Tabla 63 – Obligaciones laborales para el personal (Año 2010).....	269
Tabla 64 – Gastos Operativo.....	270
Tabla 65 – Gastos nómina administración	271
Tabla 66 – Costos Ventas	272
Tabla 67 – Otros Gastos de Administración.....	272
Tabla 68 - Estimación de Ingresos por Papel/Catón.	273
Tabla 69 - Estimación de Ingresos por Plástico.	273
Tabla 70 - Estimación de Ingresos por Vidrio.....	274
Tabla 71 – Costo de Capital	275
Tabla 72 – Calculo del WACC.....	281
Tabla 73 - Comparación Sensibilidad Tasa de Oportunidad	283
Tabla 74 - Comparación Sensibilidad de la DTF	284

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1 - Árbol del Problema	57
Gráfico 2 - Árbol de Fines y Medios	58
Gráfico 3 - Problemas Formulados como objetivos	59
Gráfico 4 - Alternativas de Solución	60
Gráfico 5 - Estructura Institucional de Residuos Sólidos	80
Gráfico 6 - Tipo de Empresas prestadoras del Servicio de Aseo	82
Gráfico 7- Generación de RSD Per Cápita en Colombia.....	83
Gráfico 8- Cobertura estimada de los servicios de barrido y recolección	85
Gráfico 9 - Disposición RSD.....	90
Gráfico 10 - Sistemas de Disposición Final en el País 2005 vs 2010.....	91
Gráfico 11 – Características del entorno Barramejo.....	97
Gráfico 12 - Subdivisión del municipio de Barrancabermeja	101
Gráfico 13 – Plásticos Reciclados en Colombia	136
Gráfico 14 - Plásticos recuperados en porcentaje.....	136
Gráfico 15 - Distribución geográfica de las principales empresas transformadores de residuos plásticos.....	138
Gráfico 16 - Estimación de demanda de papel/cartón recuperado.....	154
Gráfico 17 - Comportamiento del precio de papel Blanco para 15 años (\$/Paca de 520 Kg).....	155
Gráfico 18 - Comportamiento del precio de papel periódico para 15 años (\$/Paca de 520 Kg).....	156
Gráfico 19 - Comportamiento del precio de papel Cartón para 15 años (\$/Paca de 520 Kg).....	156
Gráfico 20 - Comportamiento del reciclaje del vidrio en Colombia	157
Gráfico 21 – Estimación de la de manda de vidrio en Colombia	159

Gráfico 22 – Comportamiento del precio de vidrio blanco para 15 años (\$/Kg) ..	161
Gráfico 23 – Comportamiento del precio de vidrio café para 15 años (\$/Kg)	161
Gráfico 24– Comportamiento del precio de vidrio verde para 15 años (\$/Kg).....	162
Gráfico 25 – Localización del Proyecto (Barrancabermeja)	171
Gráfico 26 – Vista aérea del emplazamiento.....	172
Gráfico 27 - Sistema de Clasificación de RSD	182
Gráfico 28 – Identificación de los plásticos por familias	184
Gráfico 29 – Bases del Diseño	189
Gráfico 30 - Diagrama de Proceso de Recuperación de RSD.....	197
Gráfico 31 - Esquematización de la cinta de separación.....	199
Gráfico 32 - Bosquejo de la Planta de Recuperación de RSD.	204
Gráfico 33 - Entidades Ambientales en Colombia.	218
Gráfico 34 - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	218
Gráfico 35– Punto de Equilibrio.....	279
Gráfico 36 – Playback con Financiación	279
Gráfico 37 – Playback sin Financiación.....	280
Gráfico 38 - Valor Económico Agregado	282

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo A Tabla de Depreciaciones y Amortizaciones.....	294
Anexo B Balance General.....	295
Anexo C Estado de resultados.....	297
Anexo D Flujo de Caja.....	298
Anexo E Gráfico Razones Financieras.....	300
Anexo F Grafico Flujos de Caja (Proyecto e Inversionista).....	301

GLOSARIO

Bauxita: Óxido hidratado de aluminio que contiene generalmente cierta cantidad de óxido de hierro y suele ser de color blanquecino, gris o rojizo.

Caños: Cañerías para líquidos

Compostaje (Compost, Humus): Proceso de descomposición biológica por vía aerobia o anaerobia de la materia orgánica contenida en los residuos.

Ex situ: Fuera del lugar

Glasphalt: Polvo arenoso hecho con vidrio molido

In situ: En el mismo lugar

Incineración: Proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos en cenizas y gases

Materia inorgánica: Materia producto de procesos fisicoquímicos sin capacidad de degradación natural o de descomposición bioquímica.

Materia orgánica: Materia natural degradable y con capacidad para descomponerse bioquímicamente.

Monta cargas: como se denomina a nivel industrial en Colombia, deben tener capacidad de levante de al menos 2,5 toneladas y poseer "sistema de volteo" o "lanzas de volteo", sistema capaz de voltear el receptáculo para poder vaciar su contenido. La funcionalidad de los montacargas es transportar y vaciar los contenidos de los receptáculos, sean éstos de rechazo como de separación.

Paca: Porción de material atado y organizado en bloques.

Pallets: Unidad de almacenamiento y transporte de material organizado para contener productos o materias primas - Material triturado de pequeño volumen

Relleno sanitario: Colocación de residuos sobre un terreno extendiéndolos en capas de poco espesor y compactándolos para reducir su volumen

Sachets: Tipo de envase plástico

Receptáculo: Cavity en que se contiene o puede contenerse cualquier sustancia.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

BID=Banco Interamericano de Desarrollo

CAUE = Costos Anuales Uniforme Equivalentes

CEPAL= Comisión Económica para América Latina.

CONAMA = Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile

CRR= Centros de Recogida para el Reciclaje

GIIAUD = Grupo de Investigación en Ingeniería Ambiental de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.

MAVDT = Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

PEAD = Polietileno alta densidad

PEBD = Polietileno baja densidad

PET = Polietileno Tereftalato

PGIRS = Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos.

PP = Polipropileno

PRK = Período de Recuperación de la Inversión

PVC = Polietileno de cloruro de vinilo

RSD = Residuos Sólidos Domésticos

SSP = Superintendencia de Servicios Públicos República de Colombia

TRMA = Tasa de Rentabilidad Mínima Aceptable

RESUMEN

TÍTULO:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA¹

AUTORES:

CATALINA FRANCO SALAZAR - Ingeniera de Sistemas

HECTOR ALFREDO FUENTES PINZON - Ingeniero de Sistemas²

PALABRAS CLAVES:

Residuos Sólidos Domésticos, Reciclaje, Planta de Recuperación

DESCRIPCIÓN:

El propósito de esta monografía es mostrar cómo, mediante la implementación de una cultura de reciclaje entendida como, la modificación de hábitos de separación en la fuente de residuos sólidos domésticos que se convierten en costumbre, se puede lograr el disfrute de un ambiente sano, una mejor calidad de vida y en cierta forma contribuir de manera eficiente al proceso productivo del país y a la generación de empleo.

La importancia del aprovechamiento de los residuos sólidos domésticos empieza a adquirir una mayor dimensión por el acelerado crecimiento urbanístico y la necesidad de reutilizar materias primas desechadas, lo que motivó a hacer una investigación documental cuyo tema central es el aprovechamiento de éstos en la ciudad de Barrancabermeja.

Teniendo en cuenta lo anterior se pretende realizar un estudio de prefactibilidad para la creación de una Planta de Recuperación de Residuos Sólidos Domésticos en la ciudad de Barrancabermeja sobre el marco de factores que afectan la viabilidad del mismo y basados en el estándar del Project Management Institute (PMI) y relacionando dicho estándar con la metodología de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) se logró implementar una metodología propia para el desarrollo del estudio.

Para finalizar se mencionan conclusiones y recomendaciones sobre el adecuado manejo de los residuos sólidos, mostrando al reciclaje como una forma de proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida a través de la vinculación de los ciudadanos por medio de programas de información y sensibilización.

¹ Monografía

² Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas – Escuela de Estudios Industriales y Empresariales – Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos – Edgar Sánchez Gómez – Magister en Evaluación y Gerencia de Proyectos.

SUMMARY

TITLE:

PREFEASIBILITY STUDY FOR THE CONSTRUCTION OF A PLANT FOR DOMESTIC SOLID WASTE RECOVERY IN THE CITY OF BARRANCABERMEJA³

AUTHORS:

CATALINA FRANCO SALAZAR - Systems Engineer

HECTOR ALFREDO FUENTES PINZÓN - Systems Engineer⁴

KEY WORDS:

Domestic Solid Waste, Recycling, Recovery Plant.

DESCRIPTION:

The purpose of this monograph is to show how you can enjoy a healthy environment, get a better life quality and contribute effectively to the production process of the country and generating employment, as well, by implementing a recycling culture, changing habits of source separation of domestic solid waste that become a habit.

The importance of the use of domestic solid waste is getting a bigger dimension because of the latest urban growth and the need to reuse discarded raw materials, what made us work out in a documentary research and the main topic is their use in the city of Barrancabermeja.

Taking into account the above, it is intended as a feasibility study for the construction of a Recovery Plant Domestic Solid Waste in the city of Barrancabermeja on the framework of factors affecting the viability of it and based on the Project Management Institute standard (PMI) and linking this standard to the methodology of the United Nations Organization for the Industrial Development, it was carried out a methodology for the development of the study.

Finally we made some conclusions and recommendations regarding the correct use of solid waste, showing the recycling as a way of protecting the environment and improve the quality of life through the involvement of citizens through information and awareness programs.

³ Monograph

⁴ Physicomechanical Engineering Faculty - School of Industrial and Business Studies - Specialization in Evaluation and Project Management – Edgar Sánchez Gómez. – Magister in Evaluation and Project Management.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías de los últimos siglos ha creado nuevas condiciones de convivencia entre el hombre y el planeta. Estos avances en materia científica logran múltiples beneficios para el ser humano los cuales facilitan sus tareas y actividades con diversos fines. Esto es, sin duda, un gran avance para nuestra civilización que ha generado mejores condiciones de vida para la población en general y mejor aprovechamiento del tiempo de realización de los distintos trabajos que se realizan alrededor del mundo.

En este sentido la creación de nuevos materiales y productos, y en general, en toda la actividad industrial y de servicios, sólo se ha centrado en mejorar las condiciones del ser humano dejando de lado las incidencias que tienen para el planeta todas las actividades que utilicen sus recursos. Es recurrente encontrar desastres ecológicos, vertederos sin control, extinción de animales y vegetales, contaminación de aguas, mala calidad del aire y otros hechos que van en detrimento del ciclo natural del planeta y, peor aún, para los seres vivos que en él habitamos.

Por lo anterior, hoy en día la importancia de una gestión adecuada de los residuos sólidos ha generado la necesidad de implementar una conciencia del reciclaje en las ciudades, especialmente la separación en la fuente de los residuos sólidos, que se convierte en una buena alternativa, que impulsada por la comunidad contribuye de manera positiva al disfrute de una mejor calidad de vida. A partir de la separación en la fuente se han buscado usos alternativos benéficos para el entorno, como es el proceso de reciclaje para la transformación de los residuos sólidos orgánicos nuevamente en materia prima.

Aunque El 94,3% de la población está cubierta con servicio de recolección de basuras, su disposición final es inadecuada. No existe una cultura de manejo, separación y clasificación total de residuos en la fuente y no existe planta de manejo de residuos sólidos, sólo existe una Celda Transitoria de Relleno Sanitario.

El presente estudio pretende determinar desde el punto de vista del entorno, del mercado, técnico, ambiental, legal, organizacional y financiero, la necesidad de continuar o no con estudios más profundos que determinen si es o no viable el montaje de una planta de recuperación de residuos sólidos domésticos en la ciudad de Barrancabermeja.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 IDENTIFICACIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías los últimos siglos ha creado nuevas condiciones de convivencia entre el hombre y el planeta. Estos avances en materia científica logran múltiples beneficios para el ser humano los cuales facilitan sus tareas y actividades con diversos fines. Esto es, sin duda, un gran avance para nuestra civilización que ha generado mejores condiciones de vida para la población en general y mejor aprovechamiento del tiempo de realización de los distintos trabajos que se realizan alrededor del mundo.

En este sentido la creación de nuevos materiales y productos, y en general, en toda la actividad industrial y de servicios, sólo se ha centrado en mejorar las condiciones del ser humano dejando de lado las incidencias que tienen para el planeta todas las actividades que utilicen sus recursos. En este sentido, se puede afirmar, que la producción de basuras está directamente relacionada con el crecimiento demográfico y desarrollo de los seres humanos, sin embargo este crecimiento no es correlativo al tratamiento que los residuos demandan, ni por las comunidades ni por parte de las autoridades.

Comúnmente la eliminación de los residuos producidos de las actividades humanas siguen un curso de eliminación hacia arriba, al aire, o hacia abajo, al suelo, no existiendo un curso de eliminación horizontal que se enfoque a la reducción o reutilización. Con base en este planteamiento y teniendo en cuenta la gran proyección social y económica que tiene la ciudad de Barrancabermeja en la actualidad surge un interrogante para el cual trataremos de encontrar una respuesta.

¿Por qué en nuestra ciudad no se ha implementado un sistema de recolección de basuras que sea útil para el posterior aprovechamiento de éstos?

La reducción de basura y contaminación, la reutilización de elementos y el reciclo de materiales son conceptos fundamentales al momento de pensar en soluciones para este problema. Y, aunque es probable que esos términos tengan muy poca prioridad en nuestra ciudad, no significa que no deban atenderse y preferir evitar su conocimiento antes que repararlo.

1.2 PLANTEAMIENTO

El presente apartado presenta una descripción del problema, enunciado sus alcances y limitaciones.

1.2.1 Descripción

El manejo de los residuos sólidos en Barrancabermeja se hace de una manera ambientalmente insostenible, si bien sabemos que el país ha avanzado vertiginosamente en cuanto al tema ambiental, consideramos que, en cuanto al tema de residuos sólidos se encuentra muy débil y el avance no ha sido muy notorio.

Los planes de gestión ambiental de los residuos sólidos en Barrancabermeja se enfocan hacia una disposición final, dejando de un lado tratamientos como el reciclaje y el compostaje. El sitio de disposición final no cumple con las exigencias y las normas ambientales, generando así problemas de salud para la comunidad adyacente y adicionalmente contaminación en otros recursos como el agua, el suelo y el aire del sector.

Lo anterior obviamente genera situaciones que repercuten en:

- El deterioro ambiental (Emanación de olores producto de la descomposición orgánica, Contaminación de aguas superficiales y subterráneas)
- La salubridad, por las consecuencias para la salud de los ciudadanos (La proliferación de agentes portadores de enfermedades roedores, insectos, etc.)
- La economía del país, porque se desperdician recursos.
- El aspecto social, porque fomentan la marginalidad.
- La cultura, al desarrollar hábitos en las comunidades que van en contravía de una concepción de manejo integral de los desechos.
- La producción, al no establecer el diálogo necesario entre la industria, el comercio y el administrador del servicio de aseo público.
- Deterioro estético del paisaje.

1.2.2 Alcance-Limitaciones

La presente monografía consta de un análisis de la situación actual de recolección de residuos sólidos domésticos en la ciudad de Barrancabermeja, el estudio pretende analizar la prefactibilidad de crear una planta para el manejo de RSD en Barrancabermeja que se encargue de separar los materiales como vidrio, plástico, cartón y papel seco (No afectado por el agua) que se encuentran en los desperdicios urbanos y derivarlos a las empresas que existen en el mercado del reciclaje, a través del análisis cualitativo de tres propuestas estratégicas: Separación ex situ y planta automatizada, Separación en grupos y planta semiautomatizada, separación in situ y planta manual, para su posterior implementación, por tanto, es conveniente aclarar que la puesta en marcha no hace parte del alcance.

Las alternativas propuestas para implementar la planta de Tratamiento de RSD son distintas y no se puede realizar un estudio económico acabado de cada una de ellas por el alto costo en tiempo que significaría para los autores de este estudio teniendo en cuenta el corto tiempo que se dispone para obtener el título de

Especialistas, además el objetivo de este estudio va mas allá del solo análisis financiero de cada alternativa, lo importante es poder realizar un estudio completo a la alternativa seleccionada.

Por lo anterior, se definirá un criterio que analizará aspectos cualitativos y cuantitativos de las opciones para poder elegir la mejor de ellas y realizarle a ésta el estudio de prefactibilidad.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este estudio, si bien implica grandes beneficios a la población, también permite obtener rentabilidad para quien decida invertir en él, los cuales son generados por un adecuado tratamiento de los residuos sólidos. Estos residuos sólidos acarrearán un gran impacto sobre suelo, agua, fauna, flora y el componente humano, impacto este que en ocasiones es muy difícil de disminuir y cuando se emprendan las acciones para lograrlo generalmente ya su costo es demasiado alto y no se cuenta con los recursos necesarios para esto. Los países desarrollados llevan ya invertidos muchos años y dinero en el montaje de plantas que le permitan manejar los residuos sólidos domésticos de forma que generen el menor impacto ambiental posible. Colombia no es ajena a esta situación, son contados los municipios que cuentan con rellenos sanitarios adecuados. Generalmente, los residuos sólidos urbanos simplemente se depositan en un lugar determinado sin ninguna clase de manejo.

El proyecto que se presenta, pretende entonces:

- Disminuir el impacto ambiental negativo que generan los residuos sólidos domésticos, gracias a la reutilización de materiales con altos períodos de biodegradación pues de esta manera se reducen las altas cargas sobre el medio ambiente.
- Labor social por la generación de empleo directo e indirecto.

- Los productos recuperados con el proceso planteado en este estudio se usará como materia prima que servirá para la transformación y elaboración de nuevos productos.

Por lo tanto, el propósito de este estudio es presentar una solución al problema de la creciente generación de residuos sólidos Domésticos y contaminación del medio ambiente.

1.4 OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos General y Específicos del Estudio de prefactibilidad.

1.4.1 General

Realizar el estudio de prefactibilidad para la creación de una planta para la recuperación de Residuos Sólidos Domésticos (RSD) en Barrancabermeja como un negocio lucrativo con beneficios sociales y ambientales.

1.4.2 Específicos

- Realizar el estudio del entorno del proyecto
- Realizar el estudio del Mercado del proyecto
- Realizar el estudio Técnico del proyecto
- Realizar el estudio Organizacional del proyecto
- Realizar el estudio Legal del proyecto
- Realizar el estudio Ambiental del proyecto
- Realizar el estudio Financiero del proyecto
- Realizar la evaluación Financiera del proyecto

2. MARCOS REFERENCIALES

2.1 MARCO CONTEXTUAL

En este apartado se describirán todos los aspectos que sirven como apoyo para la elaboración del estudio de prefactibilidad, tales como aspectos históricos, evolución y conceptos de especialistas en el área de estudio.

2.1.1 Antecedentes

Los problemas de la evacuación de residuos han existido desde los tiempos en que los seres humanos comenzaron a vivir agrupados en aldeas, tribus y comunidades donde la acumulación de residuos comenzó a ser una consecuencia de la vida. La falta de cultura y definición e implementación de planes para la gestión de los residuos sólidos hizo que surgieran enfermedades y plagas que costaron la vida de muchas personas y el deterioro gradual del medio ambiente, la flora y fauna. La relación entre la salud pública y el almacenamiento, recolección y evacuación inapropiada de residuos sólidos, es clara. Las autoridades de salud han demostrado que las ratas, moscas y otros insectos transmisores de enfermedades proliferan en vertederos incontrolados y sobrepasados en su capacidad.

A través de los años, el medio ambiente (agua, suelo, aire) ha sido el recipiente de todos los productos de desechos resultantes de las actividades humanas. Mientras estos desechos fueron depositados en el medio ambiente en pequeñas cantidades y en forma dispersa, el medio receptor fue capaz de asimilarlos sin sufrir daños o cambios irreversibles, mientras tuvo la capacidad y el tiempo suficiente para inactivarlos, absorberlos, dispersarlos o estabilizarlos. Como consecuencia, el

daño causado resultó relativamente limitado y, en general, los recursos afectados fueron capaces de recobrar la mayoría de sus características originales.

Sin embargo, con el paso de los años, la población rural ha venido emigrando a los centros urbanos, lo que en conjunto con el crecimiento acelerado de la población, la mayor actividad industrial y el intercambio comercial, ha creado una sobreproducción de residuos en áreas geográficas reducidas, tanto debido a la cantidad como en la forma en que son depositados en el medio ambiente de las áreas urbanas. Esto trae como consecuencia daños sociales y económicos que llegan a tener tal magnitud, que actualmente son considerados como problemas de primer orden que requieren de atención y medidas inmediatas para su control y solución a corto, mediano y largo plazo.

2.1.2 Estado del arte: Estado actual y científico del área

- **Plan actual en el manejo de basuras en la ciudad de New York:**

Este plan consiste y busca, en primer lugar, que cada distrito se ocupe de la recolección de basuras en su localidad, para posteriormente llevarla a las estaciones de marina en los camiones de recolección y, exportarla.

Hay que anotar que los residuos que se van a exportar son aquellos que no son reciclables. Adicionalmente tiene como finalidad aumentar el reciclaje en toda la ciudad, prevenir la generación y aumento de basura e incrementar el compostaje en la basura que producen los parques. El Departamento de Sanidad es el encargado de que este plan se cumpla a cabalidad y que se desarrolle dentro de un marco ambiental apropiado. Para esto se dictaron unas normas específicas en cuanto a la separación que tienen que hacer los usuarios industriales, comerciales y residenciales.

Todas las personas residentes en la ciudad de Nueva York están obligadas por ley a reciclar. Estas personas deben mantener los materiales susceptibles de reutilización separados de aquellos que no, y deben tenerlos listos para su recolección la noche anterior y depositarlos en los contenedores designados para tal fin.

Los residuos se dividen de acuerdo con los materiales; en un recipiente de color verde se separan el papel común, el papel periódico, revistas, catálogos y directorios telefónicos, los cuales deben estar comprimidos y atados de tal forma que no superen una altura de 18 pulgadas. Los empaques de cartón utilizados para bebidas, botellas de plástico, de vidrio y latas de aluminio y metal deben ponerse en un recipiente de color azul; previamente a esto, los usuarios deben asegurarse que estén limpios y secos. Se establece que quien no cumpla con estas disposiciones tendrá una multa de 25 dólares por el primer incumplimiento. Si se incumple por segunda vez, la suma asciende a 50 dólares. Si la conducta se reitera por tercera vez la multa será de 100 dólares. Si se viola la disposición cuatro o más veces en un periodo consecutivo de 6 meses la multa será de 500 dólares.

Así mismo se dispone que todos los edificios tengan la obligación de poner los materiales reciclables para su recolección en contenedores que deben cumplir ciertos requisitos mínimos, entre ellos la diferenciación de color y haber sido marcados según el material que contengan. También se debe informar a los residentes acerca de la legislación sobre reciclaje, y señalar las áreas de disposición de la basura. Si no se cumplen las disposiciones anteriores la multa llega hasta 500 dólares por cada bolsa o recipiente que viole los requerimientos del reciclaje, sin sobrepasar las 20 bolsas en un periodo de 24 horas; lo que podría acarrear una multa de 10,000 dólares por día.

- **Política actual en el manejo de basuras en Madrid España.**

Los dos millones novecientos mil habitantes en Madrid mas la población que vive en los alrededores y se desplaza a la capital, produce de las diferentes fuentes (hogares, clínicas, supermercados, industria, comercio, etc.) 3.800 toneladas de residuos al día; los cuales son dispuestos en doscientos cincuenta mil contenedores distribuidos por toda la ciudad o llevados a los Centros de Recogida para el Reciclaje (C.R.R.). Todos los días de la semana más de 300 vehículos recolectores se encargan de vaciar los contenedores distribuidos en los 21 Distritos Administrativos, y existen días especiales en donde los ciudadanos pueden entregar muebles viejos, animales muertos y autos abandonados.

Una vez se ha recolectado la basura, previamente clasificada por los residentes, se lleva a alguna de las dos plantas de tratamiento; una de estas aprovecha la combustión de los residuos para producir energía. La basura no reciclada es conducida al relleno sanitario (vertedero Valdemingomez).

“Valdemingomez absorbe no sólo los residuos urbanos que genera la ciudad sino los residuos procedentes de la limpieza viaria, residuos de grandes productores que no sean de tipo industrial, residuos de clínicas u hospitales, animales muertos y cualquier otro residuo que, produciéndose dentro del término de la ciudad, es de tipo domiciliario o asimilable a él.

Además recibe los rechazos de las plantas de reciclado. La mayoría de los residuos que entran a este vertedero pasan a una planta de trituración donde, además de reducir el tamaño de la basura se recupera el material ferromagnético existente. Los residuos no

tratados en la planta van directamente a las plataformas de vertido donde se extienden y se compactan.”⁵

Madrid cuenta con tres métodos para tratar residuos:

- El primero es el relleno sanitario, el cual es sometido a un riguroso control ambiental.
- Una planta de recuperación, la cual produce abono.
- Una planta adicional que recupera, recicla y produce energía.

Además de lo anterior se cuenta con vertederos para los residuos que son clasificados como inertes (tierras y escombros), en los cuales se depositan éstos para su posterior compactación. Estos vertederos se encuentran ubicados a las afueras de la ciudad, a diferencia de los tres primeros los cuales se encuentran todos en Valdemingomez.

El proceso que se lleva a cabo en la ciudad de Madrid para llegar al aprovechamiento de los residuos sólidos se divide en etapas las cuales consisten en pre recogida, recogida, recogida selectiva de envases, recogida de aportación (vidrio, papel y cartón, pilas), recogida especial (muebles y enseres, vehículos abandonados y animales muertos).

1. Pre recogida: Se depositan en contenedores herméticos, los cuales son distribuidos gratuitamente por las empresas concesionarias. “La recogida hermética supone mayor rapidez en la recogida, a la vez que exige un menor esfuerzo por parte de los empleados del servicio de recogida, permite mayor libertad al ciudadano para depositar los residuos y sirve de gran ayuda en la limpieza e higiene de la ciudad, al mantener los residuos recogidos dentro del recipiente. Pero el servicio prestado no se limita al reparto de cubos y

⁵ ARISTIZABAL, Catalina. El aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios no tóxicos en Bogotá. Monografía para optar el título de abogada. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2001

contenedores, puesto que además se realizan servicios de conservación y limpieza de manera regular.”⁶

2. Recogida: Se realiza por camiones especiales, con itinerarios previamente establecidos en alguno de los dos sectores en que está dividida la ciudad para este efecto. La empresa encargada de la recolección es de naturaleza privada a quien el ayuntamiento le ha adjudicado esta tarea mediante concesión, teniendo en cuenta lo consagrado por la norma EURO2 acerca de emisiones atmosféricas.

3. Recogida selectiva de envases: Su origen se remonta a 1988, fecha en la cual se pensó que la selección se haría clasificando los residuos según si fueran a no orgánicos. En 1998 se empezó con el sistema actual de selección el cual contó con programas de educación ciudadana y concientización, así mismo se creó una oficina cuya función exclusiva era solucionar dudas y atender sugerencias de los usuarios. La recogida selectiva consiste en que los usuarios en un contenedor de color amarillo, especial para esto, tienen que depositar todos los envases que no sean de vidrio (plástico, metales y tetra pack), para su posterior reutilización.

3. Recogida selectiva del vidrio: Consiste en depositar en los contenedores especiales que se ubican en las calles, los residuos que estén compuestos de vidrio con el objetivo de incrementar el ahorro de energía y el reciclado. Los residentes en Madrid también pueden llevar el vidrio a los Centros de Recogida para el Reciclaje.

4. Recogida selectiva de papel y cartón: Esta clase de residuos es importante ya que son el 17.4 % de la basura. Al igual que el vidrio, el papel y cartón se debe depositar en los contenedores ubicados en el espacio público, o pueden también ser llevados a los C.R.R, pero aquí además los locales (centros docentes y dependencias municipales principalmente) tienen en su interior recipientes para estos materiales.

⁶ ARISTIZABAL, Catalina. El aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios no tóxicos en Bogotá. Monografía para optar el título de abogada. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2001

5. Recogida selectiva de pilas: “La recogida selectiva de pilas botón y de pilas salinas y alcalinas, se inician en 1990 como una actuación piloto.

Para esta experiencia se seleccionaron calles comerciales y se instaló un contenedor de pequeño tamaño en todos los establecimientos que vendían pilas. Con posterioridad, el Ayuntamiento dispuso de un servicio de recogida a domicilio de pilas usadas, a partir de 30 kg, que a finales de 1998 continuaba en funcionamiento. Este es un servicio que el Ayuntamiento presta de forma gratuita y que puede solicitarse telefónicamente a través del número de información municipal.

Además de las instalaciones y servicios anteriores, existen en las calles unidades de mobiliario urbano con depósitos para introducir las pilas. En 1999 se recogieron un total de 321 toneladas de pilas....”

6. Recogida de muebles y enseres: Para evitar la molestia que podría ocasionar estos objetos en la vía pública, existe un servicio gratuito, a domicilio, para las personas que deseen y necesiten deshacerse de estos artefactos; si el usuario no hace la solicitud por vía telefónica, cuatro veces al año se hace una recogida general y el horario de ésta es previamente definida por carteles.

- **Otros Proyectos**

Reciclaje de basuras-Niños de la calle” en Colombia, cuyo objetivo es apoyar a “la red de solidaridad”, proyecto bandera del programa de gobierno “salto social”, para así mejorar la calidad de vida de la población con menores ingresos del país (BID,2006 línea>)⁷. Así mismo CONAMA ha instalado 35 estaciones de reciclaje en el parque metropolitano de Santiago de Chile, con el objetivo de disminuir la

⁷ BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID). Proyectos. 2006. Disponible en: <http://www.iadb.org/projects/index.cfm?language=Spanish>. [Citado el: 24 septiembre 2006].

cantidad de residuos y fomentar el aprendizaje y la práctica de separación de basuras (CONAMA, 2006, <en línea>)⁸.

Formulación de una estrategia de gestión para los residuos sólidos domésticos en Colombia, basada en el modelo normativo, sistémico e institucional aplicado en Suecia. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Ambiental

El aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios no tóxicos en Bogotá D.C. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Jurídicas

2.2 MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan todos los conceptos específicos y necesarios para contextualizar y brindar un mejor entendimiento del tema objeto de estudio.

2.2.1 Definición de Residuos sólidos Domésticos

Todas las actividades comerciales, industriales y de las comunidades que se realizan en un núcleo urbano generan materiales que no vuelven a ser utilizados en dichas actividades, los que pasan a ser desechos de las formas de vida actuales en las ciudades. Las definiciones más comunes de este tipo de basuras aluden a su inutilidad y su casi nulo valor económico, lo que implica que el poseedor deba abandonarlo parcial o totalmente. De acuerdo con lo anterior, para que un bien o parte de él sea considerado, individual o socialmente, como un residuo, basta que la cantidad demandada para su aprovechamiento sea nula o negativa.

La distinción entre residuos sólidos domésticos y rurales obedece a una clara diferencia basada en al menos dos aspectos: el primero ligado a la posibilidad

⁸ COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA). Reciclaje. 2006. Disponible en: <http://www.conama.cl/portal/1301/find-results.html>. [Citado el: 24 septiembre 2006].

de eliminación o recuperación natural de los mismos diferenciándose ambos en la concentración de materiales no orgánicos; el segundo, hace referencia a las diferentes formas de vida en ambos segmentos resaltando en este último la utilidad positiva que generan la mayor parte de los residuos rurales que pueden servir para alimentación de ganado o combustibles prácticamente sin ningún costo adicional, lo que permite en parte cerrar un ciclo de actividad económica y ambiental rural.

Por tanto, en las ciudades, y dado la mayor aplicación tecnológica presente en ella, existen bienes y residuos que presentan cierta utilidad, ya sea en forma directa o a través del reciclaje de los mismos, por ejemplo, papeles, cartones y vidrios. Por ello, una definición de residuo sólido urbano deba ser entendida dentro de un conjunto de condiciones que signifiquen clasificar a los mismos para identificar a aquellos que presentan posibilidades de ser reutilizados.

Los residuos sólidos domésticos son, por lo tanto, todos los residuos que provienen de las actividades humanas y animales desarrolladas en núcleos urbanos que son abandonadas o desechadas como inútiles y con muy bajo valor económico.

2.2.2 Origen y clasificación de RSD

Muchas veces el origen de residuos suele ser tan simple y recurrente que las personas no se dan cuenta de la cantidad de veces que generan basura en un día, por ejemplo, el sello plástico de una cajetilla de cigarrillos, abrir ésta o el envoltorio de un caramelo suelen tener nulo valor para una persona y, por lo tanto, se deshace de ella arrojándolo al bote de basura o simplemente al suelo.

La generación de residuos está presente todos los días y a cada minuto en miles de acciones individuales, grupales e industriales. Como estos desechos poseen diversas fuentes de generación existen muchos tipos de residuos dependiendo de

su composición, materia u origen. Sin embargo, podemos clasificar los orígenes de residuos como sigue:

- Residuos propiamente domiciliarios, es decir, provenientes de las actividades de una vivienda.
- Residuos de mercados y mataderos.
- Residuos de establecimientos de salud.
- Residuos provenientes de la limpieza y barrido de calles.
- Residuos provenientes del mantenimiento de zonas recreativas.
- Residuos resultantes de obras de construcción.
- Lodos y fangos producidos en la depuración de aguas residuales urbanas.
- Residuos procedentes de limpieza de pozos negros, alcantarillas y similares.
- Residuos comerciales y de oficinas.
- Residuos resultantes del abandono de vehículos.
- Restos de podas, mantenimiento y conservación de áreas verdes.
- Residuos correspondientes a animales muertos.
- Residuos específicos tóxicos y peligrosos procedentes de laboratorios, centros de investigación y otros.

Se podría elaborar un listado mucho más extenso, si se piensa que no se ha incluido los residuos procedentes de mezclas de distintas actividades (agraria, minera, industrial) y que se generan dentro del núcleo urbano.

La diferenciación en los residuos es un factor importante a la hora de analizar las posibilidades de reutilización de determinados residuos. A fin de alcanzar un mayor grado de síntesis en la clasificación antes expuesta y una mejor comprensión, se definen las siguientes clases de residuos sólidos urbanos: Residuos domiciliarios, Residuos voluminosos, Residuos sanitarios o de establecimientos de salud, Residuos de construcciones y demoliciones, y Residuos industriales, siendo los primeros el objeto del presente estudio.

- **Residuos domiciliarios**

Este tipo de residuos proceden de las distintas actividades de la vida en comunidad. Se presentan en dimensiones manejables y generalmente en recipientes más o menos normalizados, como por ejemplo, bolsas plásticas, contenedores y canecas.

Dichos residuos comprenden a los procedentes de las viviendas, la limpieza de calles y veredas, mantención de jardines y áreas verdes, establecimientos comerciales y establecimientos industriales asimilables a un núcleo familiar (materiales de oficina, comedores, etc.)

Respecto a la caracterización de los elementos que componen los residuos sólidos domiciliarios, éstos se pueden clasificar de la siguiente forma:

1. Envases Tetra Pak

La proliferación de la utilización de este tipo de envases, los cuales son una mezcla de papel aluminio, cartón y plástico, por parte de las empresas productoras de jugos, leches y vinos, entre otras, hizo que surgiera la preocupación de lograr reciclarlos, ya que producen un enorme aumento del volumen de desperdicios que son destinados a los vertederos. La reutilización de ellos se usa para crear nuevos envases o para paneles de construcción.

2. Latas de Aluminio

El aluminio es fácil de reciclar por lo que el mercado de recuperación de este material está desarrollado tanto en nuestro país como en el extranjero. Además de

la facilidad para poder identificar y separar las latas de aluminio, otra característica que hace atractiva su recuperación es que se gasta un 95 % menos de energía al producir una lata nueva desde latas recicladas que haciéndolo desde el mineral.

Respecto a su reciclaje no sólo se puede convertir nuevamente en una lata de bebida o cerveza sino que tiene un gran abanico de posibilidades como lo son en la industria aeronáutica y aeroespacial (fuselajes), industria química, industria de la construcción (paneles), industria de embalajes, etc. El aluminio que se recicla se denomina "aluminio secundario" y se mezcla fundido con otros materiales y con aluminio virgen (aluminio primario) para conseguir la aleación correcta.

3. Metales Férricos

Estos provienen de la chatarra o residuos voluminosos, como automóviles abandonados, latas de hojalata, electrodomésticos, entre otros. Los metales más comúnmente recuperados son el hierro y el acero. Se puede clasificar los tipos de chatarras en 3 grupos:

Propia: Es la que se obtiene de las mismas cadenas y líneas donde se fabrica el metal. Viene siendo un producto secundario de las fábricas de acero y corresponde a lingoteras y mazas rotas, recortes de placas y chapas rechazadas del tren de laminación.

Industrial: Corresponde a los rechazos, sobras y virutas que se obtienen en las líneas de producción de empresas que trabajan con acero para crear sus artículos. Es el resultado del manejo mecánico del metal en dichas industrias. Ejemplos de esto son los recortes de una planta estampadora para la producción de automóviles o de un fabricante de mesas metálicas, la viruta de un torno, etc.

Obsoleta: Se refiere a los productos que, siendo constituidos por acero o hierro, terminan su vida útil y son desechados. En esta categoría pertenecen los automóviles abandonados y chocados, la maquinaria de las empresas ferroviarias,

electrodomésticos y máquinas para trabajar jardines, baterías de cocina, latas de hojalata, entre otros. Las latas de acero, conocidas como "de hojalata", son comunes en los RSU en los que llegan después de haber sido utilizado como tarros de conserva de alimentos como atún, duraznos, arvejas, palmitos, etc.

Todo el material recuperado se envía a las fundiciones donde es fundido, entrando al ciclo productivo como materia prima.

4. Neumáticos

Los neumáticos utilizados en los diferentes tipos de móviles son un problema para los encargados de la recolección de residuos en una ciudad debido a que son poco comprimibles, lo que hace que los camiones recolectores copen su capacidad más rápidamente. El uso que se da a los neumáticos recuperados es muy variado y se puede clasificar en dos grandes grupos:

Neumáticos triturados: Al usar trituradoras sobre los neumáticos estos quedan reducidos a una conjunto de tiras que van desde 5 x 20 cm. a 5 x 5 cm. Con ellas se pueden realizar productos de caucho reciclado (sandalias, alfombrillas, etc.), amortiguadores en los diques y cintas transportadoras a través del fraccionamiento del neumático, combustible en grano, compostaje de fangos (actuaría como elemento espumante sin degradarse), y rellenos ligeros en la construcción de bases de carreteras (sustituyendo a la arena y grava).

Neumáticos enteros: Si se decide usar el neumático en su forma normal, es decir, sin aplicarle ningún cambio a su forma se puede utilizar como arrecifes y rompeolas artificiales (en la costa, marinas y puertos), barreras parachoques en carreteras y puertos, combustible (usando el neumático entero, sin destruirlo antes), elementos agrícolas (formas de marcar caminos rurales, juegos para niños, etc.), y además se podría recauchar, dependiendo del estado del neumático.

5. Papel y Cartón

El papel, producido en base a la celulosa de árboles, es posible reciclarlo debido a la existencia de procesos de decolorización que permiten eliminar de ellos todos los elementos usados para escribir, colorear y dibujar.

No todos los cartones y papeles son factibles de ser reciclados. Algunos, por el tipo de elaboración que tuvieron o el uso que se dio, no pueden ser reutilizados.

Papel de diario: Dentro de este papel no todo se puede reciclar para fabricar el mismo producto. Si el papel recuperado tiene altos contenidos de otros tipos de papeles, es decir, que no sean papel de diario, lo recuperado se utilizará para fabricar aislamientos y cartón debido a que estos elementos no requieren un alto nivel de calidad. Por otro lado, si el papel de diario no tiene otro tipo de papeles asociados, se ocupará para realizar nuevas tiras de papel de diario. En ambos casos, el material recuperado debe estar seco y no estar afectado en gran medida por la acción del sol.

Cartón corrugado: Este tipo de cartón es con el que se confeccionan cajas para transporte de unidades de productos, como por ejemplo, lava lozas, betunes, envases vacíos, etc. Es utilizado para confeccionar cartón nuevo para cajas y papel.

Papeles de oficina: Este es un papel de alta calidad. Consta del papel utilizado para impresión (impresoras, planos) y el usado para llevar las cuentas (es mucho más fino que el anterior), ya sea blanco o de colores. Tanto el de "impresión" como el de "cuentas" son papeles de gran calidad y al reciclarlos se utiliza como materia prima para servilletas, pañuelos y toallas de papel.

Cada una de estas categorías tiene subcategorías dependiendo de la calidad del papel en base a la utilización y tratamiento recibidos en su vida útil.

6. Plásticos

Dependiendo de la resina utilizada, el material plástico puede estar fabricado de: polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (PEAD), polietileno de baja densidad (PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS), entre otros. No todos ellos se pueden reciclar debido a las condiciones necesarias que requieren las materias primas, aunque algunos como el PEAD reciclado llega a tener una pureza de alrededor del 99%, lo que lo hace tan bueno como el PEAD virgen. A continuación se describe la principal utilización de cada uno de ellos.

PET (1): De este material se fabrican botellas de bebidas, aceites; envases en general; alfombras; refuerzos para neumáticos; cintas de video y audio. Su reciclaje se puede utilizar en textiles para bolsas; lonas; velas náuticas y alfombras; ropa de vestir; cuerdas e hilos y espumas aislantes.

PEAD (2): De este material se fabrican bidones de leche y agua; botellas de detergentes, alimentos y cosméticos; juguetes; enseres domésticos; caños para agua y gas. Al reciclarlo se ocupa como materia prima para la obtención de bolsas; botellas de detergente; caños y sustitutos de la madera.

PVC (3): Es utilizado para la fabricación de cañerías; tarjetas de crédito; juguetes; productos médicos; pisos y marcos de ventanas; aislamiento para cables y botellas. Al reciclarlo se ocupa para muebles de jardín; zapatos; contenedores; caños; barandas.

PEBD (4): Con este tipo de polietileno se fabrican bolsas de basura, cintas plásticas, envases tipo sachets, películas para envolver, etc. La materia prima reciclada se ocupa para crear nuevas bolsas de basura; membranas aislantes de la humedad y películas para agricultura.

PP (5): Se usa para tapas y golletes de los envases de mayonesa y salsas; tapas de las bebidas; contenedores de yogurt y margarina; batería y piezas para

automóviles; medicina; envases para microondas; artículos para el hogar. Su reciclado sirve para crear textiles; sillas; contenedores y piezas de automóviles.

PS (6): Se usa para la fabricación de envases para componentes electrónicos y eléctricos; botellas de fármacos; envases lácteos; vajilla de aviones; casetes y discos compactos; paneles aislantes; artículos de librería. Con este material reciclado se produce bandejas; accesorios de oficina y aislamientos térmicos.

7. Residuos de jardín

Esta clasificación se refiere a hojas caídas de árboles, cortes de césped y residuos de madera (podas, tallos, ramas y raíces) que se generan en las ciudades y no son mezclados con los residuos domiciliarios. Dependiendo de la procedencia de estos elementos, los desperdicios de jardín se clasifican en dos grupos:

Domésticos o de viviendas: Proviene de la mantención de jardines, árboles, áreas verdes y cortes de césped que se realizan en las casas y edificios de las ciudades. Los propietarios o arrendatarios son los encargados de realizar dicha labor de mantención.

Comerciales: Son los desechos que se generan en el mantenimiento de recintos comerciales, centros deportivos (canchas de golf, tenis, fútbol), establecimientos institucionales y cementerios. Además dichos desechos son fácilmente separables del resto de la basura, lo que no ocurre con los domésticos debido a que se suelen mezclar con el resto de la basura generada.

Todo el material recuperado es molido para ser convertido en compostaje, ya sea por métodos aerobios como por anaerobios. Este producto sirve para mejorar la calidad de la tierra y se puede vender como tal a agricultores como también a los habitantes de las ciudades, que lo pueden utilizar para mantener sus jardines.

8. Residuos Orgánicos

Estos elementos son los componentes orgánicos que se encuentran en los RSU, es decir, todos los restos de comidas, frutas y verduras, hojas y desechos de jardín que se eliminan en los residuos sólidos domiciliarios. Este material se puede utilizar para realizar compostajes (mejoramiento de tierra), necesidades agrícolas, cubrimientos intermedios de vertederos, para obtener metano, etanol y otros compuestos orgánicos usados como combustibles.

9. Vidrios

Este material se forma a partir de materias inertes que, además de ser inofensivas para el ambiente, están presentes en grandes cantidades. Tanto sus componentes principales (arena silíceas blanca, sosa y caliza) como sus secundarias (cenizas vitrificadas, sulfato de sodio, entre otros) son de fácil acceso para los productores. No obstante el reciclado de vidrio trae como consecuencia un ahorro energético puesto que el vidrio se funde a una menor temperatura que la que se requiere para fundir la materia prima virgen, ayudando esto a reducir el consumo de combustibles y a usar los hornos a temperaturas menores que las actuales por lo que su mantenimiento y vida útil serán mejores.

Las botellas y materiales se separan por color, generalmente en verde, transparente y ámbar y lo recuperado se ocupa para crear nuevas botellas y vidrios. El clarín o vidrio roto en tanto puede ser usado como glasphalt (asfalto para carreteras), materiales de edificación y construcción (ladrillos, tejas de arcilla, árido ligero para el hormigón, etc.), pintura reflectante (para señales viales), aislamiento de lana de vidrio, postes para cables telefónicos y para vallas, arena artificial para restaurar playas, fibra de vidrio, entre otros.

10. Otros Residuos

No todos los materiales se pueden reciclar y la recolección selectiva de ellos puede ir en función de evitar contaminaciones de los demás elementos existentes en la basura que tienen la posibilidad cierta de ser reutilizados. Este es el caso de pilas, baterías y de los denominados Residuos Peligrosos Domésticos.

11. Baterías ácidas de plomo

Son las usadas en los automóviles y en algunas herramientas o máquinas que utilizan motores y requieren de almacenaje de electricidad. Aunque el nivel de reciclaje de estos aparatos es bajo, la mayoría de las veces se hace en busca de obtener y comercializar el plomo que contienen en su interior. Al poseer altos niveles de dicho metal, su extracción en conjunto con los RSU provocaría la contaminación de éstos como del lugar de la disposición final.

Pilas domésticas: Estos aparatos son ocupados como fuente de energía para radios, linternas, audio personal, cámaras fotográficas, etc. Dichos elementos no son recuperados con el objetivo de reciclarlos, sino de evitar la contaminación que provoca el derramamiento sin control de los metales pesados que contiene en su interior.

Residuos peligrosos domésticos: Estos desperdicios, aunque contienen materiales similares a los que se encuentran en los residuos peligrosos industriales, no están sujetos a alguna ley que norme su forma de eliminación. Por tal motivo la extracción de residuos que contengan niveles considerables de este tipo de desechos puede ocasionar accidentes o contaminación de los elementos de los RSD que se pueden reciclar.

12. Residuos Irrecuperables

En este grupo entran todos aquellos elementos que por diferentes razones no pueden ser reciclados. Esto ocurre porque la materia prima que se requiere debe tener alta pureza y el reciclaje de dicho elemento no permite tal efecto o porque el material está contaminado, ya sea esta polución producto del contacto con otros desperdicios (muy húmedo, mezcla con productos químicos, etc.) o por el manejo y utilización que se le dio a través de su vida útil (uso de pegamentos, pinturas, productos químicos, etc.), o simplemente porque no presentan ninguna utilidad. Ejemplos de productos que no pueden ser reciclados son los papeles higiénicos, pañales, material de aseo, maderas con cemento, cenizas, tierra con aceite, entre otros.

Estos elementos pueden ser llevados a vertederos o rellenos sanitarios para su disposición final y tapados por cubrimientos intermedios de tierra o incinerados para obtener energía de ellos, reduciéndolos a cenizas.

Aunque los residuos peligrosos urbanos, junto con la mayoría de las pilas y baterías, no son reciclados, siendo por consiguiente residuos irreuperables, se tratan en forma separada a estos últimos debido a la importancia de poder evitar su mezcla con el resto de RSD, facilitando el reciclaje de estos últimos y evitando la contaminación descontrolada del ambiente al disponerlos en vertederos especiales para desperdicios peligrosos.

2.2.3 Cadena de eliminación de RSD

Los residuos sólidos urbanos siguen un flujo que involucra a varios agentes presentes en una ciudad y entre estas. Ante esto, un manejo adecuado de los residuos puede generar impactos importantes en otros agentes involucrados en la cadena de eliminación de los residuos sólidos urbanos y en otros agentes que participan indirectamente en el manejo de estos desechos.

El manejo de los RSD es el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona, el destino global más adecuado desde el punto de vista ambiental, especialmente en lo concerniente a los aspectos de carácter sanitario, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costo de tratamiento, posibilidades de recuperación y de comercialización.

La cadena de eliminación de residuos sólidos domésticos comprende las siguientes actividades:

- **Pre-recolección**

Esta fase comprende desde el momento en que se generan los residuos al interior de una vivienda o local comercial u oficina hasta la llegada del personal del sistema de recolección de ellos. Esta etapa puede ser realizada en forma individual en cada unidad habitacional, en forma conjunta por un grupo de viviendas, como es el caso de departamentos y condominios que poseen lugares acondicionados para acumular la basura, y en contenedores especiales ubicados en el exterior de las viviendas dispuestos de tal manera que los residuos son recolectados en forma automatizada por un camión especialmente acondicionado para tal efecto. Como esta etapa es de responsabilidad de cada usuario en algunos casos estos mismos realizan la separación de los residuos in situ, es decir, en su propio hogar.

- **Recolección**

Mediante la operación de camiones y vehículos acondicionados, se retira y recolecta todos los residuos antes mencionados según rutas y sectores determinados.

- **Transporte**

Esta actividad comienza con la fase de recolección y finaliza cuando los vehículos depositan su carga de residuos en el punto de tratamiento o disposición final como

es el caso de una planta de transferencia y un vertedero, respectivamente. Para el caso de que exista una planta de transferencia, generalmente cuando la distancia hacia el lugar de disposición final son largas, existe doble transporte, uno desde los puntos de recolección hasta la planta y otro desde la planta hasta el lugar de disposición final. La diferencia principal de ellos es el volumen de cantidad transportada por cada camión (mayor en el segundo caso) lo que hace variar la cantidad de viajes entre el punto de origen y el punto de destino y por lo tanto los costos de ello.

- **Tratamiento y disposición final**

Se entiende por tratamiento y disposición final al conjunto de operaciones destinadas a la eliminación de los residuos o al aprovechamiento de recursos contenidos en ellos. Los sistemas más utilizados actualmente son: el relleno sanitario, la incineración, el reciclado y el compostaje. Si bien aún es muy utilizado el vertido o vaciado incontrolado para eliminar las basuras, éste no puede ser considerado como un sistema de tratamiento o disposición, sino que como un simple abandono irresponsable de las mismas.

2.3 METODOLOGÍA

El presente estudio de investigación por ser un proyecto de prefactibilidad, cae en el campo de las investigaciones aplicadas, donde se pone en práctica los contenidos propios de la Especialización. En esta parte se describe la problemática haciendo uso de un instrumento de la estadística paramétrica: la encuesta. Finalmente se hace uso de la Administración Financiera para determinar la rentabilidad del Proyecto.

En este estudio se identificarán los beneficios financieros y ambientales que generaría dicha planta, teniendo en cuenta variables del entorno importantes para este negocio como lo es la cultura de la población para que participe activamente

en el proceso de separación de residuos sólidos, las exigencias de las autoridades, capacidad de producción de las plantas recicladoras, competencia en el mercado de las materias primas, entre otras.

El estudio consta de dos etapas principales. En la primera de ellas se analiza el sistema actual de recolección y tratamiento de RSD en la ciudad de Barrancabermeja con tal de lograr una comprensión del sistema y obtener los parámetros necesarios para definir el alcance del estudio y la forma de lograrlo. Acto seguido, se reúne toda la información necesaria y se da inicio a un estudio de mercado que definiera las bases de oferta, demanda, precios, flujos de entrada a la planta, flujos de salida de la misma y otros factores que se relacionan con la instalación de una planta de este tipo, como por ejemplo, la legislación vigente.

De acuerdo con lo anterior, el alcance de la primera etapa se orienta a definir claramente los conceptos referidos al ámbito de recuperación, tipos y orígenes de residuos sólidos domésticos. Además, de definir, por cierto, la problemática existente y la solución a ésta que se estudiará. Por otro lado, para lograr desarrollar un análisis adecuado es importante determinar a los agentes y condiciones del mercado.

En síntesis esta primera etapa de estudio define el problema que se busca solucionar, la definición del sistema y subsistemas en cuestión, se realizaran los estudios del entorno, de mercado y la definición de alternativas genéricas de construcción de una planta que recupere materiales de los RSD de acuerdo con las condiciones del mercado y conceptos propios del tema de la recuperación y reciclaje, las cuales serán evaluadas en la segunda etapa del estudio.

Para esta segunda y última etapa, se contempla una evaluación de cada una de las alternativas de planta recuperadoras definidas en la primera etapa con tal de seleccionar la más conveniente según criterios de costos y de prefactibilidad de operación, Para la determinación de este criterio se consultó con expertos en el tema de manejo de residuos así como de manejo de materiales, a fin de utilizar

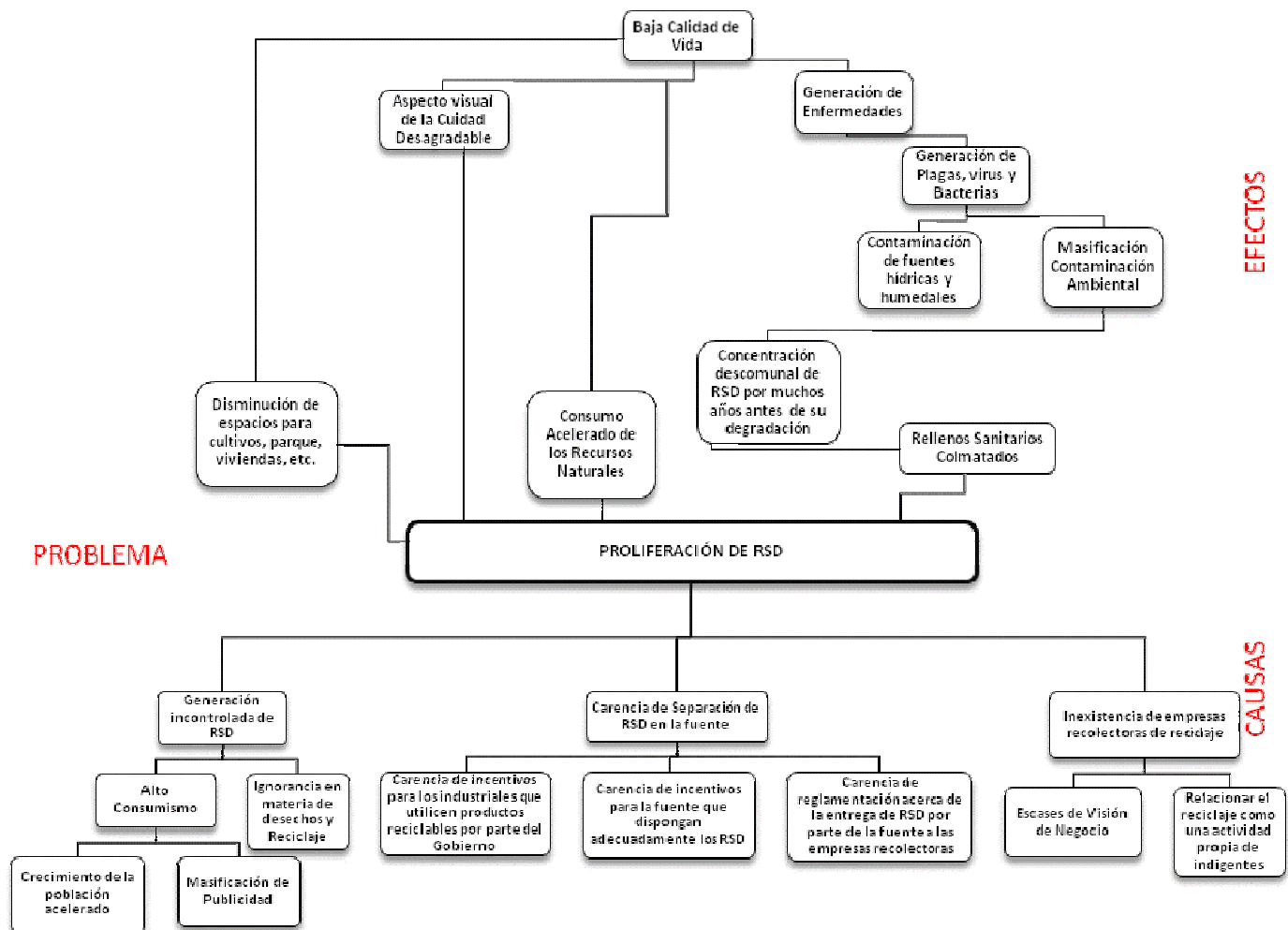
conceptos relativos a los temas mencionados y aprovechar la experiencia de dichas expertos. Una vez determinada la alternativa óptima, se analiza la estructura de costos que representará la construcción de la misma, la determinación de tarifas y configuración general de las instalaciones. Con estos datos es posible realizar un estudio financiero que permita determinar los flujos anuales que se requieren en una inversión de este tipo y definir la rentabilidad privada y social del proyecto. Finalmente, y como todo lo referente al manejo de RSD, se evaluará desde el punto de vista ambiental, de manera generalizada, la alternativa seleccionada a fin de cumplir con todas las exigencias de un estudio de esta naturaleza.

2.3.1 Metodología Marco Lógico

La metodología del Marco Lógico considera que la ejecución de un proyecto es consecuencia de un conjunto de acontecimientos con una relación causal interna. Estos se describen en: Causa y Efectos.

- Árbol del problema

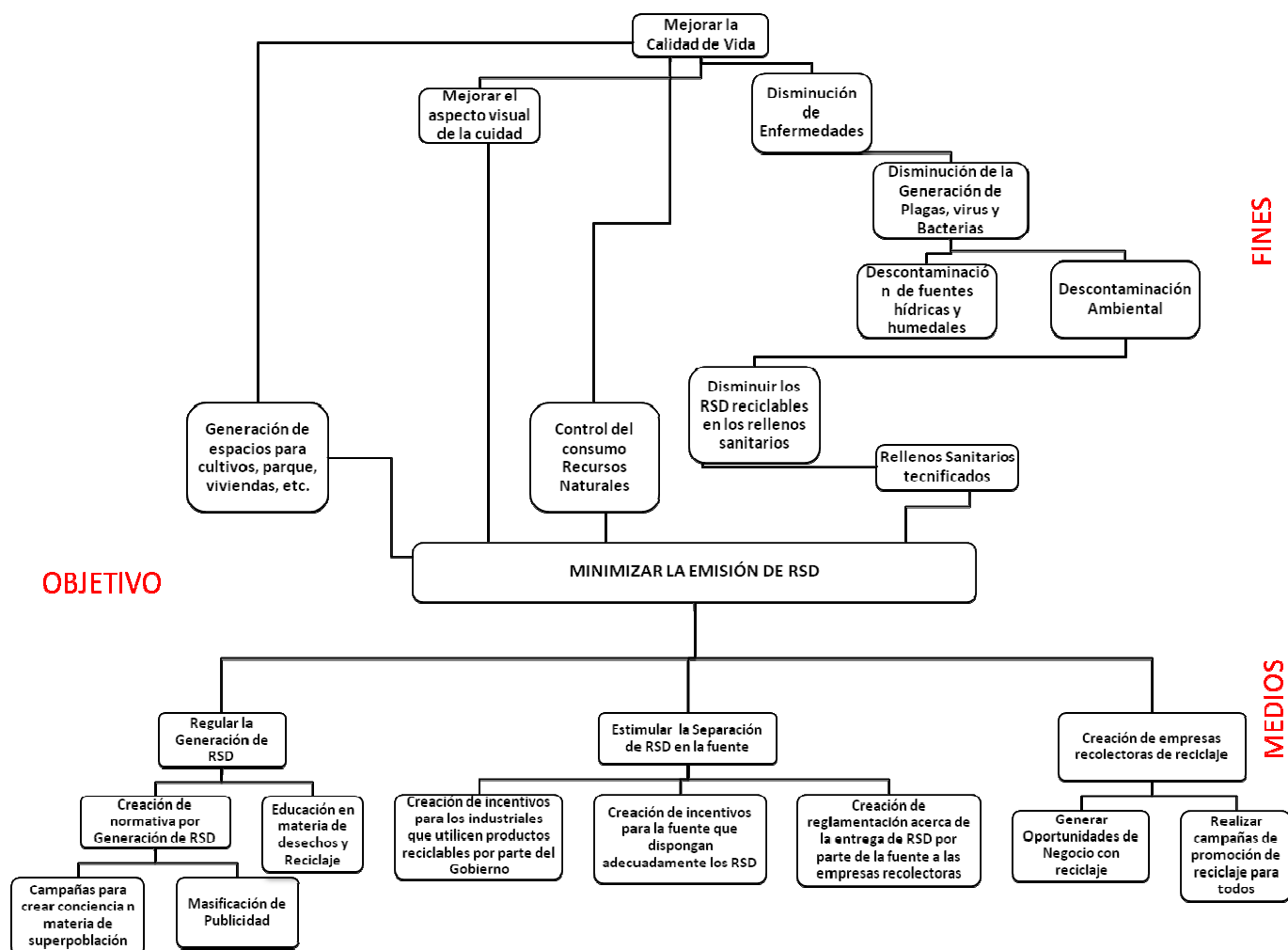
Gráfico 1 - Árbol del Problema



Fuente: [Elaboración Propia]

- **Árbol de Fines y Medios**

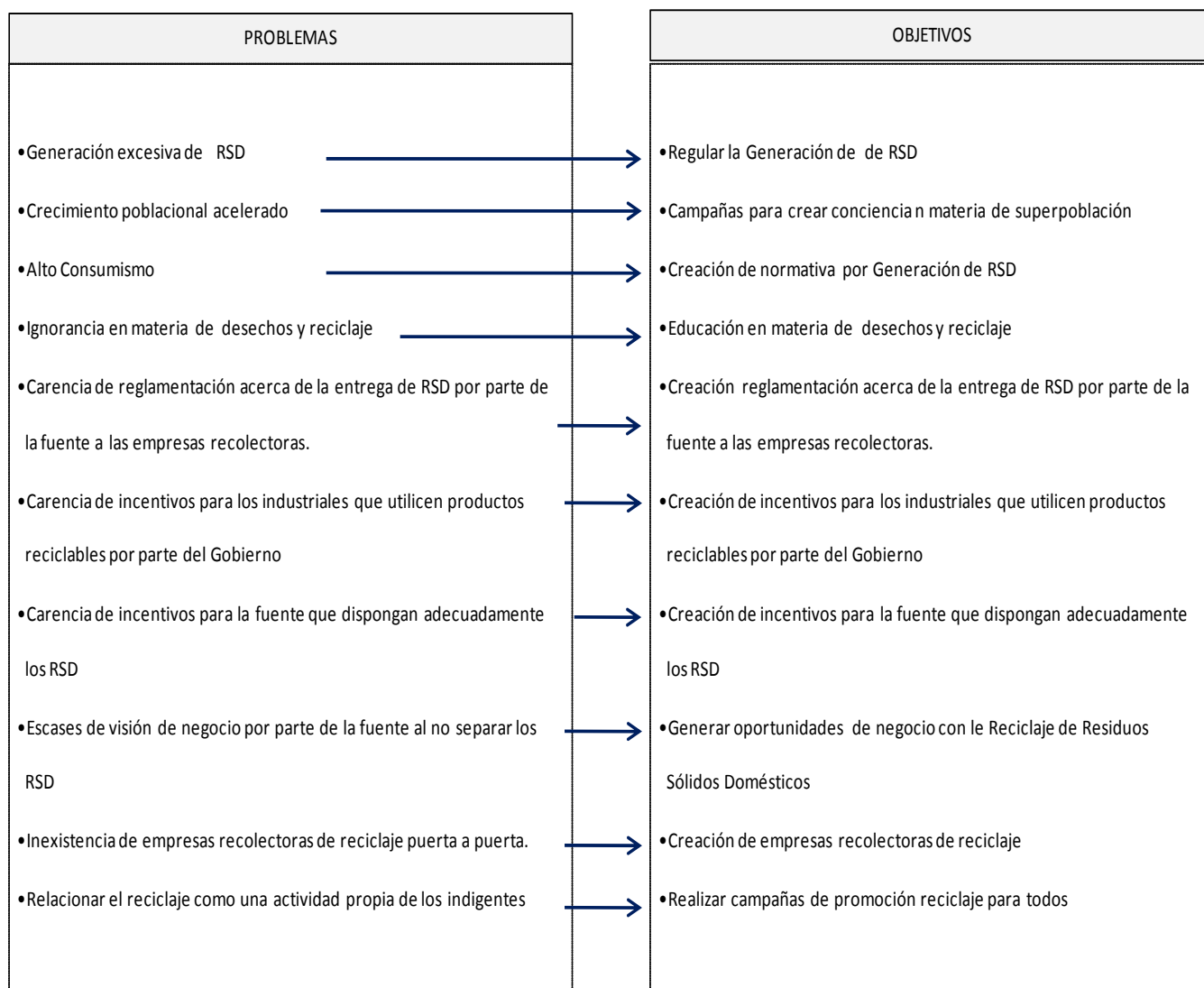
Gráfico 2 - Árbol de Fines y Medios



Fuente: [Elaboración Propia]

- **Problemas formulados como condiciones positivas**

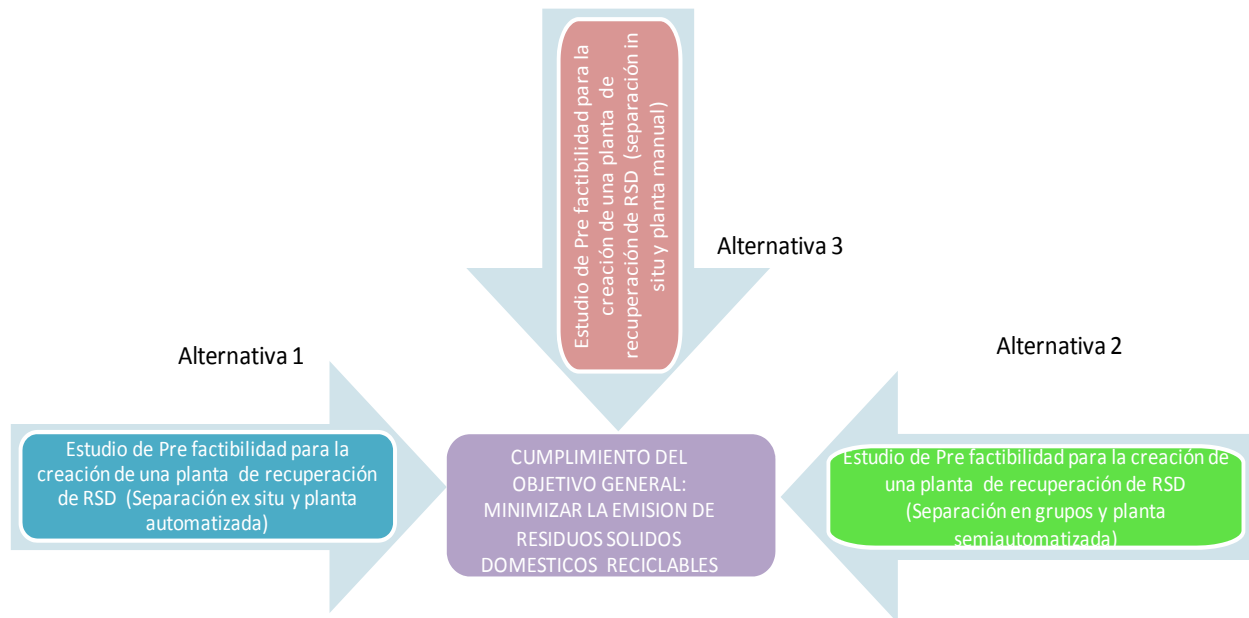
Gráfico 3 - Problemas Formulados como objetivos



Fuente: [Elaboración Propia]

- **Alternativas de solución**

Gráfico 4 - Alternativas de Solución



Fuente: [Elaboración Propia]

- **Selección de alternativa de solución**

Para diseñar una planta de transferencia se debe integrar esta con el estilo de recolección de basura domiciliaria. Estos dos aspectos deben ser consecuentes por lo que las alternativas aquí presentadas comprenderán de dos componentes: estilo de extracción de RSD y grado de mecanización de la planta de transferencia. A continuación se detallan estos componentes.

- **Estilos de extracción de RSD**

Esto se refiere a las formas que existen para extraer los desechos domiciliarios, las cuales son:

1. La recolección selectiva total o en grupos (contenedores)
2. Recolección sin separación
3. Recolección en puntos verdes
4. Recolección de unicomponentes
5. Recolección selectiva total o en grupos casa por casa
6. Utilización de contenedores grandes o pequeños; contenedores subterráneos, superficiales o móviles; o combinaciones de ellos

Recolección selectiva total o en grupos: Este tipo de recolección ocurre cuando se realiza una separación de los residuos “*in situ*”, es decir, en la misma ciudad ayudada por contenedores específicos para cada tipo de material. Esta separación puede ser total o en grupos. En la primera existen muchos contenedores donde se almacena solo lo que corresponde a cada uno (tipo de material), mientras que en la segunda, se utilizan dos contenedores, uno para orgánicos y otro para inorgánicos debido a que así los componentes inorgánicos o inertes no se contaminan con la humedad de los componentes orgánicos, haciendo más factible su reciclado. Este tipo de recolección necesita de una separación ex situ de menor escala y complejidad.

Recolección selectiva total o en grupos casa por casa: Este modelo de extracción consta de la utilización de contenedores pequeños dentro de los hogares de la ciudad; si es total, se requiere el uso de muchos contenedores; mientras que si es en grupos necesita sólo dos. Las razones del número de contenedores y de la basura que se debe colocar en cada uno es la misma que en el punto anterior. Los camiones retiran ciertos tipos de material o grupos por día. Otro modo es el uso de

camiones bimodales (dos tipos de materiales, separación por grupo) o hasta multimodales (varios compartimentos para cargar diferentes tipos de productos sin mezclarlos).

Recolección sin separación: Es la forma clásica de hacer la tarea de recolección. Un camión pasa y recolecta bolsas de basura en las que se mezclan todos los tipos de materiales. Estas pueden ser entregadas al camión o depositadas en los contenedores para dicho uso.

Recolección en puntos verdes: Recolección en lugares de fácil acceso al público donde se permite que las personas concurren y depositen en contenedores específicos para cada tipo de material la basura separada por ellos mismos. Por lo general existen más de dos de estos lugares por ciudad.

Recolección de unicomponentes en acera: Colocación de contenedores específicos para un tipo de material en lugares estratégicos de la ciudad (en las aceras) de modo que dé facilidades para que los habitantes puedan depositar los elementos compuestos por dicho material.

Tipos de contenedores: Éstos pueden ser de diferentes tamaños y colocados en distintas partes. Así como la recolección selectiva total o en grupos casa por casa requiere de contenedores pequeños, la que se hace en acera necesita de elementos mucho más grandes. Respecto al lugar de ubicación, los contenedores pueden ser superficiales (desventajas estéticas), subterráneos (ventajas estéticas pero dificultades técnicas y costos mayores) o móviles, estos últimos son camiones especiales con varios compartimentos (multimodales) que recorren la ciudad en días y rutas específicas y reciben los desperdicios separados por las personas.

Combinaciones: cada uno de estos modelos de extracción no es excluyente respecto a los demás, es decir, se pueden utilizar en partes de la ciudad un tipo de

extracción mientras que en otra se ocupa una completamente distinta. Muchas veces los modelos son complementarios.

- **Grado de mecanización de la planta**

El grado de mecanización depende del nivel de maquinaria a utilizar para realizar la separación de los RSD. Este puede ser automatizado, semiautomatizado o manual.

- 1. Automatizado**

Las plantas con estas características usan gran cantidad de máquinas de diversas funcionalidades. Para separar los elementos presentes en la basura domiciliaria de una ciudad se utilizan imanes (herramientas electromagnéticas), cribas, cintas transportadoras, centrifugas, trituradoras, sistemas neumáticos, ciclones, entre otros. El nivel de mano de obra utilizada es bajo.

- 2. Semiautomatizado**

Es cuando existen en coordinación y complemento elementos tecnológicos y personas trabajando. Los primeros generalmente hacen una separación primaria de los RSU para que luego, mientras pasan por la cinta transportadora, las personas terminen de seleccionar los materiales.

- 3. Manual**

No existe la presencia de máquinas automáticas que ayuden al proceso de separación. Puede llegar al extremo de que no se posea ni siquiera una cinta transportadora por lo que los trabajadores deben hurgar en la basura acumulada en el piso repartida en grandes extensiones de terreno, separando los materiales factibles de reciclar.

Teniendo en cuenta la realidad local, en conjunto con factores críticos de operación mencionados anteriormente, se visualizan las siguientes alternativas que son factibles para separar residuos.

- **Alternativas de solución**

- 1. Separación “*ex situ*” y planta automatizada**

Esta alternativa combina una recogida sin separación con una planta completamente automatizada.

Respecto a la recogida, ésta se elige debido a que la población no está interesada aún en participar en programas de reciclaje en forma absoluta, no hay convicción en ella de que es bueno reciclar y, por consiguiente, separar la basura que se genera por ellos mismos de manera masiva. Por tal motivo se mantiene el tipo de extracción de RSD tradicional, en otras palabras, juntar la basura de todos tipos dentro de una bolsa plástica y entregarla al camión recolector o depositarla en los contenedores dispuestos para ello. Con esto se produce un flujo muy heterogéneo de basura, el cual, aparte de ser más difícil de separar, puede contaminar muchos materiales que son posibles de reciclar, obteniendo, por consiguiente, menor calidad y cantidad de material reciclado.

Para esta situación es adecuada una planta que tenga una gran cantidad de maquinaria para poder llevar a cabo la separación de los materiales.

En este proceso de separación se crean flujos de salida diferenciada de todos los tipos de materiales. Muchos de ellos para disminuir los costos de transporte son disminuidos de tamaño vía embaladoras, molinos, trituradoras o densificadores.

Un ejemplo de este tipo de proceso es el Sistema Buhler/Reuter el cual tiene una capacidad de 200 toneladas diarias y se encuentra en utilización en plantas de transferencia como la ubicada en Eden Prairie, Minnesota, EEUU.

2. Separación en grupos y planta semiautomatizada

Para este caso, las personas en la ciudad entregan sus residuos clasificados en dos grupos: orgánicos e inorgánicos. Sólo el grupo de los residuos inorgánicos llegará a la planta, lo cual facilita la separación, recuperación y reciclaje de los residuos.

En lo que se refiere a la separación de la basura en la ciudad o comunidad, ésta se hace en dos grupos y se basa en que son los propios ciudadanos los que realizan la selección de los productos recuperables, colocándolos en bolsas independientes. El retiro de la basura puede hacerse en camiones bimodales o por diferentes camiones recolectores ya sea en el mismo día o en días alternados.

El proceso comienza con el ingreso de los materiales por medio de una cinta transportadora. Si el nivel de residuos ingresado supera el tiempo de proceso de ella, puede acumularse éste en bivalvas, tolvas o muelles de descarga.

A través de una cinta transportadora que lleva los residuos inertes, los trabajadores separan los elementos usando su vista. Los materiales separados se disminuyen en tamaños usando embaladoras, trituradoras y densificadores.

3. Separación “*in situ*” y planta manual

En esta opción se utiliza una separación completa de los materiales en la ciudad o comunidad, ya sea en acera o interna a las casas. Este flujo diferenciado permite que la planta de transferencia no requiera máquinas para su separación, sino solamente para disminuir el tamaño del material recuperado de modo de disminuir los costos de transporte de éstos.

Si la población está motivada con los programas de reciclaje se puede realizar una separación *in situ* completa. Para esto se da a conocer los beneficios de separar la basura tanto para los habitantes como para el medio ambiente. Este tipo de

recogida está muy ligada a una adecuada educación ambiental que permita a las personas conocer los problemas ambientales producidos por el mal uso de recursos naturales y la creación de vertederos y rellenos sanitarios. También puede tener incentivos económicos el programa para así aumentar la motivación de las personas. Esto se puede hacer con disminución de tarifas de aseo o incluso la anulación de ella si se separa la basura, mientras que el precio que se deba pagar, si no se separan sus desechos, sea bastante mayor. Este tipo de diferenciación de tarifas de aseo se lleva a cabo exitosamente en Suiza, por ejemplo. En otras partes del mundo, como en Curitiba (Brasil), se usa otro tipo de incentivo. Si las personas separan sus desperdicios como el municipio ha pedido, al final del mes este último le hará entrega de paquetes con alimentos con un valor igual a la tarifa de aseo. En sectores de bajos recursos de dicha ciudad el programa ha sido exitoso. Los camiones usados para la recolección de desechos pueden ser multimodales (varios tipos de compartimentos para diferentes materiales) o camiones recolectores que se alternen en los días de recogida.

Al llegar a la estación de transferencia una basura completamente separada, con flujos por material muy homogéneos, permite la posibilidad de disminuir la maquinaria necesaria para separar. Así sólo se necesitarán cintas transportadoras para que personas clasifiquen los materiales de la forma necesaria para ser vendidos y reciclados, es decir, el papel en sus diferentes tipos, el vidrio en sus distintos colores, el plástico dependiendo de sus componentes, etc. Eso sí, requerirá máquinas que disminuyan su tamaño y aumenten su densidad para optimizar el transporte de los materiales recuperados hacia las plantas recicladoras. Estas máquinas son embaladoras, molinos, densificadores y trituradoras.

Un ejemplo de este tipo de instalaciones es la planta de transferencia que existe en la provincia de Cantabria, España.

- **Análisis de prefactibilidad**

Las alternativas propuestas para implementar una política de recogida y tratamiento de la basura en la ciudad de Barrancabermeja son distintas y no se puede realizar un estudio económico acabado de cada una de ellas por el alto costo en tiempo que significaría, por lo que se definirá un criterio de prefactibilidad que analizará aspectos cualitativos y cuantitativos de las opciones para poder elegir la mejor de ellas.

El criterio de prefactibilidad que comparará las alternativas tendrá que analizar características cualitativas y cuantitativas. Dentro del primer grupo se estudiará la probabilidad de ocurrencia de los diferentes tipos de separación de materiales (respecto a lo que hace la ciudadanía); la flexibilidad de la configuración de máquinas y elementos para adaptarse a los cambios en la forma en que ingresa RSD a la planta. Para el segundo grupo, es decir, las características cuantificables se analizarán las opciones con base en la cantidad de RSD entrantes a la planta por día; la cantidad que se requiere separar; la energía aproximada consumida por la configuración de maquinaria y costos de inversión en maquinaria en forma generalizada.

Dentro de todos estos aspectos existen algunos más importantes que otros. Es el caso del tipo de separación que la ciudadanía haga con sus residuos. Esta característica cualitativa es la más importante ya que cada alternativa de planta de transferencia está ligada a una forma distinta de separación de RSD. Tanto el diseño como la maquinaria y personal que trabajen en la planta dependerá de este factor y un cambio en él deberá conllevar una adaptación de los procesos que se efectúan en el interior de la planta. Por tal motivo un análisis de la idiosincrasia de la población de Barrancabermeja permitirá determinar cuál forma de separación es la más probable que la ciudadanía esté dispuesta a hacer.

Si bien las opciones planteadas son diferentes, ellas en el aspecto de maquinaria no son muy diferentes por los que se estudiará el costo de inversión en equipos y el gasto energético de ellas a través de un análisis de los Costos Anuales Uniformes Equivalentes (CAUE). Además, los ingresos que se estiman en el estudio de mercado no varían para las diferentes alternativas ya que el nivel de separación calculado y de basura a manejar en la planta es constante para todas las alternativas.

La adaptabilidad de la planta tanto en el aspecto del diseño como de la maquinaria es otro factor cualitativo e importante debido a que la población, al abrirse instalaciones de este tipo y en conjunto con campañas de educación ambiental, se va concientizando sobre los beneficios de reducir los desperdicios, reutilizar elementos y reciclar materiales por lo que, luego de un tiempo en que el proyecto esté en marcha, la forma de separar los desperdicios domésticos puede variar por lo que el diseño inicial de la planta puede convertirse en ineficaz. Los elementos de la planta deben tener una flexibilidad para poder cambiar los procesos de separación y manejo de residuos dentro de la estación para así adaptarse a los cambios en el medio externo. Como en este criterio de prefactibilidad el aspecto cualitativo es imprescindible, la decisión de la alternativa a implementar no estará exenta de riesgo y se basará en la probabilidad de los diferentes métodos de separación de basura por parte de la sociedad (in situ, ex situ, o en grupos).

A partir de las tres alternativas de solución para la implementación de una planta de tratamiento de residuos sólidos domésticos definidas anteriormente, se configuran tres sistemas con los elementos y máquinas necesarias según la orientación de cada alternativas: separación de desechos ex situ (en la planta en su totalidad), en dos grupos (desechos orgánicos e inorgánicos) e in situ (separación de desechos en el lugar de origen).

1. Análisis cuantitativo de alternativas

Como se mencionó en el punto anterior, las tres alternativas a analizar están sujetas al comportamiento del mercado, y cualquier alteración de éste, en cuanto a demanda de material recuperado y precios se refiere, afectará los ingresos estimados para la planta. Por otro lado las configuraciones de máquinas y elementos de las instalaciones de las alternativas a analizar presentan similitudes lo que hace que sus costos de inversión inicial también lo sean. Ante esto un análisis de costos anuales uniforme equivalentes es la mejor forma de determinar cuál de las alternativas resulta más atractiva para materializarse desde el punto de vista cuantitativo.

De toda la implementación que requieren las alternativas propuestas, existen elementos que hacen la diferencia entre ellas, por lo tanto, estos elementos se considerarán en el análisis CAUE con tal de estudiar sólo las diferencias de los sistemas, dejando fuera los elementos repetitivos en las configuraciones de las alternativas ya que presentan el mismo costo en todas las opciones.

La cantidad de material a separar se determinó en el estudio de mercado y para efectos de dimensionamiento de equipos y elementos de la planta se utilizó el volumen de residuos del primer año de operación. Por otro lado, la cantidad de residuos que ingresa a la planta a través de sus sistemas de recepción se obtienen a partir de los volúmenes estimados en el análisis desarrollado en el estudio de mercado, es decir, se generan 150 toneladas diarias de residuos en el municipio de Barrancabermeja (primer año de operación) de las cuales se determinó la composición de ella y de esta forma se puede obtener la cantidad estimada de cada tipo de desecho que ingresa a la planta que logre satisfacer la demanda estimada del año. En consecuencia, los valores de los elementos de cada sistema se determinan a partir de los flujos que deben atender.

Los siguientes factores determinan las diferencias entre los sistemas:

- Cantidad de cintas transportadoras y su largo aproximado.
- Cantidad de molinos.
- Consumo de energía eléctrica.
- Por otro lado, los elementos que son comunes en los sistemas son los siguientes:
 - Embaladora.
 - Sistema de evacuación de material rechazado.
 - Sistema de evacuación de material recuperado.
 - Sistema de recepción de residuos para separar
 - Oficinas, vías, obras básicas, etc.

Por cuanto el terreno, la flota de camiones y permisos se consideran similares para todas las alternativas ya que la planta estará manejando el mismo flujo de residuos en cualquiera de ellas. También se excluye del análisis otros costos como lo son el de mano de obra operativa (el personal se destina principalmente a las mismas tareas en cada alternativa y el número de ellos es similar), instalaciones básicas, sistemas de seguridad entre otros por representar un costo menor al de los elementos listados anteriormente.

Los costos aproximados de los elementos que se incluirán en el análisis fueron obtenidos a partir de un estudio realizado en la ciudad de Viña del Mar en el cual se analiza una planta similar y la literatura especializada tomando como base los flujos de residuos que deben manejar. Los costos más importantes de cada alternativa se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 1 -Costos anual de alternativa 1 (separación “ex situ”)

Costos de inversión			
ítem	Valor unitario (UF)	Cantidad	Total (UF)
Cinta	578,9	3 unidades	1736,7
Trómel	437,2	1 unidad	437,2
Costos de operación anual			
ítem	Valor unitario (UF)	Cantidad	Total (UF)
Mano de obra	144	29 hombres	4176
Consumo energía	0,0035	103680 Kwh	362,88

Fuente: [Estudio Técnico-Económico para una Planta de Recuperación de Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Viña del Mar]

Tabla 2 – Costo anual de la alternativa 2 (separación en grupos)

Costos de inversión			
Ítem	Valor unitario (UF)	Cantidad	Total (UF)
Cinta	578,9	1 unidad	578,9
Loza Trasvasije	886	1 unidad	886
Molino Martillo	1033,8	1 unidad	1033,8
Costos de operación anual			
Ítem	Valor unitario (UF)	Cantidad	Total (UF)
Mano de obra	144	29 hombres	4176
Consumo energía	0,0035	77760 Kwh	272,16

Fuente: [Estudio Técnico-Económico para una Planta de Recuperación de Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Viña del Mar]

Tabla 3 – Costo anual de la alternativa 3 (separación “in situ”)

Costos de inversión			
Item	Valor unitario (UF)	Cantidad	Total (UF)
Cinta	578,9	1 unidad	578,9
Loza Trasvasije	886	1 unidad	886
Molino Martillo	1033,8	1 unidad	1033,8
Costos de operación anual			
Item	Valor unitario (UF)	Cantidad	Total (UF)
Mano de obra	144	22 hombres	3168
Consumo energía	0,0035	77760 Kwh	272,16

Fuente: [Estudio Técnico-Económico para una Planta de Recuperación de Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Viña del Mar]

Para realizar los cálculos matemáticos del análisis CAUE se considerará que los equipos y elementos tendrán valor residual nulo al final de la vida útil del proyecto, la cual se definió en 15 años de operación de la planta.

La siguiente tabla No. 4 muestra los costos más importantes (valor base para el análisis CAUE) y el costo anual uniforme equivalente de cada alternativa:

Tabla 4 – Costo Anual Uniforme Equivalente de alternativas

Alternativa	CAUE (UF)
Sistema separación ex situ	4.577,58
Sistema separación en grupos	4.492,64
Sistema separación in situ	3.484,64

Fuente: [Estudio Técnico-Económico para una Planta de Recuperación de Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Viña del Mar]

Si bien la tabla anterior muestra que la alternativa más conveniente desde el punto de vista económico es una planta con instalaciones de recuperación para residuos separados “*in situ*” con un costo anual uniforme equivalente igual a 3.484,64 UF, esto no es suficiente para determinar la mejor opción ya que el factor cualitativo es predominante en la decisión

2. Análisis cualitativo de alternativas

Para analizar la forma seleccionada por parte de la comunidad Barranqueña para separar RSD se debiera realizar una encuesta estratificada para poder recopilar información estadísticamente fundamentada. En ella se recopilaría información sobre la motivación de la ciudadanía para apoyar una campaña de reciclaje, la forma de separación de basura a utilizar (in situ, ex situ, en grupos), los beneficios que exigiría la población para participar en el programa, entre otros.

Otro factor cualitativo importante de analizar es la flexibilidad que posean las configuraciones de los sistemas con tal de hacer frente a posibles variaciones en la cantidad de flujos de residuos sólidos domésticos producto de ampliar la recepción de desechos a otros municipios, aumento en el volumen de material reciclado por cambios en los mercados o para manejar otro tipo residuos como por ejemplo residuos peligrosos, agrícolas, etc.

En este sentido todas las alternativas quedan sujetas a la ubicación de las instalaciones con tal de que exista la posibilidad de ampliar, mover o cambiar la

estructura de las mismas. Sin embargo, cada sistema posee distintos números de máquinas y tipos de ellas, lo que hace que la capacidad de adopción sea distinta para cada alternativa. Si bien la ubicación de las instalaciones incide en la flexibilidad de las mismas, el terreno será común para todas, en consecuencia, dicho factor se verá alterado por el tamaño de los equipos, el número de ellos y la posibilidad de venta de las máquinas.

Es importante señalar que para efectuar separación in situ, ya sea en grupos o separación por tipo de residuos, se debe realizar una campaña de concientización y formas de realizar dichas tareas. Esto es relevante si se toma en cuenta que las configuraciones de las alternativas dos y tres (en grupos e in situ respectivamente) son similares, la diferencia radica en que para el segundo caso la campaña debe ser más profunda y tomará más tiempo en que se produzcan los resultados esperados. Esto se explica porque el nivel de conocimiento y la actitud de los habitantes aún no es muy marcado hacia una orientación de reciclaje de materiales. Según el libro “Manual McGraw-Hill del Reciclaje”, concientizar a la población sobre la separación in situ de materiales toma a lo menos 10 años en una economía estable. A esto se suma, que no todas las personas poseen los recursos para comprar mayor cantidad de botes de basura o bolsas para disponer los desechos en forma separada. Una solución para ello es incentivar la separación a través de disminución de las tarifas de retiro de basura o bonos por separación. Pero según los resultados del estudio de mercado, el volumen de venta de materiales recuperados es mínimo por lo que resultaría poco atractivo económicamente realizarlo.

3. Alternativa seleccionada

Los resultados del análisis CAUE muestran que la alternativa que representa los menores costos principales de inversión y operación es implementar una planta que trate los residuos que sean separados in situ, es decir, en el lugar donde se originan (viviendas, centros comerciales, etc.). Sin embargo, para tomar una

decisión inteligente se debe considerar la variable cualitativa de los sistemas estudiados cuantitativamente.

Uno de los factores cualitativos más importantes es el tiempo de aceptación y la capacidad económica y psicológica que tenga la población de comenzar a realizar la separación de los residuos susceptibles a ser destinados al reciclaje por sí mismos

En este sentido, comenzar con un programa que fomente la separación in situ de los RSD tomaría un tiempo considerable (superior a 10 años según la literatura especializada), lo que no ayuda a resolver la problemática actual de la generación creciente de los desechos urbanos en contraparte a la continua disminución de la capacidad de recepción de los rellenos sanitarios, el aumento de los problemas ambientales y de espacio para ubicar nuevas instalaciones de disposición final de basura.

Sin embargo, existen porcentajes considerables de instalaciones (edificios y casas) que pueden ser destinados a una separación en grupos, por lo que esta alternativa resulta factible de realizar. Además, ya existen algunas experiencias de recolección selectiva que demuestra que la población puede comenzar a realizar una separación básica de residuos (orgánicos e inorgánicos) con los mismos recursos e infraestructura existente.

Desde el punto de vista económico, la alternativa de separación y recolección por grupos, aunque resulta más costosa que la separación “in situ”, incurre en un costo anual uniforme equivalente menor a una separación “ex situ”, por lo que resulta una alternativa conveniente en este sentido.

Dado lo anterior, se puede afirmar que según las condiciones cualitativas y cuantitativas de la producción, recolección y actitud de la población en cuanto a los RSD, la mejor alternativa es la de separar los residuos en dos grupos: desechos orgánicos y desechos inorgánicos.

Tomando en cuenta esta decisión, la planta de tratamiento que propondremos estará diseñada para atender RSD inorgánicos y la disposición final de la basura que no se reciclará seguirá siendo responsabilidad del servicio actualmente contratado (REDIBA).

3. ESTUDIO DEL ENTORNO

A través de este estudio se intenta identificar y analizar las oportunidades del entorno general y específico (sector) donde se encuentra el proyecto.

3.1 ENTORNO GENERAL

A lo largo de la historia, el primer problema de los residuos sólidos ha sido su eliminación, pues su presencia es más evidente que otro tipo de residuos. La sociedad solucionó este problema quitándolo de la vista, arrojándolo a las afueras de las ciudades u ocultándolo mediante enterramiento pero el crecimiento acelerado de la población en los últimos años, así como el proceso de industrialización han aumentado la generación de dichos residuos. Esta situación podemos considerarla como crítica si se tiene en cuenta que un alto porcentaje de estos residuos son manejados de manera inadecuada y que los entes municipales no cuentan con un plan metódico y ordenado para darle solución a dicha problemática. En este sentido, el gobierno nacional y en especial el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) ha venido promoviendo desde hace varios años acciones y medidas que complementadas con una serie de leyes y normas, buscan contribuir a minimizar las malas condiciones tanto ambientales como de salud, sin embargo, los resultados no se han logrado percibir en un alto porcentaje.

Colombia, al igual que los demás países latinoamericanos tiene como primera medida de tratamiento la disposición en rellenos, ya que, se considera como el más económico a corto plazo, esta medida es parte imprescindible de todo plan de gestión.

El problema de los RSD está presente en la mayoría de las ciudades y pequeñas poblaciones por su inadecuada gestión y tiende a agravarse en determinadas regiones como consecuencia de múltiples factores, entre ellos, el acelerado crecimiento de la población y su concentración en áreas urbanas, el desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo, el uso generalizado de envases, empaques y materiales desechables, que aumentan considerablemente la cantidad de residuos.

Este panorama se agrava debido a la debilidad institucional que obligan a reducir el gasto público y a mantener tarifas bajas. Además, la poca educación sanitaria y la escasa participación ciudadana generan una gran resistencia al momento de pagar los costos que implican el manejo y la disposición de residuos, en detrimento de la calidad del servicio de aseo urbano, lo que constituye otra de las causas que agravan el problema. Todo ello compromete la salud pública, aumenta la contaminación de los recursos naturales, el ambiente de nuestro territorio y deteriora la calidad de vida de la población.

El desarrollo de cualquier asentamiento humano está acompañado siempre de una mayor producción de residuos que, al mezclarse, no solo pierden o disminuyen su potencial valor comercial, sino que también afectan la salud de la comunidad y degradan su entorno. En tal sentido, se hace manifiesta la necesidad de buscar soluciones adecuadas para su manejo y disposición final. Ante esta situación, es imprescindible que los municipios y los demás organismos afronten racionalmente y con valentía la gestión de los residuos sólidos, teniendo en cuenta, entre otras consideraciones: el nivel de educación ambiental de la comunidad y su capacidad de pago del servicio de aseo urbano; las implicaciones que acarrea la mezcla de residuos; el valor económico de algunos de estos y su probable mercado; la complementariedad de los sistemas de tratamiento y disposición final; por último el costo inherente a los procesos que suponen su

recolección, transporte, tratamiento y eliminación.

En la Tabla No. 5, se presentan las principales actividades generadoras de RSD en América Latina según la Organización Mundial de la salud⁹.

Tabla 5 - Actividades generadoras de residuos sólidos en la región de América Latina

Actividades generadoras	Componentes	% del total de RSD ^a
Residencial y domiciliario	Desperdicios de cocina, papeles y cartón, plásticos, vidrio, metales, textiles, residuos de jardín, tierra, etc.	50 a 75
Comercial Almacenes, oficinas, mercados, restaurantes, hoteles y otros	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales y peligrosos	10 a 20
Institucional Oficinas públicas, escuelas, colegios, universidades, servicios públicos y otros	Semejantes al comercial	5 a 15
Industria (pequeña industria y artesanía) Manufactura, confecciones de ropa, zapatos, sastrerías, carpinterías, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Incluye residuos de comida, cenizas, demolición y construcción, especiales y peligrosos.	5 a 30
Barrido de vías y áreas públicas	Residuos que arrojan los peatones, tierra, hojas, excrementos, etc.	5 a 10

Fuente: [Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe ALC. Washington DC: BID, OPS/OMS]

⁹ Tomado del “Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe ALC”.

3.1.1. Estructura institucional del sector

El sector de Agua Potable y Saneamiento Básico es una estrategia fundamental del Plan Nacional de Desarrollo, dado que el acceso a una adecuada infraestructura en estos servicios contribuye en forma determinante en la calidad de vida de la población, por causa del mejoramiento de las condiciones de salubridad y el desarrollo económico de las regiones.

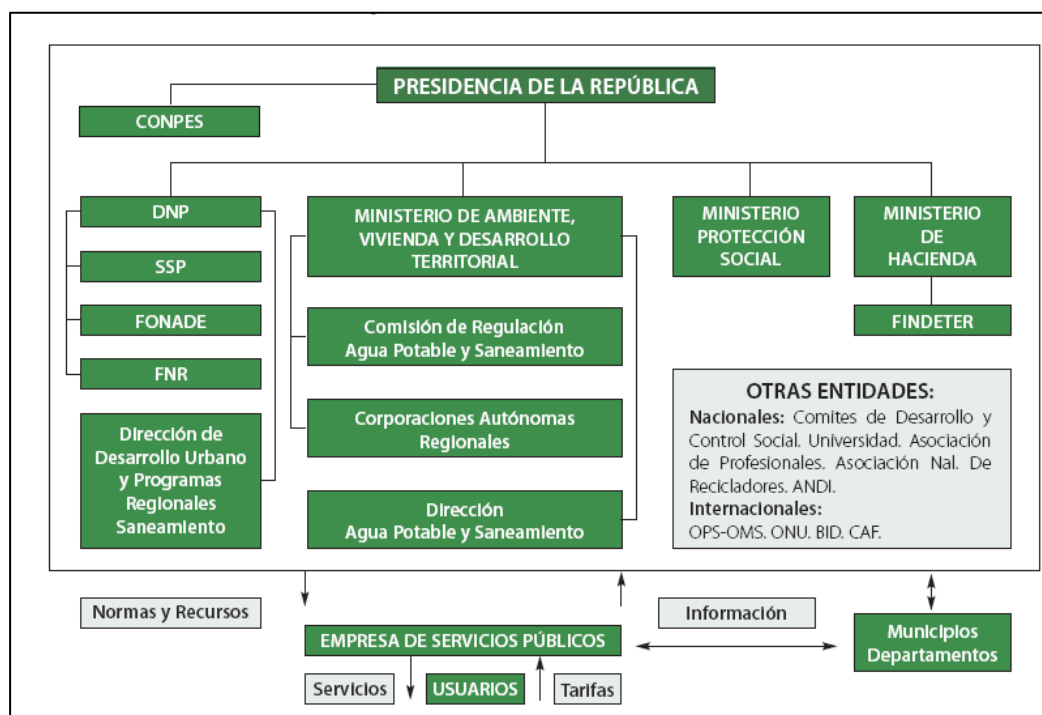
El Gobierno Nacional, acorde con los preceptos constitucionales y legales en materia de servicios públicos, actúa como planificador, orientador, cofinanciador y promotor del desarrollo sectorial; y cumple las funciones de regulación y vigilancia sobre el mismo.

En el marco de la política de descentralización, la responsabilidad por los servicios de acueducto y saneamiento básico (alcantarillado, disposición y tratamiento de aguas servidas, y aseo) recae sobre las administraciones municipales, quienes deben asegurar la adecuada prestación y la gestión de los servicios públicos en su jurisdicción ya sea por medio de empresas oficiales, privadas o mixtas.

El servicio de aseo hace parte integral de los servicios públicos domiciliarios que se ejecutan a nivel municipal, el cual está inmerso en la estructura institucional del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, tal como se observa en la de la Gráfico No. 5, donde se aprecia las diferentes entidades del orden nacional que de una u otra forma intervienen, tales como la Presidencia de la República, el Departamento Nacional de Planeación y los Ministerios de Hacienda, Ambiente, Vivienda y Ordenamiento Territorial y Ministerio de la Protección Social, así como las instituciones adscritas a los mismos, cuya interacción está determinada por los flujos de normas y recursos del nivel nacional hacia las empresas de servicios públicos y de éstas a las primeras a través del flujo de información.

También se aprecia la relación bilateral que existe entre las empresas de servicios públicos y los departamentos y municipios. La relación entre las empresas de servicios públicos y los usuarios se realiza a través de la prestación del servicio y atención de quejas y reclamos y la relación de los usuarios hacia el servicio se configura a través de los pagos de las tarifas. Así mismos se ubican otras entidades del orden nacional e internacional que de alguna manera tienen relación directa o indirecta con la prestación del servicio, como es el caso de OMS-OPS, Banco Mundial, BID, Naciones Unidas, Corporación Andina de Fomento, entre otros.

Gráfico 5 - Estructura Institucional de Residuos Sólidos



Fuente: [MAVDT Colombia.]

3.1.2. Modalidades de operación de los servicios

La Ley 142 de 1.994, establece que pueden prestar los servicios públicos:

- Las Empresas de Servicios Públicos.
- Las personas naturales o jurídicas que produzcan para ellas mismas, o como consecuencia o complemento de su actividad principal, los bienes y servicios propios del objeto de las empresas de servicios públicos.
- Los municipios cuando asuman en forma directa.
- Las organizaciones autorizadas.
- Las entidades autorizadas para prestar servicios públicos durante períodos de transición.

Las empresas de Servicios Públicos son sociedades por acciones cuyo objeto es la prestación de los servicios públicos. Las entidades descentralizadas de cualquier orden territorial o nacional, cuyos propietarios no deseen que su capital esté representado en acciones, deberá adoptar la forma de empresa industrial y comercial del estado.

De acuerdo con el registro nacional de prestadores de servicios públicos ante la Superintendencia de Servicios Públicos S.S.P., para la prestación del servicio de aseo, de un total de 531 entidades, se tiene que el 34% son empresas industriales y comerciales del estado; 23% son sociedades; 37% presta el servicio directamente el municipio y 5,6% organizaciones autorizadas, tal como se muestra en el Gráfico No. 6.

Gráfico 6 - Tipo de Empresas prestadoras del Servicio de Aseo



Fuente: [Superintendencia de Servicios Públicos.]

3.1.3. Análisis de la calidad y cobertura de los servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final en núcleos poblacionales grandes, medianos y pequeños

Para el análisis de la calidad del servicio de aseo, se presentan los datos correspondientes a las etapas de generación, barrido y recolección, servicios especiales, tratamiento (reciclaje e incineración) y disposición final, de tal manera que se visualicen los factores que determinan la calidad del servicio, para los núcleos poblacionales grandes, medianos y pequeños de los que se dispone información.

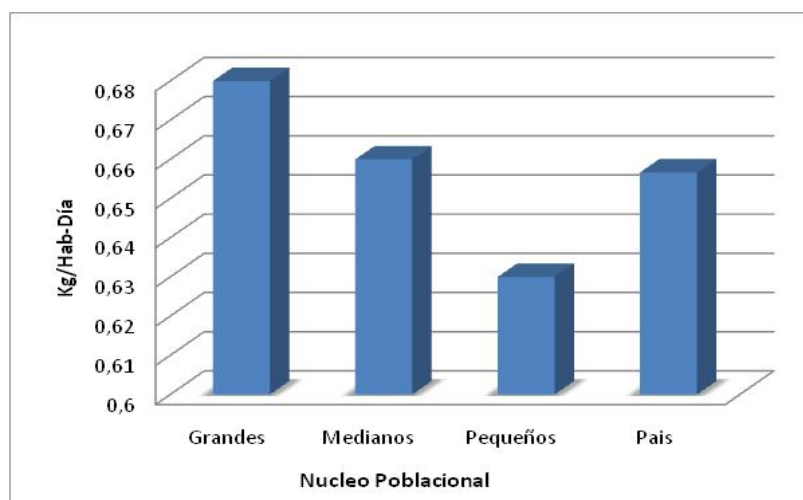
"Se entiende por calidad del servicio público domiciliario de aseo, la prestación con continuidad, frecuencia y eficiencia a toda la población; con un debido programa de atención de fallas y emergencias, una atención al usuario completa, precisa y oportuna; un eficiente aprovechamiento y una adecuada disposición de los residuos sólidos; de tal forma que se garantice la salud pública y la preservación del medio ambiente, manteniendo limpias las zonas atendidas"¹⁰.

¹⁰ Definición tomada de la Superintendencia de Servicios Públicos - Colombia

- **Generación de los residuos sólidos**

La generación per cápita¹¹ de residuos para los grandes centros urbanos se estima en 0,68 kilogramos habitante día (kg / hab-día), para los medianos en 0,66 y para los pequeños en 0,63, para un promedio nacional de 0,66 kg / hab-día. El índice de producción para los pequeños centros urbanos equivale al 92% del valor estimado para los grandes centros urbanos, de lo cual se deduce que los valores de los índices de generación no presentan una dispersión significativa, datos presentados en el gráfico No. 7.

Gráfico 7- Generación de RSD Per Cápita en Colombia



Fuente: [MAVDT Colombia]

Teniendo en cuenta los datos de población urbana y los índices de generación per cápita, se estima la producción de residuos sólidos por núcleos poblacionales y el consolidado para el país, Barrancabermeja estaría ubicada dentro del Núcleo de población Grande contribuyendo con 150 Ton / día de generación de RSD tal como se presenta en la tabla No. 6 Generación total estimada de residuos a nivel

¹¹ Definición tomada del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - Colombia

de país, área urbana.

Tabla 6 - Generación total estimada de residuos a nivel de país, área urbana

Núcleo poblacional	Rango de Población (hab)	Número de ciudades	Población urbana (Hab)	Total Ton/día país
Grande	Más de 1.000.000	4	11.923.072	9882
	500.000 a 1.000.000	3	2.041.015	1090
	200.001 a 500.000	19	5.642.401	3921
	Subtotal	26	19.606.488	14893
Mediana	100.001 a 200.000	12	1.466.528	965
	50.001 a 100.000	41	2.501.223	1758
	Subtotal	53	3.967.751	2723
Pequeña	15.000 a 50.000	164	3.385.250	2578
	Menos de 15.000	836	3.716.971	2614
	Subtotal	1000	7.102.221	5192
Total		1.079	30.676.460	22.808

Fuente: [Superintendencia de Servicios Públicos - Colombia]

- **Barrido y recolección de RSD**

A continuación se menciona las características del proceso de barrido y recolección de RSD en Colombia.

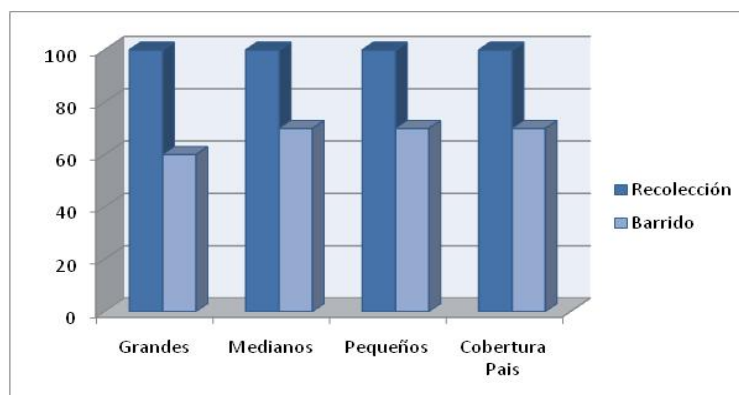
1. Barrido

El servicio de barrido¹² se presta en forma manual y mecánica; en los grandes centros urbanos (26) solo en 8 de ellos se utiliza el barrido mecánico además del manual, de igual manera en los centros urbanos medianos (53) solo en uno de ellos se utiliza parcialmente el servicio mecánico; en el resto de centros urbanos se utiliza el servicio manual, el cual utiliza gran cantidad de mano de obra, que por lo general se contrata con grupos asociativos. La cobertura del servicio de barrido se expresa como el porcentaje del área urbana que se atiende con dicho servicio en cada centro urbano; de acuerdo a los datos disponibles se estimó para los grandes centros urbanos en 59% la cobertura; para los medianos en 68% y para los pequeños en 64%, para una media nacional de 64% de cobertura, tal como se aprecia en el Gráfico No. 8. Este comportamiento obedece a que por lo general se

¹² Fuentes de Información: Superintendencia de Servicios Públicos Colombia.

da prioridad al barrido de las zonas centrales y áreas públicas y vías de mayor ocupación.

Gráfico 8- Cobertura estimada de los servicios de barrido y recolección



Fuente: [Superintendencia de Servicios Públicos - Colombia]

2. Recolección de RSD

La cobertura del servicio de recolección es un indicador cuantitativo de gestión, el cual pretende la evaluación del desempeño de una entidad. La cobertura de este servicio se expresa como el porcentaje de residuos que normalmente se recogen frente al total generados por cada centro urbano. Los índices¹³ para este servicio presentan unos valores de 98% para los grandes centros urbanos; 91% para los medianos y 95% para los pequeños centros urbanos, con una media nacional de 95%, información que se presenta en el Gráfico No. 8.

De acuerdo con los requerimientos de obligatorio cumplimiento, para ciudades que se encuentren en nivel de complejidad alto (centros urbanos con una población urbana mayor de 60.000 habitantes), la cobertura mínima de recolección de residuos sólidos es del 80%. De ello puede deducirse que la cantidad de residuos sólidos que se recoge, frente al indicador que señala el RAS, es superior al 90%, por consiguiente se considera que se está cumpliendo holgadamente este indicador.

¹³ Fuentes de Información: Superintendencia de Servicios Públicos Colombia.

- **Transferencia**

Aunque en la legislación se considera la transferencia como parte integral del servicio de aseo, ésta estrategia no se ha implementado en ningún centro urbano del país, por lo tanto el proceso de recolección y transporte se hace en forma directa, desde la zona de recolección hasta el sitio de disposición final.

- **Sistemas de tratamiento**

De acuerdo con los instrumentos diseñados por la OPS/OMS, para recoger la información objeto de este proyecto, considera como "tratamientos"¹⁴ las actividades de reciclaje e incineración, por lo tanto en este ítem se analizan los datos disponibles correspondientes a estas actividades, ya que en el país no se han establecido o no se llevan a cabo otros procesos de tratamiento de residuos sólidos.

Las actividades de reciclaje realizadas tanto en la fuente de generación como en la vía pública y aún en sitios de disposición final, por personas dedicadas a dicha actividad, han tenido un comportamiento¹⁵ para el año 2.007 tal como se presenta en la tabla No. 7, advirtiendo que no se incluye el reciclaje que hacen directamente los generadores, quienes los utilizan en sus propias actividades o los comercializan directamente a otros sectores productivos.

Tabla 7 – Cobertura de los sistemas de tratamiento a nivel de País

Núcleo poblacional	Reciclaje (%)				Incineración
	Inorgánicos		Orgánicos		
	Formal	Informal	Formal	Informal	
Grande	3,54	5,96	0,50		4,14
Mediana	3,51	5,99	0,50		1,67
Pequeña	3,49	6,01	0,50		1,00
Cobertura	3,51	5,99	0,50	0,00	2,27

Fuente: [Superintendencia de Servicios Públicos - Colombia]

¹⁴ Definición tomada de la Organización Mundial de la Salud 2010, Disponible en: www.who.int/es/

¹⁵ Información tomada del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Colombia.

El reciclaje se hace tanto para residuos orgánicos, (entendida como restos vegetales), como para inorgánicos, en las modalidades formal e informal, de acuerdo con el tipo de organización que tengan los recicladores o en su defecto cuando desarrollan las actividades de manera individual (informal).

Los porcentajes¹⁶ de residuos que se reciclan muestran una cobertura promedio total del 10%, dato muy similar al que reporta la Asociación de Recicladores de Bogotá - ARB - (12% de la producción nacional). No obstante si se comparan estos índices con los de la recolección observamos que guardan concordancia, si se asume que la diferencia que existe entre los residuos generados y los atendidos por el servicio de recolección hace parte de los residuos reciclados.

La incineración de residuos a nivel país alcanza el 2,27% del total de residuos generados, observándose que la participación está en función directa al tamaño del núcleo poblacional; esta tecnología se usa en especial para el tratamiento de residuos generados en instituciones hospitalarias y afines.

Los porcentajes¹⁷ de residuos que se reciclan a nivel de país para los diferentes núcleos poblacionales, se desglosan de acuerdo con los materiales que se recuperan y presentan el comportamiento o valores que se registran en la tabla No. 8.

De acuerdo con los porcentajes presentados se tiene que el papel y el cartón son los materiales que más se reciclan a nivel país, representando el 4,5% en cuanto al peso de los residuos de acuerdo con la información disponible. Tradicionalmente Colombia ha presentado la tasa más alta de reciclaje de papel y cartón¹⁸ a nivel latinoamericano y ocupa el puesto 18 a nivel mundial: 57 toneladas recicladas por cada 100 producidas, ubicándose por encima de países

¹⁶ Información tomada de la Superintendencia de Servicios Públicos – Colombia.

¹⁷ Información tomada de la Superintendencia de Servicios Públicos – Colombia.

¹⁸ Información tomada de la Superintendencia de Servicios Públicos – Colombia.

desarrollados como Estados Unidos, que recicla 31 toneladas; Alemania, que recicla 50 y Japón, que logra cerca de 53 toneladas; además, Colombia tiene un consumo de papel per cápita muy por debajo de los países desarrollados e incluso por debajo de otros países latinoamericanos.

Tabla 8 - Porcentaje de Materiales reciclados a nivel de País

Núcleo poblacional	Reciclaje (%)					
	Papel	Cartón	Plástico	Vidrio	Metal ferroso	Metal no ferroso
Grande	2,21	2,29	2,49	2,01	0,35	0,15
Mediana	2,63	1,87	2,55	1,95	0,34	0,16
Pequeña	2,50	2,00	2,52	1,98	0,35	0,15
Cobertura	2,45	2,05	2,52	1,98	0,35	0,15

Fuente: [Superintendencia de Servicios Públicos - Colombia]

El reciclaje de plástico que históricamente había presentado un menor desarrollo, de acuerdo a los datos anteriores, sobrepasa en porcentaje al sector de vidrio, lo cual está en concordancia con la participación creciente de los residuos de plásticos en los flujos de desechos domiciliarios, debido a la sustitución de envases de vidrio por este material, entre otros factores, situación que debe considerarse para el desarrollo de estrategias de reciclaje y aprovechamiento de dicho material hacia el futuro.

El reciclaje de vidrio muestra un descenso en cuanto a porcentaje, ya que hasta mediados de los años 90 estuvo por encima de los porcentajes que se reciclaban de plásticos.

El reciclaje de metales, tanto ferrosos como no ferrosos, participan con porcentajes relativamente bajos, en parte debido a la sustitución creciente de dichos metales en los envases y presentación de productos de consumo en el hogar, lo cual conduce a afirmar que los residuos domiciliarios no son una fuente

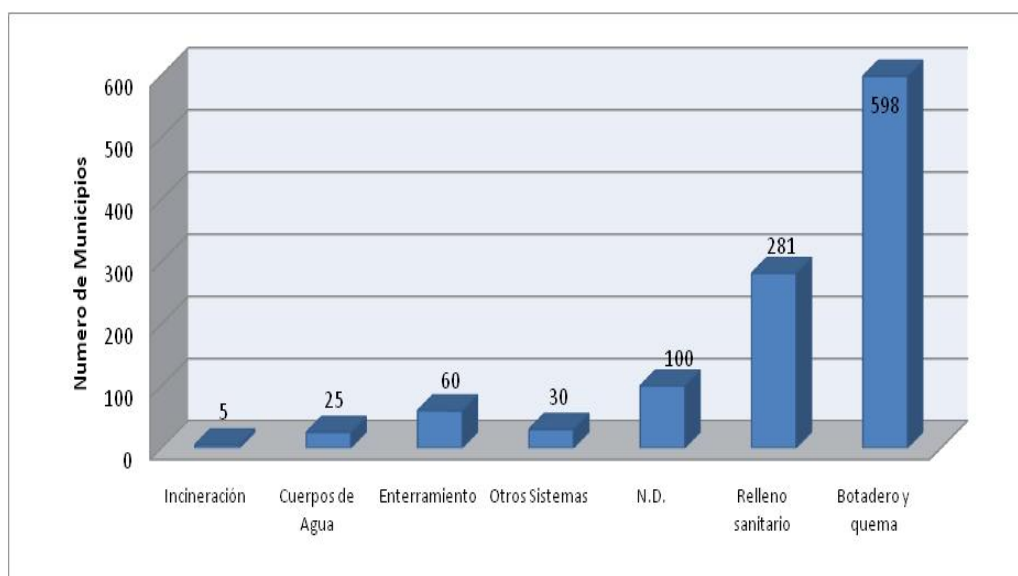
importante para el reciclaje de estos materiales, por tanto esta variable no será considerada en el estudio de prefactibilidad.

- **Disposición final de los RSD**

La Superintendencia de Servicios Públicos de Colombia (S.S.P.) basada en información consolidada de Corporaciones Autónomas Regionales del país y el MAVDT, realizó un consolidado sobre la situación de la disposición final en 1.099 municipios cuyos resultados son los siguientes:

En los 32 departamentos, 281 municipios realizan disposición final por el sistema de relleno sanitario, lo cual no implica que exista igual número de alternativas, ya que muchos de estos municipios realizan conjuntamente la disposición final en un relleno sanitario de tipo regional.

Tabla 9 - Sistemas de Disposición Final en el País



Fuente: [Consolidado Corporaciones Autónomas regionales y Ministerio del Medio Ambiente]

Entre otras alternativas de disposición final se observa que en los 32 departamentos hay 60 municipios que disponen en sistemas de enterramiento, 598 en botaderos y quemas a cielo abierto, 25 en cuerpos de agua, 5 utilizan

sistema de incineración, 30 otros sistemas (lombricultura, compostaje, planta integral de residuos) y 100 municipios que no especifican su sistema de disposición final; distribución que se presenta en el gráfico No. 9. Hay municipios que realizan una y otra alternativa de forma combinada, sin cumplir con una disposición final técnicamente adecuada.

En 22 departamentos del país, más del 60% de los municipios (474 municipios 44.6% del total) continúan disponiendo sus residuos en sistemas inadecuados, como se muestra en el Grafico No. 3.7.

En el Gráfico No. 10, se muestra el comportamiento de los sistemas de disposición final del consolidado nacional en los años 2005 y 2010, donde se aprecia alguna diferencia en el incremento del número de municipios que utilizaron el relleno sanitario como sistema de disposición final y una disminución de los que no reportan información para el año 2010 con respecto al 2005, además una sensible disminución en la alternativa de utilización de botadores y quemas.

En cuanto a la capacidad de los sitios de disposición final en la actualidad algunas ciudades presentan problemas en la vida útil, entre los cuales se destacan Pasto, Cartagena, Yopal, Armenia, Santa Marta, Sincelejo e Ibagué, entre otras ciudades, que han tenido inconvenientes por factores de orden social, ambiental y técnico-operativo.

Gráfico 9 - Disposición RSD.

-  Más del 90% de los municipios del departamento disponen sus residuos en rellenos sanitarios.
 -  Entre el 89% y el 60% de los municipios del departamento disponen sus residuos en rellenos sanitarios.
 -  Menos del 60% de los municipios del departamento disponen sus residuos en rellenos sanitarios.
- La Información suministrada está en términos número de municipios respecto al total del departamento.

Fuente: [Superintendencia de Servicios Públicos - Colombia]

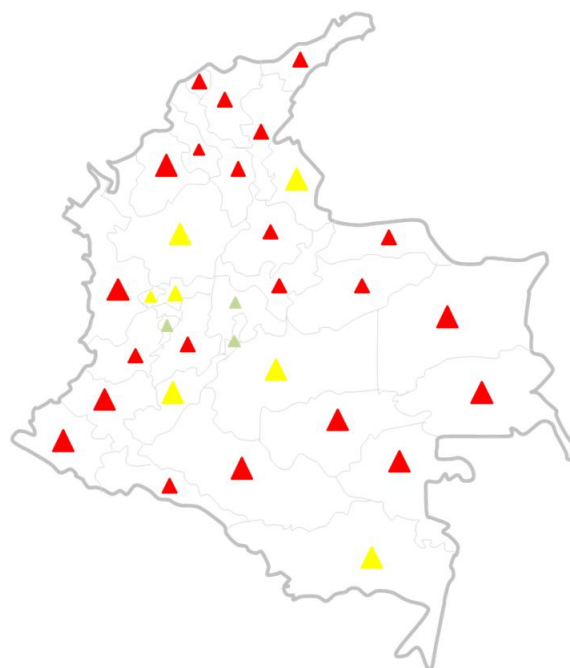
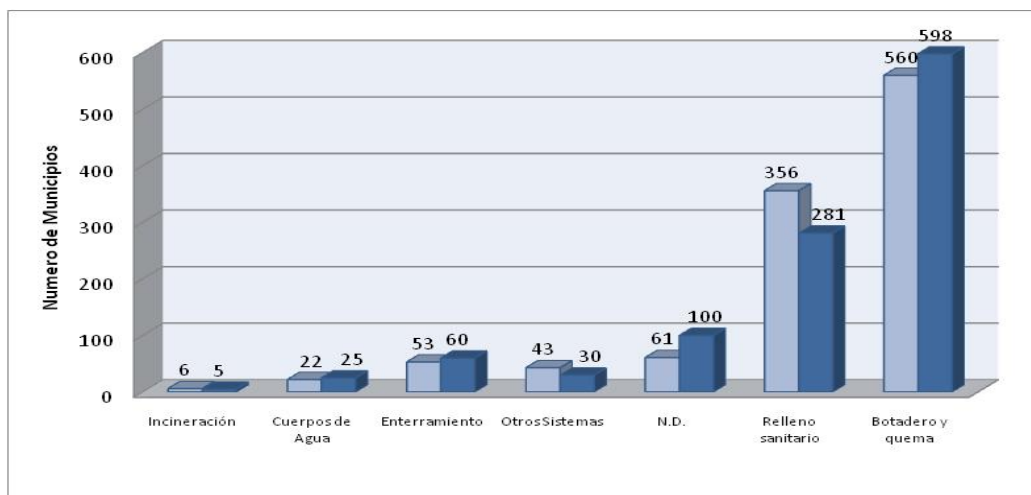


Gráfico 10 - Sistemas de Disposición Final en el País 2005 vs 2010.



Fuente: [Consolidado Corporaciones Autónomas regionales y Ministerio del Medio Ambiente]

3.2 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Los RSD son aquellos subproductos originados en las actividades que se realizan en la vivienda, la oficina, el comercio y la industria (lo que se conoce comúnmente como basura) y están compuestos de residuos orgánicos, tales como sobras de comida, hojas y restos de jardín, papel, cartón, madera y, en general, materiales biodegradables; e inorgánicos, a saber, vidrio, plástico, metales, objetos de caucho, material inerte y otros.

En términos generales, los resultados de estudios latinoamericanos sobre composición de los RSD¹⁹ coinciden en destacar un alto porcentaje de materia orgánica putrescible (entre 50 y 80%), contenidos moderados de papel y cartón (entre 8 y 18%), plástico y caucho (entre 3 y 14%) y vidrio y cerámica (entre 3 y 8%).

¹⁹ Cointreau, Sandra J. *Environmental management of urban solid wastes in developing countries. A project guide*. Washington, DC: The World Bank

La Tabla No. 10, muestra la composición de los residuos sólidos como otro de los factores importantes que deben ser tenidos en cuenta en la gestión, especialmente para decidir las posibilidades de recuperación, sistemas de tratamiento y disposición más apropiados.

Tabla 10 - Composición de los RSD

Composición (% peso húmedo)	Países		
	Bajos ingresos	Medianos ingresos	Industrializados
Vegetales y materiales putrescibles	40 a 85	20 a 65	20 a 50
Papel y cartón	1 a 10	15 a 40	15 a 40
Plásticos	1 a 5	2 a 6	2 a 10
Metales	1 a 5	1 a 5	3 a 13
Vidrio	1 a 10	1 a 10	4 a 10
Caucho y cuero	1 a 5	1 a 5	2 a 10
Material inerte (cenizas, tierra, arena)	1 a 40	1 a 30	1 a 20
Otras características			
Contenido de humedad %	40 a 80	40 a 60	20 a 30
Densidad kg/m ³	250 a 500	170 a 330	100 a 170
Poder calorífico inferior kcal/kg	800 a 1.100	1.100 a 1.300	1.500 a 2.700

Fuente: [Cointreau, Sandra J. Environmental management of urban solid wastes in developing countries. A project guide. Washington, DC: The World Bank]

También se puede apreciar que la calidad de los residuos sólidos de los países en vías de desarrollo es bastante pobre comparada con la de los industrializados, lo que es importante cuando se desea fomentar programas de tratamiento y reciclaje. En el caso de los países de América Latina y el Caribe (ALC), los RSD tienen un mayor contenido de materia orgánica, una humedad que varía de 35 a

55% y un mayor peso específico, que alcanza valores de 125 a 250 kg/m³, cuando se miden sueltos.

La cantidad diaria de residuos sólidos urbanos que se genera (2010) en América Latina varia de 0,3 a 0,8 Kg/hab/día adicionándole a estos otros residuos como los de comercios, mercado, instituciones, pequeña industria, entre otros incrementando entre un 25% y 50% la cantidad, siendo el promedio regional de 0,92% Kg/hab/día. Se estima que sólo 75% es recolectada y de ella sólo 30% se dispone en rellenos sanitarios; predominan los botaderos a cielo abierto con quema indiscriminada de desechos y sin tratamiento de lixiviados, situados muchas veces en áreas densamente pobladas. Para recolectar y disponer esta basura se necesitaría de una flota de 28.000 camiones recolectores y 350.000 m³ diarios de espacio para enterrarla sanitariamente.

En Colombia especialmente en los últimos cinco años, el impacto más espectacular que ha tenido el servicio de residuos sólidos, ha sido el proceso de privatización o concesión de la operación de los mismos, como parte de un proceso más amplio que está ocurriendo en todos los países de la Región.

En la tabla No. 11, se relaciona la producción de RSD per cápita en las ciudades colombianas con producción significativa, la fuente de esta información es la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Tabla 11 - Producción Per Cápita de RSD en algunas ciudades Colombianas

No.	Ciudad	Departamento	Habitantes	Ppc
1	Bogotá	Cundinamarca	5.698.566	0,74
2	Medellín	Antioquia	1.484.757	0,65
3	Barranquilla	Atlántico	1.000.283	0,92
4	Cali	Valle del cauca	1.812.876	0,77
5	Cartagena	Bolívar	576.307	0,93
6	Santa marta	Magdalena	210.915	1,1

No.	Ciudad	Departamento	Habitantes	Ppc
7	Palmira	Valle del cauca	189.483	0,63
8	Jamundí	Valle del cauca	101.550	0,44
9	Buenaventura	Valle del cauca	187.000	0,96
10	Floridablanca	Santander	195.000	0,45
11	Riohacha	Guajira	79.618	1
12	Buga	Valle del cauca	87.500	0,91
13	Aracataca	Magdalena	16.023	0,35
14	El banco	Magdalena	33.515	0,4
15	Caicedonia	Valle del cauca	27.337	0,34
16	Calima	Valle del cauca	7.194	0,95
17	Candelaria	Valle del cauca	15.789	0,45
18	Líbano	Tolima	29.000	0,55
19	Manatí	Atlántico	6.724	0,3
20	Juan de acosta	Atlántico	6.724	0,3
21	Aguazul	Casanare	7.073	0,53
22	Madrid	Cundinamarca	36.000	0,22
23	Mosquera	Cundinamarca	20.000	1
24	La meza	Cundinamarca	21.278	0,65
25	Ginebra	Valle del cauca	14.461	0,47
26	Cerro san Antonio	Magdalena	9.446	0,3
27	San zeñon	Magdalena	2.010	0,3

Fuente: [Organización Panamericana de la Salud]

Los factores limitantes tales como la explosión demográfica, la cantidad cada vez mayor de residuos que genera la sociedad, la crisis económica que ha obligado a reducir el gasto público y a mantener tarifas bajas (las tarifas pagadas por los usuarios no cubren el 50% de los costos operacionales; el aseo urbano puede consumir de 15% al 20% del presupuesto municipal²⁰), la debilidad institucional y la falta de educación sanitaria y participación comunitaria han conducido a esta situación de manejo escaso e inadecuado de los residuos sólidos municipales que aflige a toda la Región.

A diferencia de otros servicios públicos urbanos como la electricidad, los servicios de telefonía y de agua potable, el servicio de limpieza pública (recolección, transporte y disposición final de Residuos Sólidos Domésticos (RSD) no es cobrado de acuerdo con la cantidad que genera el usuario, puesto que su recolección se realiza en forma indistinta, por cuadras y sin medir la cantidad ni la peligrosidad para su respectivo tratamiento. Por ello sigue siendo necesario determinar la cantidad de residuos que los hogares generan para aplicar tarifas compatibles con el Principio: “el que contamina paga” y un sistema de pago por el servicio con equidad; ello permitiría el cobro ideal por el servicio de acuerdo con la cantidad generada, al mismo tiempo incentivaría a la clasificación de minimización de RSD por parte de los productores y consumidores de bienes y servicios en la ciudad, lo que se denomina el Principio de Prevención o separación en la fuente.

3.3 ESTUDIO DEL ENTORNO ESPECÍFICO

Barrancabermeja está ubicada en el departamento de Santander, es el principal centro petroquímico del país, se encuentra ubicada a orillas del río Magdalena que es la más importante arteria fluvial de Colombia y se localiza aproximadamente a

²⁰ CANTANHEDE, Alvaro. Manejo de Residuos Sólidos Domésticos. CEPIS, 2007.

535 kilómetros al norte de Bogotá, a una altura de 75 m y presenta una temperatura media de 28 °C. Dista de Bucaramanga, la capital departamental, 163 km.

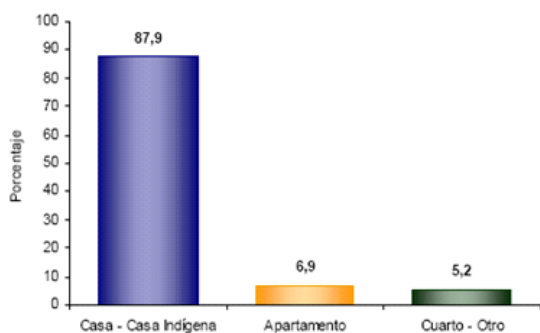
Barrancabermeja limita al norte con los municipios de Puerto Wilches, Sabana de Torres y Girón, al oriente con San Vicente de Chucurí y Betulia; por el Sur con San Vicente de Chucurí, Puerto Parra, Simacota y al occidente con el municipio de Yondó (Antioquia) y con el río Magdalena que sirve de límite natural con el departamento de Antioquia.

La extensión territorial del municipio se encuentra dividida en seis (6) corregimientos: El Llanito, el Centro, la Fortuna, meseta San Rafael, San Rafael de Chucurí y Ciénaga del Opón, los cuales ocupan una extensión de 1.313,84 Km², que equivalen al 97.48% del área total del municipio.

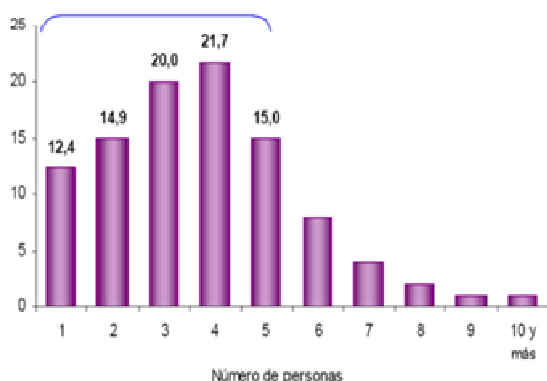
La población existía antes de la conquista española con el nombre de La Tora, descubierta por Gonzalo Jiménez de Quesada en el año de 1536, y se le otorgó el nombre de Barrancas Coloradas para luego tomar el de Barrancabermeja. El poblado se elevó a la categoría de municipio en 1922. Su economía gira en torno a la explotación-refinación del petróleo y una diversificada industria petroquímica; además, la ganadería extensiva ha cobrado fuerza. La ubicación geográfica de la ciudad de Barrancabermeja en la ribera del río Magdalena y con las ciénagas de Miramar, San Silvestre y Del Castillo, dentro de la ciudad, se constituye en un factor de amenaza importante. Se han registrado problemas cuando el nivel del río supera la cota de aguas máximas afectando algunos barrios del municipio.

Según el DANE (2009) la Población de Barrancabermeja total es de 390.058 personas, en el Grafico 3.7, se presentan algunas características del entorno a considerar para nuestro proyecto:

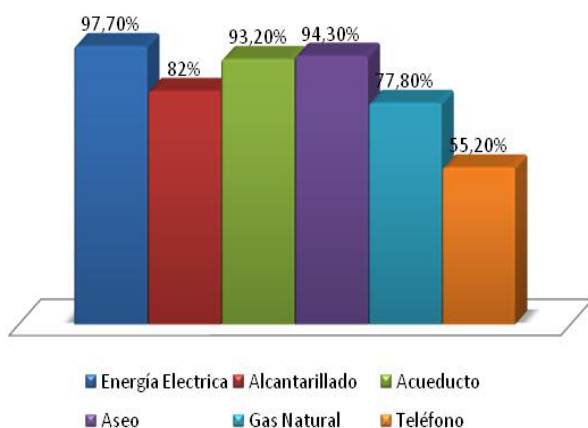
Gráfico 11 – Características del entorno Barramejo



El 87,9% de las viviendas de Barrancabermeja son casa, el 6,9% son apartamentos y el 5,2% son cuartos u otros.

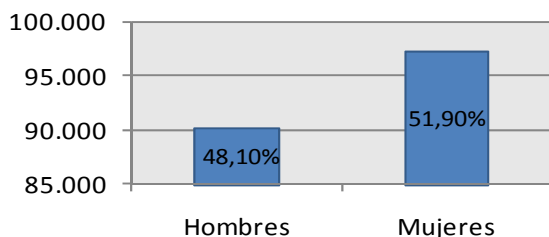


Hogares según el Número de personas: Aproximadamente el 69,0% de los hogares en Barrancabermeja tiene 4 o menos personas.



Servicios con que cuenta la Vivienda en Barrancabermeja: El 97,7% de las viviendas tiene conexión a energía eléctrica, el 82,0% de las viviendas cuenta con servicio de alcantarillado, el 93,2% cuenta con acueducto, el 94,3 cuenta con servicio de Aseo, el 77,8% cuenta con Gas Natural y el 55,2% cuenta con servicio telefónico.

Población por Sexo



Del total de la población Barrameja el 48,1% son Hombres y el 51,9% son mujeres.

Fuente: [Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE Colombia]

3.3.1 Sistema actual de recolección de RSD

El proceso de aseo de la ciudad significa un gran gasto para el Municipio. Este debe coordinarse con los elementos que tiene para lograr recolectar todos los desperdicios que se generan en las 47.515 (aprox.) viviendas de la zona.

Respecto a los ciudadanos, éstos no siempre actúan de la manera esperada, es decir, no cumplen con algunos decretos municipales. Los mayores problemas en este aspecto son los siguientes:

- Los usuarios depositan residuos en días y horarios inadecuados.
- Los habitantes no cumplen con mantener permanentemente aseadas las aceras del frente de sus predios ni los espacios de tierra reservados a jardines, responsabilidad que concierne a ellos.
- En la atención por contenedores, los usuarios no cumplen con tirar en bolsas plásticas los residuos, además de depositar residuos voluminosos. En este último caso, dificulta el retiro poniendo en peligro los mecanismos de extracción de los camiones y a los propios contenedores.

En cuanto al Reciclaje como negocio se han detectado los siguientes aspectos:

- Baja importancia de la actividad de reciclaje en la gestión de los residuos sólidos
- Baja rentabilidad del negocio en las actuales condiciones
- Baja capacidad administrativa de los grupos organizados de recicladores.

- Bajos volúmenes de material recuperado del relleno sanitario La Esmeralda, debido a que las cooperativas están recolectando aproximadamente un 5% del material potencialmente aprovechable.
- No existe visión de expansión para venta a grandes compradores de material reciclado puesto que está popularizada la intermediación

A nivel local no existen regulaciones que obligue a las empresas generadoras de RSD para el aprovechamiento, reciclaje o campañas que permitan concientizar a la comunidad

3.3.2 Residuos sólidos domésticos RSD

Estos residuos son generados en viviendas particulares, locales comerciales y oficinas. Constan de desperdicios orgánicos (restos de comida, vegetales, etc.), papeles, cartones, vidrios, plásticos y elementos de aluminio u otro metal.

Los desperdicios domiciliarios se generan diariamente a razón de 0,53 Kg por persona, por lo que, teniendo un estimado de 390.053 habitantes en la zona, y teniendo en cuenta que solo el 73% de la población cuenta con el servicio de recolección, se producen diariamente un aproximado de 150.911 kilos de RSD.

3.3.3 Tarifas de retiro del sistema actual de RSD

Barrancabermeja actualmente cuenta con el servicio de recolección de RSD suministrado por la Empresa REDIBA S.A E.S.P, la cual tiene como objeto social la prestación del servicio público domiciliario de aseo, dedicado principalmente al barrido de vías y áreas públicas; recolección y transporte de residuos sólidos residenciales, comerciales e industriales hasta el sitio de disposición final; recolección de escombros, residuos vegetales e inservibles. Estos servicios se ejecutan bajo la modalidad de prestación directa en el Municipio de

Barrancabermeja desde el año 2002. REDIBA se caracteriza por ser una Empresa comprometida y dedicada a la preservación de un ambiente sano y saludable, con un equipo humano de más de 283 colaboradores que trabajan permanentemente por el embellecimiento de las ciudades en las que operan.

Tabla 12 - Tarifas de Diciembre de 2009 de la ciudad de Barrancabermeja

Resumen TDi y tarifas usuarios no aforados								
Suscriptores sin aforo (\$/suscriptor)								
Estrato - uso	TDi	TBLi	TRTi	TTEi	TDTi	TFRi	Subs/Aporte	Tarifa Dic 2009
Estrato 1	0,079	2.846	5.244	0	0	1.480	-6.699	2.871
Estrato 2	0,079	2.846	5.244	0	0	1.480	-3.828	5.742
Estrato 3	0,079	2.846	5.244	0	0	1.480	-1.435	8.135
Estrato 4	0,083	2.846	5.505	0	0	1.500	0	9.851
Estrato 5	0,091	2.846	5.977	0	0	1.535	3.107	13.465
Oficial	0,128	2.846	8.333	0	0	1.711	0	12.891
Pequeño Productor	0,26	2.846	16.607	0	0	2.332	4.357	26.142
Gran Productor 1 - 6 m3	0,78	2.846	49.335	0	0	4.787	11.393	68.362

Fuente: REDIBA S.A.

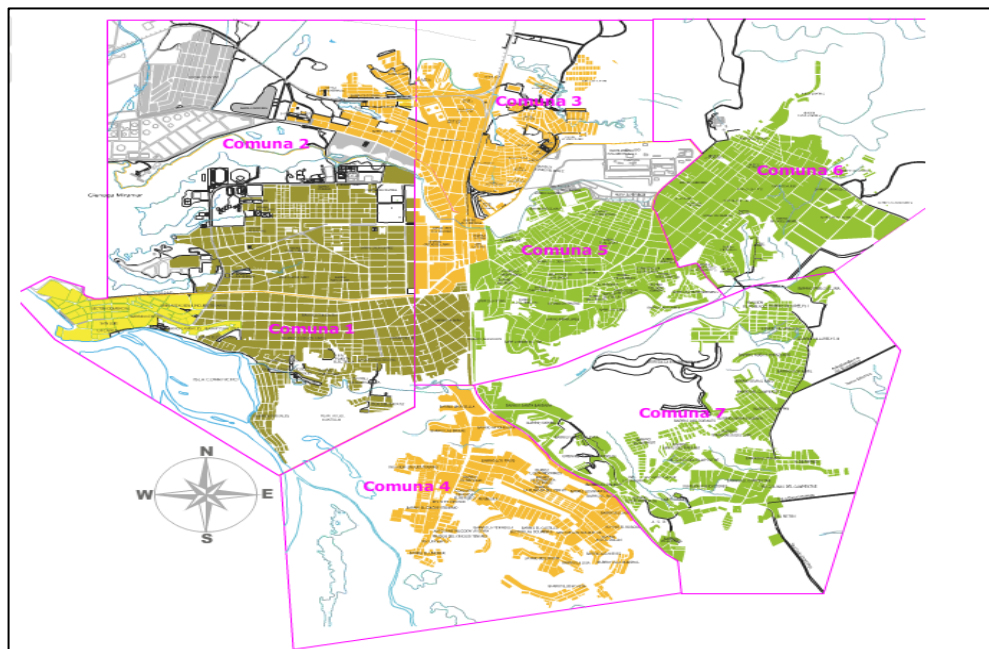
Sus principales actividades son:

1. Recolección y transporte: Recolección y retiro de los objetos, materiales, sustancias o elementos sólidos resultantes del consumo ó uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales ó de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega hasta el sitio de disposición final.

2. Barrido y limpieza manual: Mediante el uso de fuerza humana y elementos manuales, llevan a cabo el barrido de las vías públicas para que queden libres de papeles, hojas, arenilla acumulada en los bordes del andén y de cualquier otro objeto ó material susceptible de ser removido manualmente.
3. Servicios Especiales: Prestan servicios especiales de conformidad con el Decreto 1713 de 2002 artículo 1, los cuales son:
 - Recolección y transporte de escombros.
 - Recolección y transporte de material vegetal, debidamente empacado.
 - Recolección y transporte de inservibles
 - Barrido interno
 - Frecuencias adicionales de recolección ó barrido
 - Corte de césped y poda de cercas vivas

A continuación se muestra el mapa de subdivisión del Municipio de Barrancabermeja por comunas para ilustrar el servicio de recolección.

Gráfico 12 - Subdivisión del municipio de Barrancabermeja



Fuente: Secretaria de Planeación Municipal de Barrancabermeja

Se divide en Siete (7) Comunas urbanas y Seis (6) Comunas rurales así:

- Comuna 1 (sector comercial),
- Comuna 2 (sector residencial - villa deportiva y algo de comercio),
- Comuna 3 (sector residencial y parte de la zona industrial),
- Comuna 4 (suburbios),
- Comuna 5 (sector residencial y parte de la zona industrial),
- Comuna 6 (suburbios),
- Comuna 7 (suburbios),
- Comuna 8 - Corregimiento el Centro,
- Comuna 9 - Corregimiento la fortuna,
- Comuna 10 - Corregimiento Ciénaga del Opón,
- Comuna 11 - Corregimiento Meseta de San Rafael,
- Comuna 12 - corregimiento el llanito,
- Comuna 13 - Corregimiento San Rafael de Chucuri.

Para nuestro estudio las primeras siete comunas (urbanas) son las de interés pues son las que tienen el mayor porcentaje de producción de residuos sólidos domésticos (RSD) aunque no se descarta que en un futuro sea necesario la aplicación a las otras comunas según la expansión de la población y producción de RSD en dichas comunas.

4. Rivalidad de la empresa

Actualmente existen Once (11) cooperativas de reciclaje en el municipio, conformadas por 146 Asociados activos, quienes a pesar de los inconvenientes de sostenibilidad presentados en cada una de las organizaciones derivados del poco apoyo que actualmente reciben por parte de las instituciones competentes, conservan un gran interés y entusiasmo en cuanto a la visión progresista de tener en el reciclaje un medio formal de subsistencia. Solo dos cooperativas, Reciclar y Oro Negro, han logrado consolidar pequeñamente una infraestructura constituida

por bodega, maquinaria de transporte, embalaje, y equipos de oficina. La Tabla No. 13 perfila las características más generales de la infraestructura física de las organizaciones, información que debe complementarse con los Estados Financieros para contar con una visión más completa sobre la situación económica y financiera de las mismas, en la Tabla No. 13 se muestran las cooperativas.

Tabla 13 - Empresas Recicladoras de Barrancabermeja

Organización	Infraestructura	Equipo de transporte	Maquinaria-Equipos
ORO NEGRO	Bodega en arriendo	Camioneta, carretas	Prensa, herramienta menor, carretas, Equipos de computo, impresora, fax
MUCAF	No centro de acopio	Carretas	Archivo, podadora manual, Herramienta menor
JUAN ESTEBAN	Casa, no centro de acopio		Archivador, vitrina lateral, telefax, TV. Computador tablero acrílico, VHS,
REDECOL	Pequeño centro de acopio en arriendo, no cubierto y sin piso	Carretas	Bascula
SERVIMIRS	No centro de acopio	Carretas	Bascula
SIGLO XXI	Centro de acopio en arriendo	Carretas	Peso, bascula, guadañas
RECICLAR	Centro de acopio en arriendo	Carretas	Bascula, prensadora, carretas, computador
ASORBANUE	No centro de acopio	No cuentan con equipos	Bascula
ASORRECIBA	No centro de acopio	No cuentan con equipos	Bascula
COOTRASBIOABONO	No centro de acopio	Triciclos recolección, carretas	Picadora - herramientas menores
CIDER	Casa, no centro de	Triciclos	Bascula, prensadora,

Organización	Infraestructura	Equipo de transporte	Maquinaria-Equipos
	acopio	recolección, carretas	carretas, Equipos de Computo

Fuente: Superintendencia de Economía Solidaria - Autores.

3.3.4 Clasificación del sector económico

Según la clasificación del Banco de la República de Colombia el proyecto se enmarca en el Sector Secundario puesto que en este se encuentran las actividades que utilizan recursos provenientes de procesos anteriores ya sean manufactureras o industriales.

3.3.5 Clasificación CIIU

Sección O Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales.

División 90 Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares.

900 9000 Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares.

3.3.6 Aspectos culturales

Un factor muy importante que se debe señalar por la naturaleza de nuestro estudio de prefactibilidad, es la escasa cultura de la separación en la fuente por parte de la población Barrameja, esto debido a la poca capacitación y campañas que fomenten la cultura del reciclaje directamente en los hogares, establecimientos de comercio, entidades oficiales del Municipio, etc.

Existe gran interés y entusiasmo frente al tema del reciclaje, a pesar de ser un municipio donde su cultura laboral gira en torno a la Refinería, la estrategia de la localización del proyecto apunta a que los habitantes de sectores aledaños tengan

visión progresista de tener en el reciclaje un medio legal de subsistencia que brinde bienestar económico y social.

La cultura empresarial local presenta Ineficiencia en el manejo contable y financiero de la empresa, puesto que no poseen soportes que respalden las transacciones empresariales como Balances Generales, Estados de resultados y demás estados financieros, se detecta falta de organización y/o sistematización de sus procesos productivos, bajo respaldo legal para los empleados, en cuanto a afiliaciones a riesgos profesionales, salud y pensión.

Las organizaciones existentes en el Municipio, no han logrado alinearse con el tema de la comercialización en red, sobre todo las pequeñas empresas asociativas de trabajo - EAT y/o Cooperativas, utilizando intermediarios que no permiten maximizar las utilidades netas del negocio.

No existen empresas privadas o públicas encargadas del proceso de recolección o aprovechamiento del material reciclable, delegando esta tarea únicamente a las cooperativas de recicladores o a los recicladores informales.

3.3.7 Grupos estratégicos y barreras de movilidad

En el estudio de Mercados se presenta un análisis detallado de las Fuerzas de Porter.

3.3.8 Economías de escala

Establecer los mínimos de consumo anuales para contemplar la posibilidad de realizar una sola compra para no solamente obtener mejores precios sino también obtener independencia de los proveedores de la materia prima.

3.3.9 Diferenciación del producto

Para el área de servicios se propone establecer diferenciación a través de tecnología que permita mejorar los esquemas de producción.

3.3.10 inversiones de capital

Las inversiones de capital entendidas como la reinversión equilibrada de los excedentes de los ejercicios contables, en la realización de programas que apunten al cumplimiento de la política de responsabilidad Social de la empresa como por ejemplo:

- Entrenamiento en HSE para los recicladores.
- Programas de educación para los trabajadores y sus familias.
- Programas de educación ambiental para la comunidad en general.

3.3.11 Acceso a los canales de distribución

Usar los canales de distribución existentes tales como: participación en eventos tecnológicos regionales y establecer campañas de mercadeo personalizada.

3.3.12 Política gubernamental

Como punto de referencia e inicio se tiene la obligatoriedad que tienen los municipios de generar los PGIRS a través del Decreto 1713 de 2002 y de la necesidad urgente que tiene el municipio de Barrancabermeja de implementar su PGIRS. Igualmente la legislación tributaria favorece a la empresa si se cumplen algunos requisitos excepcionales.

4. ESTUDIO DEL MERCADO

El presente capítulo abarca el análisis de la oferta, demanda, análisis de precios, proyecciones del mercado y canales de distribución de los materiales recuperados con el fin de determinar la cantidad de material recuperado que se puede ofrecer en el mercado, identificar las empresas dispuestas a adquirir estos materiales, y determinar el precio de venta con base en las condiciones del mercado.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL RECICLAJE EN COLOMBIA

El reciclaje en Colombia ha venido ganando aceptación y popularidad como una actividad económica en la cual individuos y sociedades tratan de hacer un uso más eficiente de los recursos, disminuir la cantidad de residuos que necesitan disposición final en rellenos sanitarios y reducir el impacto ambiental negativo de las actividades productivas y de consumo.

Colombia ha desarrollado buenas prácticas a favor del reciclaje gracias a los esfuerzos de fundaciones y organismos privados, que sin ninguna reglamentación clara y sólo con un amplio sentido social han surgido entre la comunidad bajo la modalidad de cooperativas; mejorando la calidad de vida y contribuyendo de manera eficiente al proceso productivo del país mediante la generación de empleo.

No obstante, en la práctica del reciclaje se evidencia en gran medida el reciclaje informal, que es aquel que se hace sin ningún tipo de regulación estatal y que hoy tiene una amplia participación en el país. Se calcula que alrededor de 50.000 familias en el país se benefician de él.

El reciclaje informal por lo general es llevado a cabo por individuos indigentes, que con pocos incentivos económicos y sociales para mejorar su situación se ven obligados a vincularse ellos mismos y a su grupo familiar en este tipo de actividades, debido al alto nivel de desempleo, altos índices de pobreza y la falta de programas de seguridad social para la población más pobre y desempleada.

4.2 DENSIDAD DE LOS RSD

El cálculo del volumen medio de recolección en origen hasta los dispositivos de almacenamiento para su transferencia o para su tratamiento, debe tener en cuenta: la clase de basuras, su densidad y su capacidad de compresión por los medios utilizados habitualmente.

Los sistemas mecánicos de transporte con cajas compactadoras o de traspase mediante contenedores de compactación estacionaria, permiten incrementar sensiblemente la densidad de los residuos transportados y de esta forma optimizar los costos derivados de esta operación debido a que aumenta la relación ton/Km. (peso transportado por kilómetro recorrido). Conviene obtener una buena relación, especialmente en los grandes centros urbanos, como es el caso de Viña del Mar, que exigen por ley la disposición final de los residuos a distancias de 15 Km. o más. Pero, con el aumento de la capacidad de compactación aumenta la fragilidad de los elementos mecánicos, en especial debido a las averías que pueden ocasionar algunos residuos que se presentan en las basuras, como por ejemplo, rodamientos, piezas metálicas, botellas, entre otros.

La densidad, según el autor George Tchobanoglous²¹, en origen varía desde 80 Kg/m³ hasta 250 Kg/m³ en contenedores domiciliarios o públicos, para pasar a 400 Kg/m³ en una caja compactadora de un camión convencional, hasta llegar a vertedero donde se puede alcanzar entre 500 y 1000 Kg/m³. Con esto, es posible determinar de mejor forma los sistemas de transporte y compactación que se

²¹ Tchobanoglous, George et al. **Gestión Integral de Residuos Sólidos**. España: McGraw Hill, 1994.

ajusten de mejor forma a los costos que se requiere asumir para una planta de transferencia con recuperación de residuos.

La densidad típica de los componentes de los residuos sólidos urbanos se muestra a continuación en la tabla No.14

Tabla 14– Densidad típica de los componentes de los RSD.

Componente	Rango (Kg/m3)	Valor típico (Kg/m3)
Restos de comida	131-481	291
Restos de Jardín	59-225	101
Papel	42-131	89
Plásticos	42-131	65
Textiles	42-101	65
Goma	101-202	131
Cuero	101-261	160
Madera	131-320	237
Vidrio	160-481	196
Hojalata	50-160	89
Aluminio	65-240	160
Metal	131-1151	320
Cenizas	320-1000	481

Fuente: [Tchobanoglous, George et al. Gestión Integral de Residuos Sólidos. España: McGraw Hill, 1994]

4.3 HUMEDAD DE LOS RSD

En las operaciones de recolección, transporte y tratamiento, la humedad es un factor que ocasiona serios problemas. En general, las basuras producidas en los países de América Latina, como consecuencia de los hábitos de consumo alimenticio de productos vegetales poco elaborados, contienen un alto porcentaje

en restos orgánicos, lo cual confiere a sus RSD la cualidad de poseer un elevado porcentaje de agua²²

Cuando la humedad es acompañada por un bajo contenido de papel, cartón, textiles y otros capaces de absorber una parte de la humedad, tales residuos son de laborioso manejo, debido a su rápida fermentación. Esta fermentación se produce tanto por las características propias del residuo, como por la acción del compactador que hace fluir cantidades importantes de materias líquidas, las cuales mezcladas a los azúcares, grasas, almidón, etc., presentes en los residuos orgánicos, facilitan todavía más el inicio de los procesos de fermentación.

Este concepto debe ser tratado para disminuir la posibilidad de que el material que es susceptible de ser reciclado sea afectado por la humedad presente y los componentes de los residuos orgánicos antes de ser separado.

4.4 PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE RSD

Según estudios realizados por diversos organismos, entre ellos el Grupo de Investigación en Ingeniería Ambiental-**GIIAUD** de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, se estima que la producción promedio diaria por persona (PPC) de RSD está determinada por el estrato social.

La producción per cápita, PPC, se define como la cantidad generada de residuos por un habitante por día ($\text{Kg}/[\text{habitante} \cdot \text{día}]$). Los métodos utilizados para estimar la PPC (número de cargas, peso-volumen y balance de masas) tienen en cuenta la cantidad de residuos generados por día y el número de habitantes del área en estudio. Se han establecido valores típicos de PPC para Colombia (ver tabla No. 15); éstos pueden ser empleados cuando no se cuenta con la información necesaria para su determinación.

²² Tchobanoglous, George et al. **Gestión Integral de Residuos Sólidos**. España: McGraw Hill, 1994

Tabla 15 - Valores típicos de PPC (Kg/[habitante*día]) para municipios colombianos

Nivel de complejidad	Valor mínimo	Valor Máximo	Valor promedio
Bajo	0.30	0.75	0.45
Medio	0.30	0.95	0.45
Medio alto	0.30	1.00	0.53
Alto	0.44	1.10	0.79

Fuente: [GIIAUD]

En la tabla No.16 se presentan los resultados del estudio realizado, donde se puede observar la influencia del estrato socioeconómico en la PPC de una localidad.

Tabla 16 - Valores de PPC según el estrato socioeconómico.

Estrato	PPC (Kg/[habitante*día])
1-2	0.40
3-4	0.60
5-6	1.10

Fuente: [GIIAUD]

Con lo anterior, se puede afirmar que la producción de residuos está íntimamente ligada al crecimiento de la población.

Considerando que los hábitos de consumo no varían bruscamente y, más bien, se mantienen constantes o su variación es mínima, la economía del país se muestra equilibrada en los últimos años y se ha estimado que no habrá cambios fuertes en ello, se presenta en la tabla No. 18 una proyección de la generación de RSD en el municipio de Barrancabermeja en función de la producción promedio diaria por persona y el crecimiento de la población estimado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Los datos utilizados para la proyección se muestran en la tabla No. 17

Tabla 17 - Datos utilizados para la proyección

Tasa de crecimiento poblacional	1,09%
Producción <i>per cápita</i> en Kg/habitante/diaria	0,53
Nº de Habitantes año 2010	390,053

Fuente: [Elaboración propia]

La proyección se define para un horizonte de 15 años, puesto que ésta es la cantidad de años que normalmente se destinan para una evaluación de una planta de Recuperación de RSD y teniendo en cuenta un valor del PPC 0,53 de la tabla No. 17 la siguiente es la proyección de RSD para la ciudad de Barrancabermeja.

Tabla 18 - Proyección de generación de RSD totales para Barrancabermeja para 15 años

Año	PPC en Kg/hab/diaria	No. Habitantes	Producción media diaria (ton/día)	Producción media Anual (ton/año)
2010	0,53	390.053	150,91	54.328,14
2011	0,54	394.305	211,26	76.053,36
2012	0,54	398.602	215,89	77.720,36
2013	0,55	402.947	220,62	79.423,89
2014	0,55	407.339	225,46	81.164,77
2015	0,56	411.779	230,40	82.943,81
2016	0,57	416.268	235,45	84.761,84
2017	0,57	420.805	240,61	86.619,71
2018	0,58	425.392	245,88	88.518,31
2019	0,58	430.029	251,27	90.458,53
2020	0,59	434.716	256,78	92.441,27
2021	0,60	439.454	262,41	94.467,48
2022	0,60	444.244	268,16	96.538,09
2023	0,61	449.087	274,04	98.654,09
2024	0,62	453.982	280,05	100.816,47
2025	0,62	458.930	286,18	103.026,25

Fuente: [Elaboración propia]

4.5 COMPOSICIÓN DE RSD EN BARRANCABERMEJA

El conocimiento de la composición de los residuos sólidos urbanos tiene importancia para la toma de decisiones en la elección de cualquier sistema de recolección y tratamiento de ellos.

En general, la composición de las basuras es función de:

- Sectores geográficos.
- Época de producción de residuos.
- El estrato socioeconómico de la población
- Los hábitos de consumo de la población.
- El tipo de producción agraria.
- La estructura económica del país.

Para efectos del presente estudio, se tomará en cuenta los estratos socioeconómicos ya que los demás factores son comunes para el municipio, en otras palabras, los hábitos de consumo de los usuarios de cada segmento socioeconómico, el sector geográfico, el tipo de producción agraria y la economía del país no tendrá variación que afecten considerablemente la composición de los residuos generados, afectando sólo a la producción total de residuos generada en Barrancabermeja.

Considerando una estratificación socioeconómica se presenta la tabla No. 19, donde se especifica la composición de los RSD (Para los componentes objeto de estudio) en la ciudad de Barrancabermeja para cada segmento según el Departamento Nacional de Estadística DANE

Tabla 19 - Composición media de los RSD en la ciudad de Barranca por estrato socioeconómico.

	Papel/Cartón	Plástico	Vidrio
Bajo	4,50%	3,30%	1,20%
Medio	6,78%	5,90%	4,44%
Alto	7,70%	6,36%	5,70%

Fuente: [DANE]

Un aspecto muy importante, derivado de la especial calidad de cada tipo de residuo sólido urbano, es el de permitir analizar la capacidad y operatividad de los diferentes sistemas que puedan elegirse para su manejo. A tal efecto, se describirá los principales aspectos de interés: La densidad de los residuos y su humedad.

4.6 DETERMINACIÓN DE FLUJOS DE ENTRADA A LA PLANTA

Para determinar los flujos de RSD que ingresarán a la planta, se tomará en cuenta la composición de residuos que genera cada estrato social (tabla No. 19), la población de cada estrato según Departamento Administrativo Nacional de Estadística y la producción total de basura generada en Barrancabermeja.

La tabla No. 20 muestra el porcentaje de población de cada estrato social en Barranca

Tabla 20 - Porcentaje de Población por estrato social

Bajo	36%
Medio	54%
Alto	10%

Fuente: [Elaboración propia]

Al multiplicar cada porcentaje de población por la cantidad total de habitantes de Barrancabermeja (390.053 Habitantes) se obtiene la cantidad de habitantes por cada estrato socioeconómico. Con este dato podemos calcular la producción total media de RSD generado por cada estrato social al multiplicarlo por la producción per cápita anual (ver tabla No. 18). La producción de residuos por estrato social se muestra en la tabla No. 21

Tabla 21 - Producción Media de RSD por estrato social

Estrato Social	No. Habitantes	Tasa de Producción (ton/año)	Producción media diaria (ton/día)	Producción media Anual (ton/año)
Bajo	140.419	0,53	54,33	19.558
Medio	210.629	0,53	81,49	29.337
Alto	39.005	0,53	15,09	5.433
Total	390.053		150,91	54.328

Fuente: [Elaboración propia]

A partir de la producción total anual media de RSD de cada estrato socioeconómico y la composición de los residuos generados por cada uno de ellos mostrados en la tabla No.19 se obtiene la producción media anual de cada compuesto del residuo para cada estrato analizado. Las tablas No. 22, No. 23 y No. 24 muestran esta información para los estratos socioeconómicos Bajo, medio y Alto respectivamente.

Tabla 22 – Producción de cada compuesto de RSD del estrato social bajo.

Tipo de Residuo	% Peso Total	Producción media Anual (ton/año)
Papel/Cartón	4,50%	880,1
Plástico	3,30%	645,4
Vidrio	1,20%	234,7

Fuente: [Elaboración propia]

Tabla 23 – Producción de cada compuesto de RSD del estrato social Medio.

Tipo de Residuo	% Peso Total	Producción media Anual (ton/año)
Papel/Cartón	6,78%	1.989,1
Plástico	5,90%	1.730,9
Vidrio	4,44%	1.302,6

Fuente: [Elaboración propia]

Tabla 24 – Producción de cada compuesto de RSD del estrato social alto.

Tipo de Residuo	% Peso Total	Producción media Anual (ton/año)
Papel/Cartón	7,70%	418,3
Plástico	6,36%	345,5
Vidrio	5,70%	309,7

Fuente: [Elaboración propia]

Con lo anterior podemos obtener la producción media total anual de cada compuesto del RSD generado en Barrancabermeja. Para ello simplemente se suman los totales de cada tipo de RSD de cada estrato social analizado. La tabla No. 25 muestra estos totales.

Tabla 25 – Producción de cada compuesto de RSD.

Total 2010	Papel/Cartón	Plástico	Vidrio
Ton/Año	3.287,5	2.721,8	1.846,9

Fuente: [Elaboración propia]

Por otra parte, es necesario realizar una proyección, para el mismo horizonte de tiempo analizado anteriormente en los flujos de RSD totales, de los flujos de cada compuesto presente. Esto con el fin de estimar, en forma aproximada, los posibles flujos de entrada que tendrá la planta en los años venideros. La metodología para

realizar dicha proyección es similar a la usada anteriormente. La tabla No. 26 muestra la proyección mencionada.

Tabla 26 – Proyección de la generación de cada compuesto para 15 años.

Año	Papel/Cartón (ton/año)	Plástico (ton/año)	Vidrio (ton/año)	TOTAL (ton/año)	TOTAL (ton/día)
2010	4.503,4	3.728,5	2.530,1	10.762,0	30
2011	4.811,6	3.944,6	2.874,8	11.631,1	32
2012	4.917,1	4.031,10	2.937,83	11.886,0	33
2013	5.024,9	4.119,45	3.002,22	12.146,6	34
2014	5.135,0	4.209,75	3.068,03	12.412,8	34
2015	5.247,6	4.302,02	3.135,28	12.684,9	35
2016	5.362,6	4.396,31	3.204,00	12.962,9	36
2017	5.480,1	4.492,68	3.274,23	13.247,0	37
2018	5.600,3	4.591,15	3.345,99	13.537,4	38
2019	5.723,0	4.691,78	3.419,33	13.834,1	38
2020	5.848,5	4.794,62	3.494,28	14.137,4	39
2021	5.976,6	4.899,71	3.570,87	14.447,2	40
2022	6.107,6	5.007,11	3.649,14	14.763,9	41
2023	6.241,5	5.116,86	3.729,12	15.087,5	42
2024	6.378,3	5.229,01	3.810,86	15.418,2	43
2025	6.518,1	5.343,63	3.894,39	15.756,1	44

Fuente: [Elaboración propia]

Es importante señalar que esta proyección es de carácter referencial, ya que es muy probable que los porcentajes de generación de cada compuesto con respecto del total de residuos generados puede variar si se considera que la población está avanzando en cuanto a la educación ambiental se refiere, lo que conlleva a pensar que los flujos de materiales reciclables eventualmente pueden aumentar.

4.7 ELASTICIDAD DEL PRECIO DEL RECICLO

Como todo producto, el reciclaje se ve afectado ya sea positiva como negativamente por cambios en el mercado, nuevas tecnologías, variaciones en las

tendencias, surgimiento de nuevos productos, períodos de recesión, legislación, niveles de cesantía, entre muchos factores más. A continuación se analiza algunos de estos factores:

4.7.1 Productos sustitutos

Al actuar los elementos recuperados como materia prima se convierten en un producto sustituto de la materia prima virgen, lo que conlleva a que un cambio en una de ellas tiene repercusiones en la otra. Si el precio del material reciclado es más bajo que el de la materia prima virgen, atraerá a los productores hacia él, lo que repercutirá en los proveedores de materia prima virgen y en el valor de su producto. A su vez, si estos últimos comienzan a bajar sus precios hasta quedar por debajo del nivel del material reciclado, traerá como consecuencia cambios en la función de demanda de éstos.

4.7.2 Accesibilidad

Si bien el acceso a materias primas vírgenes es bueno en Colombia, favorecido por una amplia gama de recursos naturales, lo que le da una ventaja sobre el material reciclado, éste podría mejorar su accesibilidad de modo de poder competir de mejor forma con la materia prima virgen. Esta mejora traería consigo un aumento de las cantidades demandadas de material reciclado influenciando con ello el precio de ambos productos.

4.7.3 Legislación

Considerando la información disponible en el Ministerio del Medio Ambiente, el reciclaje se hace tanto para residuos orgánicos, (entendida como restos vegetales), como para inorgánicos, en las modalidades formal, de acuerdo con el tipo de organización que tengan los recicladores, ya que actualmente se sancionó la ley 1259 del 19 de Diciembre de 2008, la cual propone un comparendo ambiental para el inadecuado manejo de residuos sólidos y escombros, lo que

produce efectos positivos en el reciclaje ya que el mercado se activa con una mayor cantidad de oferentes y demandantes, aumentando las cantidades demandadas de los productos y disminuyendo los precios por efecto de las economías de escala.

4.7.4 Tendencias

Cada día las personas son más conscientes de los peligros que trae descuidar el medio ambiente y se sensibiliza en temas como la contaminación, deforestación, mal uso de recursos naturales, etc. Estos cambio de mentalidad pueden llegar a producir cambios en las tendencias de compra y hábitos de consumo, donde las personas preferirán productos, artículos y servicios que apoyen al cuidado del medio ambiente, es decir, que utilicen material reciclado, que sean lo menos contaminantes, que se puedan recuperar, entre otros aspectos. Este es lo denominado "Marketing Verde", el cual puede incentivar a las empresas a cambiar sus estrategias de producción.

4.7.5 Impuestos

Cuando el gobierno quiere incentivar el accionar o el desarrollo de alguna industria puede decretar beneficios tributarios a las empresas pertenecientes a ella. Esta acción hace más atractivos a los negocios de ese rubro, aumentando las empresas interesadas en participar en dicha industria.

4.7.6 Tecnologías

Descubrimientos o avances tecnológicos pueden afectar positivamente al reciclaje, ya que pueden mejorar los procesos de recuperación (separación, limpieza, etc.) y reciclado, aumentando de esta forma la eficiencia de ellos como la calidad del producto, por ejemplo.

4.7.7 Productos nuevos

El surgimiento de productos nuevos puede afectar negativa como positivamente a la industria de reciclado. Esto porque si los nuevos productos requieren sólo

materias primas vírgenes, harán perder terreno al material reciclado. En cambio, si el producto que se creó facilita el reciclaje ya sea por los materiales que utiliza, el diseño que tiene o la forma de usarlo, la industria tendrá más oportunidades y facilidades para recuperar materiales reciclables.

4.7.8 Normas de calidad ISO

Con los tratados de libre comercio firmados por Colombia, surge para los productos exportables colombianos nuevos clientes. Éste, llamado cliente ético, se preocupa de comprar productos que hayan sido fabricados en un acorde trato con el medio ambiente y los trabajadores. Debido a esto productos en que se utiliza material reciclado o que son factibles de reciclar tienen ventajas en estos nuevos mercados. Estos hechos conllevan efectos positivos para el reciclaje.

4.7.9 Cesantía

En épocas de altos niveles de desempleo las personas, en el afán de poder conseguir el dinero para subsistir, pueden comenzar a recuperar materiales de los RSD para con su venta obtener ingresos. Es así como surgieron los recicladores que se dan a la tarea de revisar en los basureros los residuos de las viviendas recorriendo día a día y buscando materiales que se puedan vender. Las instalaciones de recuperación de materiales, aunque pueden llegar a ser completamente automatizadas, por lo general sus procesos son manuales lo que requiere gran cantidad de personas trabajando. La creación de estas instalaciones puede beneficiarse de políticas de acción contra la cesantía ya que actualmente la ley 1259 del 19 de Diciembre de 2008 prohíbe las practicas mencionadas anteriormente y propone un nuevo enfoque o agrupación de dichos recicladores en plantas de transferencia como la planteada en este estudio de prefactibilidad.

4.7.10 Valor de la energía

Todas las empresas productivas usan algún tipo de energía para impulsar sus procesos productivos. Ya sea a través de electricidad suministrada por alguna empresa de distribución o por co-generación (propiedad de la empresa), carbón, petróleo, gas, etc. La energía cuesta dinero y se debe usar la que pueda proporcionar los requerimientos necesarios para la producción, que sea accesible y, por supuesto, al menor costo posible. Por este motivo el valor y accesibilidad de la energía es un punto que puede afectar el consumo de material reciclado. Esto debido a que en muchos casos la utilización de material recuperado para crear nuevos productos genera una demanda de energía más pequeña. Por ejemplo, fabricar una lata de aluminio para bebidas usando latas recuperadas se completa con un gasto energético de un 5% del consumo de energía que se tendría al crearla de materiales vírgenes; hacer una lata de acero con material reciclado conlleva un ahorro energético de un 75% respecto a hacer la misma tarea con materia prima virgen; producir botellas de vidrio tiene un gasto de energía menor si se hace desde vidrio recuperado que desde los minerales que lo componen. Todos estos ejemplos se fundamentan en el hecho de que fundir los minerales vírgenes requiere mayores temperaturas, por consiguiente mayor consumo energético, que fundir los productos recuperados como vidrio, aluminio y acero.

4.8 COMPARACIÓN ENTRE MATERIA PRIMA VIRGEN Y RECICLADA

En Colombia las organizaciones que recuperan materiales de los RSD son en su mayoría privadas. Más aún, las que utilizan el material reciclado en sus procesos productivos son en su totalidad empresas privadas. Por esto es que no se logró reunir información cuantitativa sobre los costos que tienen ellas al usar materias primas vírgenes o utilizar materia prima reciclada, ya que esto sería compartir información estratégica valiosa que puede ser usada por su competencia directa.

Para tener una idea de las diferencias existentes en la utilización de material reciclado y virgen compararemos éstas por el nivel de materiales necesarios para fabricar los productos finales. Sólo en unos pocos casos se agregará información cuantitativa de los precios basados en casos reales ocurridos en la década pasada en los EEUU.

4.8.1 Latas de aluminio

Separar estos elementos desde los RSD es fácil por lo que las empresas pueden acceder a las latas recuperadas de modo sencillo y en grandes cantidades. La gran diferencia que existe entre utilizar materia prima virgen (bauxita) y latas recuperadas es el gasto energético. Como la primera viene como mineral, se debe fundir y limpiar sus escorias para transformarlo en aluminio, en cambio las segundas ya lo son por lo que sólo se deben fundir y volver a moldear. Al ser el nivel de temperatura requerido para fundir la bauxita muy alto en comparación al necesario para llevar a cabo la misma acción en el aluminio recuperado, crear nuevas latas a partir de las recolectadas genera un ahorro energético de un 95% en el proceso productivo, es decir, la energía usada para producir una cantidad determinada de latas utilizando el aluminio recuperado consume sólo un 5% de la energía que se gastaría al realizar la misma cantidad de latas pero usando materia prima virgen. En la tabla No.27 se muestra una comparación entre los requerimientos de materia prima e insumos que se requieren para fabricar desde material virgen y desde material reciclado.

4.8.2 Plásticos tipo PET (Polietileno Tereftalato)

Aunque en Colombia no han existido muchas experiencias en el reciclaje de este tipo de polietileno, en otras partes del mundo su recuperación y reutilización está mucho más avanzada. En EEUU por ejemplo, se recicla este tipo de plástico con

una pureza de 99,9 %. Para obtener las características necesarias del plástico con respecto al producto final, se mezclan materiales reciclados con vírgenes. En ese país, si la botella usada tiene un valor de 13 centavos de dólar (alrededor de COP\$260) al ser comprada por la empresa que la reciclará, el precio de venta como materia prima del PET reciclado será aproximadamente la mitad del valor que tiene el PET virgen.

4.8.3 Vidrio

Como sus componentes principales (arena silícea blanca, sosa y caliza) y secundarias (cenizas vitrificadas, sulfato de sodio, entre otros) son abundantes y de fácil acceso para los productores se pensaría que reciclar vidrio no es factiblemente económico, no obstante el reciclado de vidrio tiene sus ventajas. La gran diferencia que existe entre usar materia prima virgen o reciclada es el ahorro energético ya que el vidrio se funde a menor temperatura que la que se requiere para fundir la materia prima virgen, con lo que se reduce el consumo de combustibles y, como consecuencia de la utilización de hornos a temperaturas menores a las que se usan con los componentes minerales se obtienen ahorros en su operación. Además, como los materiales para hacer el vidrio son inertes, 1 kilogramo de vidrio recuperado genera 1 kilogramo de vidrio reciclado, mientras que para crear 1 kilogramo de vidrio desde materia prima virgen se requiere aproximadamente 1,1 kilogramos de esta última. En la tabla No. 27 se muestra una comparación entre los requerimientos de materia prima e insumos que se requieren para fabricar desde material virgen y desde material reciclado.

4.8.4 Papel

Las empresas que utilizan papel reciclado lo hacen porque éste tiene una ventaja de costos sobre la materia prima virgen del papel, es decir, la celulosa de la madera. Esta ventaja es el rendimiento que tiene el papel viejo (recuperado), el cual es del orden del 90 %, mientras que el de la celulosa sólo alcanza un 50 %.

En la tabla No. 27 se muestra una comparación entre los requerimientos de materia prima e insumos que se requieren para fabricar desde material virgen y desde material reciclado.

Tabla 27 - Comparación entre materia prima virgen y reciclada

Material	Vidrio		Papel		Aluminio	
Estado	Nuevo	Reciclado	Nuevo	Reciclado	Nuevo	Reciclado
Materia prima 1	603 Kg de arena	0	17 árboles	0	5.000 Kg. de bauxita	0
Materia prima 2	196 Kg de cloruro de potasio	0	-	-	-	-
Materia prima 3	196 Kg de caliza	0	-	-	-	-
Materia prima 4	68 Kg de feldespato	0	-	-	-	-
Agua	-	50 % ahorro	440 litros	62 litros	-	-
Kilowatts	4.400	3.080	7.600	2.850	17.600	750
Petróleo	-	-	-	-	4 a 6 toneladas	muy poco
Contaminantes atmosféricos	18 kilogramos	14 kilos	42 Kg.	4 Kg.	-	-
Desechos sólidos	-	-	88 Kg.	-	-	-

Fuente [MAVDT]

4.8.5 Latas de hojalata

Estos elementos hechos de acero son fáciles de separar ya que, al ser metales, se puede utilizar métodos de separación magnética. Si se compara el acero reciclado con el acero primario (hecho de componentes vírgenes) se puede decir que por cada tonelada de latas de acero recicladas se ahorran 1.134 Kg. de mineral de

hierro, 453 Kg. de carbón y 18 Kg. de caliza, lo que significa una mejor preservación de los recursos naturales. Respecto al gasto energético, trabajar con latas de hojalata recuperadas ahorra un 75 % de la energía que se consume al realizar la labor con materias vírgenes.

4.8.6 Plásticos

Aunque se puede reciclar todos los tipos de plásticos, no todos tienen beneficios sobre el trabajo con plástico nuevo. Así como el Polietileno puede ser reciclado con un grado de pureza cercano al 99 %, otros pierden sus cualidades en el proceso por lo que se deben combinar para obtener el producto requerido. Esto hace que el manejo de algunos tipos de plásticos reciclados sea desventajoso frente a la creación de plástico nuevo. Otro factor negativo es que el plástico se va deteriorando en el tiempo y mientras más veces se recicla, el producto final va perdiendo calidad, lo que implica que tarde o temprano el plástico deberá ser desechado sin posibilidad de recuperarlo y llegará a un relleno sanitario o a una planta de incineración.

4.8.7 Neumáticos

Crear neumáticos nuevos es fácil y atractivo para las compañías debido a la accesibilidad que se tiene para obtener las materias primas necesarias. Por otro lado, al reciclar el caucho (materia prima) pierde muchas de sus propiedades lo que produce que su recuperación para ese objetivo no sea beneficioso. Sin embargo, el panorama cambia si los neumáticos recuperados son usados como combustible. En EEUU esta realidad es patente.

4.9 ANÁLISIS ESTRATÉGICO

Una planta de recuperación de RSD pertenece a la industria del reciclado. Como tal, se puede estudiar la composición de esta industria utilizando la teoría denominada "Las 5 Fuerzas de Porter", es decir, analizando el poder de negociación de los proveedores, los productos sustitutos, el poder de negociación de los clientes, la competencia y la amenaza de nuevos entrantes a esta industria. Posteriormente se estudiarán las barreras de entrada de este mercado para finalizar con un análisis FODA de la planta.

4.9.1 Análisis de fuerzas de Michael Porter

El concepto de las variantes estratégicas de Porter ayudan a precisar la posición del mercado del Proyecto y a determinar la capacidad de la planta, indicando el potencial y la infraestructura de producción necesarios²³

- **Proveedores**

Los principales proveedores de la planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Domésticos serán los habitantes de Barrancabermeja. Este hecho implica un punto de interés ya que la motivación de ellos va a influir directamente en las operaciones de la planta. Sea cual sea la modalidad de separación a utilizar (in situ, ex situ, mixta) los habitantes de esta ciudad serán los encargados de entregar su basura, la cual es la materia prima de la planta. El poder de negociación de los proveedores, por lo tanto, es alto debido a que ellos no tienen nada en juego, de todos modos van a entregar la basura a los camiones recolectores y la forma en que lo hagan (seleccionada, junta, semiseparada, etc.) es lo importante. Pueden exigir un valor alto de motivación a cambio de entregar seleccionados los desperdicios y las motivaciones se podrían traducir en cuotas de aseo más bajas,

²³ W BEHRENS, Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial. Viena :ONUDI, 1994

entrega de algún beneficio por participar en el programa, aumento de frecuencia de recogida de basura, entre otras.

Si la empresa propietaria de la planta de tratamiento logra concientizar a los habitantes de la zona y proyectar una imagen corporativa acorde con valores ecológicos va a lograr la participación de las personas y la motivación de ellos, pero traerá consigo costos por llevar a cabo la campaña de concientización, siendo dicha campaña realizada sólo al inicio de la operaciones o periódica en el tiempo. Todo esto debido a que, como los proveedores tienen un alto poder de negociación, se debe tratar de mantener lo mejor posible el trato con ellos, su motivación e incentivar su participación.

- **Clientes**

El poder de negociación de los clientes en este mercado es grande debido a que para reciclar se requiere maquinaria especial, las cuales no todas las empresas se encuentran en condiciones de adquirir, por lo que sólo algunas de ellas pueden ingresar a sus líneas de producción materia prima reciclada. Un ejemplo de esto se encuentra en los mercados de papel y cartón, donde unas pocas empresas tienen las máquinas necesarias para transformar el papel recuperado a pulpa para luego ingresarlo como materia prima reciclada a sus fábricas. Además, por legislación, aspectos técnicos y dificultades para separar los residuos, todavía el reciclado es costoso (en la mayoría de los materiales) por lo que los clientes pueden perfectamente dejar de utilizar material recuperado o reciclado y seguir usando materias primas vírgenes.

Lo anterior podría cambiar en el futuro si se empieza a enviar material reciclado o recuperado al extranjero como materia prima. Otros países exportan elementos recuperados, como por ejemplo EEUU, que exporta chatarra y papel hacia los mercados de Asia. Chile, por ser exportador de materias primas, puede abrir esta posibilidad a las empresas recolectoras del país, generando así mayores

posibilidades de comercializar materias recuperadas, disminuyendo el poder de negociación de los clientes nacionales.

- **Productos sustitutos**

El material reciclado es un competidor directo de la materia prima virgen, por consiguiente, esta última es su producto sustituto. Si se quiere aprovechar el potencial energético de los RSD como en el caso de la incineración de neumáticos y plásticos, así como la producción de biogás en rellenos sanitarios y en plantas de compostaje, sus productos sustitutos serían el carbón, los combustibles y el gas natural.

En el primer caso, es decir, que se reciclen los residuos para usarlos como materia prima, en algunos casos los materiales vírgenes tienen grandes ventajas como por ejemplo el caucho, las latas de hojalata y algunos plásticos, debido a que es necesario procesos complejos y costosos para reciclar dichos elementos o su combinación con materia prima virgen para que alcance los requerimientos necesarios para el producto. En otros, la ventaja la tienen los materiales reciclados ya que utilizan menor cantidad de insumos y energía, además de tener un fácil acceso a dichos elementos y procesos de producción simples. Este es el caso del aluminio, el vidrio y el papel.

Para el segundo caso, los niveles de producción de biogás no son muy altos, por lo que, por lo general, es usado para el consumo energético de la propia empresa o simplemente quemado. En el caso de la incineración, aunque el poder calorífico de algunos materiales es alto, la incineración de ellos trae consecuencias colaterales como es la contaminación del aire, por lo que usar carbón puede resultar más conveniente, no porque éste no contribuya a la polución del aire sino porque los efectos de este combustible son conocidos y es más fácil preparar medidas para controlar esos niveles de contaminación a través de filtros en chimeneas, tratamiento de gases, etc.

- **Empresas potenciales en el mercado**

La preocupación por las posibles entradas a la industria de empresas es de baja importancia, puesto que plantas de este tipo requieren de grandes inversiones, con vida útil de los proyectos de al menos 15 años lo que hace que no sea una industria de fácil acceso. Incluso es difícil imaginar que estaciones de este tipo se encuentren en ciudades adyacentes, lo que trae como consecuencia que la preocupación por la posible entrada de nuevos competidores sea baja por la existencia de barreras de entrada producto de altos costos fijos y de nivel de clientes (beneficios y tamaño de los mercados). El enfoque del estudio de esta fuerza, por consiguiente, debiera ir en función de las posibles empresas que aminorarían las posibilidades de crecimiento de la planta del proyecto analizado al instalarse antes en núcleos de ciudades factibles para la utilización de estaciones de transferencia en el país.

- **Competencia**

En la industria de manejo de RSD la mayor competencia se produce en el proceso de extracción de éstos y en el de disposición final. Respecto al primero en Barrancabermeja existen 11 organizaciones dedicadas al reciclaje, sólo dos de ellas, Reciclar y Oro Negro, han logrado consolidar pequeñamente una infraestructura constituida por bodega, maquinaria de transporte, embalaje, y equipos de oficina.

En el segundo es en el que existe una gran competencia cuando se abre una propuesta pública. A las empresas dueñas de vertederos y rellenos sanitarios no les conviene que exista en la ciudad una planta de tratamiento, ya que ésta, a través de la recuperación de material, disminuye las toneladas de residuos que entran a la disposición final por lo que bajarían sus ingresos y aumentaría la vida útil del relleno, lo que atrasaría la siguiente licitación de la disposición final de la comuna. Sin embargo, si ambas instalaciones son de la misma empresa, traería para ella grandes beneficios ya que su relleno aumentaría la vida útil y la empresa,

al cobrar por las toneladas que ingresan a la planta y no a la disposición final, aumenta sus ingresos a través de lo que recupera en la estación.

- **Barreras de entradas al mercado**

Las barreras de entrada son circunstancias que hacen atractiva o no la entrada de competidores a una industria específica. Estas pueden ser tecnológicas, de marketing, tamaño del mercado, costos, etc.

En el caso de la planta de Tratamiento, ésta está inmersa en la industria de la disposición final de los RSD. Este hecho unido con los requerimientos técnicos y tecnológicos que necesita una planta de tratamiento, o sea, cintas transportadoras, silos de compresión, móviles para manejo de materiales, grúas hidráulicas, plazas de pesaje, camiones de varios ejes, etc.; o un relleno sanitario, es decir, impermeabilización del suelo del relleno, formación de celdas, móviles para movimientos de tierra, sistemas de evacuación de líquidos lixiviados, chimeneas y quemadores de gases, plazas de pesaje, etc., hacen que los costos fijos sean muy altos y la vida útil del proyecto sea larga (sobre los 15 años) de modo que estos factores producen una barrera de entrada asociada a los costos de inversión.

Por lo explicado anteriormente se desprende otra barrera de entrada, el nivel de clientes del mercado. Si existe en un lugar (nicho de mercado) una planta de transferencia, es muy poco probable que se instale en un lugar cercano otra planta de este tipo. Esto debido a que al dividir el mercado en dos, los ingresos obtenidos por ambas estaciones no serían los suficientes para recuperar la inversión al finalizar la vida útil del proyecto. Por este motivo, si existe en un sector una planta de transferencia, el nivel de clientes del mercado será una barrera de entrada para otras empresas que verán que el mercado no soportaría otra empresa del mismo estilo. Sin embargo, los potenciales competidores si podrán ubicarse en nichos de mercado cercanos pero diferente al que se encuentra la

planta existente y competir con ella por ciudades y comunas que se encuentren alejadas de la localización de la estación que atiende a ese nicho.

4.9.2 Análisis FODA

Este análisis nos permite estudiar los puntos importantes del proyecto con base en las fortalezas y oportunidades, tomando en cuenta también amenazas y debilidades que posee la planta de recuperación para enfrentarse al medio.

- **Fortalezas**

1. En el caso de separación de residuos ex situ, es decir, en la planta, se puede seleccionar la basura de mejor contenido para reciclaje, lo cual es factible al tener la caracterización de los desperdicios de dicha ciudad, la estratificación social de los habitantes de ella y las rutas que recorrieron los camiones que van llegando a la planta.
2. Factibilidad de aprovechar las economías de escala que existen en el negocio, permitiendo a la planta tener precios para la tonelada de residuos por debajo del precio promedio del mercado.
3. Al trabajar para todo el municipio de Barrancabermeja se podrá coordinar la llegada de camiones para obtener un flujo constante de RSD que alimente los mecanismos de separación de la planta.
4. Capacidad de almacenaje que aumente el poder de negociación frente a los clientes (negociar mayor tonelaje, proveedor continuo de materiales, etc.).
5. Un buen rendimiento e imagen de la planta frente al mercado nacional podría derivar en expandir el horizonte del negocio hacia las exportaciones.

- **Oportunidades**

1. Aprovechar incentivos tributarios que ofrezca el gobierno a empresas emprendedoras en el ámbito ambiental.

2. Crear cultura en las personas para que realice una separación “*in situ*” total o parcial, creando la posibilidad de facilitar la labor de separación que se realiza en la planta.
3. Entendimiento por parte de los empresarios de los beneficios del reciclado del plástico.
4. Formación de una buena imagen corporativa que influya positivamente en el pensamiento de municipios que liciten su disposición final y en la cual participe la planta de tratamiento.
5. Crecer e integrarse verticalmente reciclando los compuestos separados, con lo que se comercializaría materia prima reciclada y no sólo material recuperada.
6. Asociaciones estratégicas con empresas dueñas de rellenos sanitarios o con flota de camiones recolectores para optimizar el proceso integrado.

- **Amenazas**

1. Aparición de tecnologías nuevas más eficientes en la industria una vez esté funcionando la planta.
2. Ingreso al mercado de empresas multinacionales con vasta experiencia en este tipo de negocio, aprovechando la educación ambiental entregada a la población por los primeros participantes de la industria.
3. Aumento del valor de los residuos de modo que motive a las personas a reciclar ellas mismas.
4. Precios de las materias primas vírgenes bajen a niveles que imposibilite competir con ellos.
5. Mala gestión de algún agente de la cadena de reciclaje que perjudiquen la imagen del reciclado en Colombia, desmotivando a la población para participar en programas de reciclaje o comprar productos con materia prima reciclada.

- **Debilidades**

1. La dependencia que se tiene de la población para el buen funcionamiento de programas de separación in situ, tanto parcial como total.
2. La dependencia que la estación de transferencia tiene de un relleno sanitario o vertedero para llevar el material rechazado en el proceso de separación y recuperación.
3. Mercado del reciclaje es muy joven y sumergido aún, lo que implica bajos precios para el material recuperado y pocas alternativas de clientes nacionales en las fases de inicio.
4. Poca variedad de materiales recuperables en una primera etapa por falta de clientes.

Con este análisis estratégico se puede llegar a la conclusión parcial que una planta de transferencia ubicada en un nicho de mercado grande como Barrancabermeja y con un mercado potencial extenso como los Municipios aledaños, es una buena forma de manejar de mejor manera el tema de los RSD ya que la instalación de ella asegura su funcionamiento durante 15 años lo que se considerará como la vida útil del proyecto, inicialmente con los niveles de generación de Barrancabermeja. Si bien el escenario planteada depende en gran medida de la actitud de los habitantes de la zona en cuanto al tipo de separación de basura y, aunque se hagan reales algunas de las "Amenazas" especificadas anteriormente, la planta puede adaptarse a los cambios externos o al fracaso de la línea de recuperación de materiales y transformarse en una planta de transferencia pura vendiendo los recursos usados en dicha línea ya que, salvo el mecanismo de recepción, todos tienen mercados secundarios, y evitando de este modo la paralización de las actividades. Este hecho hace al proyecto muy fuerte para enfrentar las incertidumbres del futuro y muy apto para adaptarse tanto a acontecimientos negativos como el incumplimiento de separación de basura, precios bajos de materias primas vírgenes, disminución de mercados para materiales recuperados, entre otros, y positivos como por el ejemplo el ingreso de

basura de ciudades cercanas, aumento en la demanda de materiales recuperados, etc.

4.9.3 Oportunidades Tentativas de Comercialización

Los mercados en los cuales se observa una oportunidad para comercializar los materiales recuperados en la planta de transferencia son los de materias primas y en menor medida a los de energía. Lo anterior producto de las condiciones actuales descritas anteriormente. En el mercado de materias primas se debe dar foco en las empresas nacionales como imprentas, cristaleras, agrícolas, manufactura de plásticos y aluminio, entre otras, teniendo clientes en todo el país mientras el negocio sea rentable financieramente.

Además por ser Colombia un país que exporta materias primas, la opción de aumentar límites de negocio y exportar material recuperado estará siempre latente. Los mercados extranjeros que mayormente atraen son los asiáticos debido a que en los últimos años han tenido un crecimiento acelerado en sectores como la industria del papel y fundiciones, por lo que países como EEUU ya son proveedores de papel, cartones y chatarra recuperados desde sus RSD. No obstante, mercados europeos también son una opción interesante.

Para el caso de utilizar el poder calorífico de los RSD recuperados, las empresas que no requieran grandes gastos calóricos pues los materiales reciclados permiten ahorro de este tipo de energía como se indico anteriormente.

4.10 ANÁLISIS DE LOS MERCADOS DE RECUPERACIÓN DE RSD

Como en todo negocio se debe proyectar una estimación del nivel de ventas que se tendrá, así como los mercados posibles tanto nacionales como internacionales.

Tanto la recolección de material como el reciclaje en Colombia todavía están sumergidos, es decir, no es una industria como tal. La gran mayoría de los agentes que separan y recuperan materiales son personas independientes u organizaciones sin ánimo de lucro, que bajo los más simples métodos van

acopiando cartones, vidrios, latas de aluminio y diarios. Por este motivo, datos claros y verídicos de esta industria no son posibles de obtener. Salvo en mercados de reciclados más desarrollados como es el caso del papel y cartón, las latas de aluminio y el vidrio, donde existen empresas consolidadas recuperando y reciclando dichos elementos se puede reunir datos con mayor exactitud.

El objetivo del estudio es llegar a desviar la mayor cantidad de toneladas de material factible de ser reciclado. En un comienzo sólo se debe partir recuperando los elementos más fáciles de reciclar, en otras palabras, papel, cartón, vidrio y plásticos, para que en una siguiente etapa se agregue el resto de materiales como neumáticos, latas de hojalatas, materiales de construcción, etc. Esta segunda etapa plantea la posibilidad de realizar un nuevo estudio de prefactibilidad que servirá como tema de monografía para estudiantes de futuras cohortes.

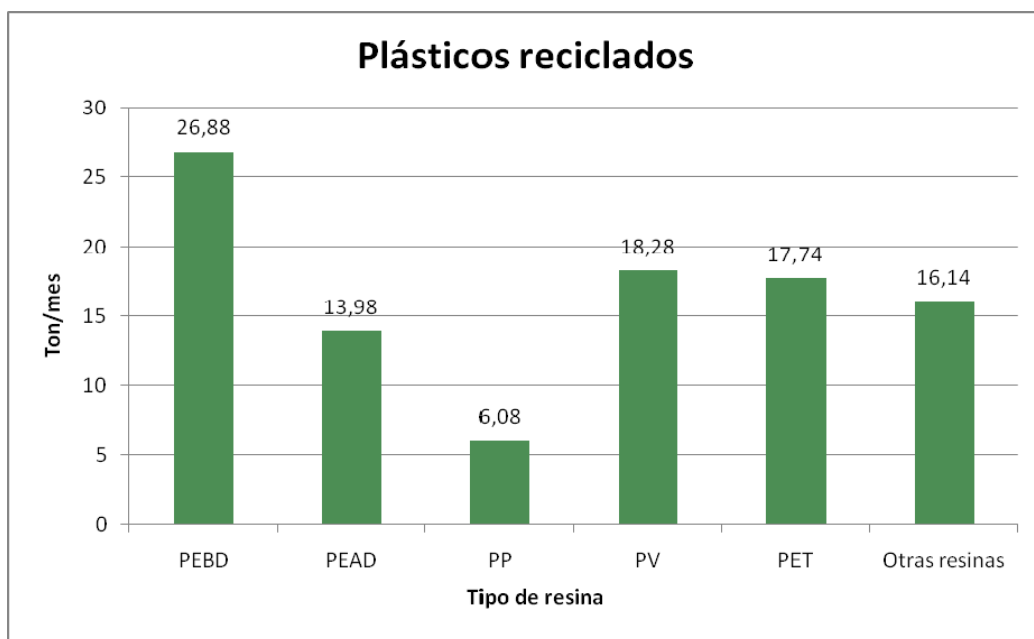
4.10.1 Mercado de recuperación del Plástico

- **Materia prima.**

En cualquier ciudad sea grande o pequeña es esencial conocer la cantidad de basura a recoger y disponer, y sus características tales como composición física y producción por fuente, con el objetivo de diseñar técnicamente los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de la misma.

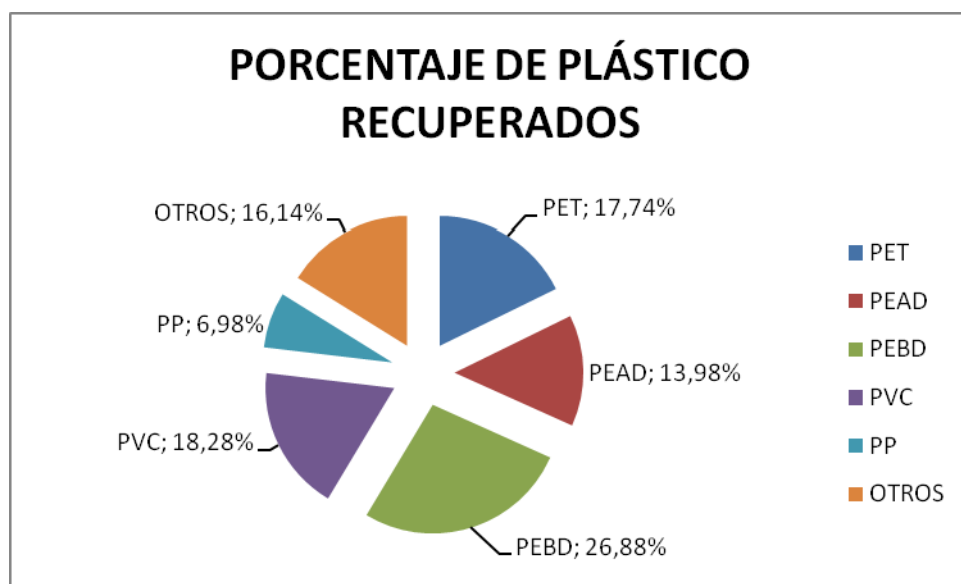
Debido a una investigación realizada con todas las cooperativas recicladores, y el PGIRS 2005 se determinaron los siguientes resultados que fueron analizados estadísticamente, permitiendo determinar la composición de los materiales recuperados actualmente en Barrancabermeja.

Gráfico 13 – Plásticos Reciclados en Colombia



Fuente: [PGIRS 2008]

Gráfico 14 - Plásticos recuperados en porcentaje



Fuente: [PGIRS 2008]

Otro componente claro que nos arrojó la investigación detallada en la tabla No. 28 fue el del porcentaje de residuos generados por la ciudad de Barrancabermeja, residuos recuperados, transformado y los residuos sólidos plásticos que terminan en el proceso de disposición final en el relleno sanitario de la ciudad.

Tabla 28 - Características material plástico en cadena de reciclaje

DESCRIPCION	TON/ MES	%
Residuos sólidos plásticos generados.	579.9	100
Residuos sólidos plásticos en disposición final.	532.7	91.87
Residuos sólidos plásticos recuperados.	47.2	8.13
Residuos sólidos plásticos transformados.	42	7.24

Fuente [PGIRS 2008]

4.10.2 Empresas transformadoras de residuos plásticos.

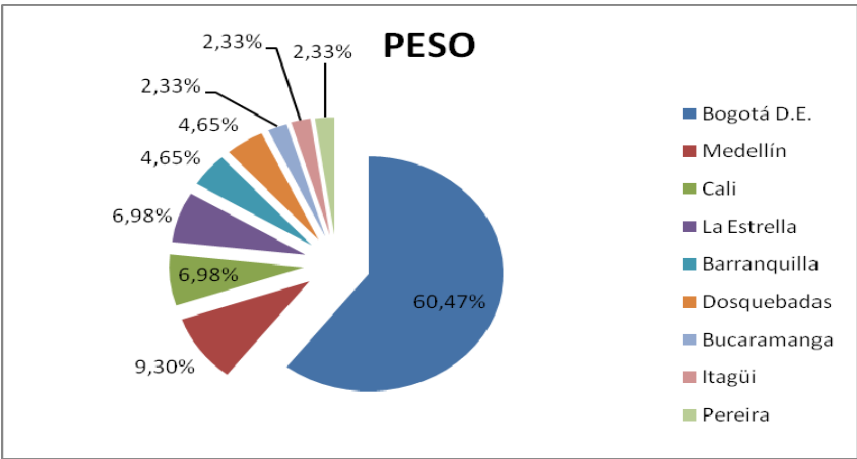
Los competidores directos del proyecto son empresas dedicadas a la transformación de residuos plásticos previamente clasificados. En Colombia en la actualidad existen 43 empresas que de acuerdo con ACOPLASTICOS, están dedicadas a este fin y que como se puede observar están en su mayoría en la ciudad de Bogotá D.E. (60,47%), en parte debido a que el 85% de la industria de químicos básicos y productos plásticos se encuentra ubicada en esta zona del país. De igual manera se observa que en segundo lugar como zona de concentración para empresas dedicadas a la transformación del plástico se encuentra Antioquia, que sumando la participación de Medellín, Itagüí y La Estrella, suman aproximadamente 18,61%

Tabla 29 - Empresas dedicadas a la transformación de residuos plásticos

UBICACIÓN	CANTIDAD	PESO
Bogotá D.E.	26	60,47%
Medellín	4	9,30%
Cali	3	6,98%
La Estrella	3	6,98%
Barranquilla	2	4,65%
Dosquebradas	2	4,65%
Bucaramanga	1	2,33%
Itagüí	1	2,33%
Pereira	1	2,33%
	43	100,00%

Fuente: [Acoplásticos]

Gráfico 15 - Distribución geográfica de las principales empresas transformadores de residuos plásticos



Fuente: [Acoplásticos]

Colombia no está actualizada en materia de recolección y transformación de residuos plásticos, debido a que ninguna de estas posee una Infraestructura completa para el adecuado manejo de los mismos. Las pequeñas y medianas empresas que son la gran mayoría, generalmente le ofrecen al consumidor un producto a bajo precio pero con niveles muy altos de impurezas, olores fuertes y de calidad no garantizada para los bienes finales producidos. Por lo general los procesos de producción utilizados se realizan de una forma empírica y arcaica, no son muy fuertes en los procesos de separación, lavado y secado, y generalmente no se ocupan por encontrar nuevas tecnologías o procesos de producción más eficientes para mejorar la calidad de sus productos.

Esta falta de desarrollo de tecnología dentro del sector conlleva a generar un bajo grado de homogeneidad; es decir que entre otros aspecto procesan más de un tipo de resinas sin la tecnología o cuidados básicos que se requieren desde el punto de vista de la producción, lo anterior genera producto fuera de especificaciones por alto índice de impurezas, alto contenido de humedad y de olores fuertes, etc. Estos factores producen en muchos casos reprocesos que pueden traer como consecuencias la no entrega del material a tiempo, la pérdida total de lotes enteros de producción, la devolución de pedidos por productos fuera de especificaciones, etc. Adicionalmente existe el factor de la disponibilidad de la materia prima, que en caso de no tener asegurada la cadena de suministro se convierte en una barrera para la programación efectiva de la producción de los pedidos. Esto es ocasionado por la poca oferta de materia prima y los escasos recursos financieros que manejan ya que a la hora de efectuar la compra de la materia prima en el mercado no poseen el dinero para pagar de contado. La escasa oferta de la materia prima y la gran demanda de la misma, hace que los precios suban de manera vertiginosa provocando meses con niveles muy bajos de rentabilidad.

4.10.3 Análisis de la demanda

Con el análisis de la demanda se determinó la cantidad de material recuperado que el mercado requiere, así como las condiciones en cuanto a calidad y presentación, precios de compra y condiciones de entrega.

El mercado actual se ha dedicado, casi que exclusivamente, a recuperar los polímeros de tipo termoplástico debido a su facilidad para ser recuperados y reintegrados nuevamente al proceso productivo.

4.10.4 Cantidad demandada.

Según las cifras de ACOPLASTICOS el mercado de los plásticos reciclados representa el 62.96% del total de los plásticos consumidos en Colombia para realizar materiales de empaque, recipientes y piezas plásticas entre otras. La estructura sectorial de la demanda en 2004 – 2006, en términos del tonelaje de resinas utilizado por la industria local fabricante de productos intermedios y finales de plástico, se presenta en la tabla No. 30. Con la información anterior y teniendo en cuenta el consumo aparente de resinas al año 2006 fue de 785.000 toneladas y teniendo en cuenta que los principales sectores consumidores de materias plásticas utilizan el 62,96% de su materia prima como material reciclado, tenemos entonces que la cantidad demandada por el país sería aproximadamente de 494.236 toneladas.

Tabla 30 - Consumo aparente de las principales resinas plásticas en Colombia (Ton/Mes)

TIPO DE RESINA	2004	2005	2006	2007	2008	2009
PEBD	140	144	138	140	155	160
PEAD	78	86	95	92	96	100
PP	122	145	150	170	180	200
PS	35	39	45	48	50	50
PV	105	130	130	130	145	170

TIPO DE RESINA	2004	2005	2006	2007	2008	2009
PET	18	29	28	30	38	45
Otras resinas	35	37	37	45	50	60

Fuente: [Revista Plásticos en Colombia 2008 – 2009 ACOPLASTICOS – Tabla No. 6, página 91]

Tabla 31 - Principales Sectores Consumidores de Materias Plásticas

SECTOR DE CONSUMO	MATERIAS PLÁSTICAS
1. Empaques y envases: para productos alimenticios, productos de higiene y aseo, productos industriales, lubricantes.	54
2. Construcción: tubería, accesorios, pisos, tejas, perfiles, cables, bañeras.	21
3. Institucional / consumidor: calzado, cepillos, escobas, artículos de mesa y cocina, colchones, muebles.	9
4. Agricultura: películas para invernaderos, acolchados y telas sombra, mangueras y tubos.	8
5. Otros: láminas, partes industriales y para industria automotriz, deportes y varios.	8
TOTAL	100

Fuente: [Revista plásticos en Colombia 2007 – 2008 ACOPLASTICOS – Tabla No. 7, página 92]

Con el fin de determinar el comportamiento del mercado del reciclaje de los plásticos en sus diferentes presentaciones de resina, se tomo como referencia el estudio realizado por Acoplásticos, el cual permite proyectar el comportamiento de recuperación tal como se muestran en la tabla No 32.

Tabla 32 - Demanda del material plástico (Ton/Mes)

Año	PS	PET Transparente	PEAD Color	PEBD Transparente	PEBD Negro	PEBD Color	PVC	PP Transparente	PP negro	PP color
2010	176	234	240	256	269	244	180	270	250	279
2011	188	250	257	274	288	261	193	289	268	299
2012	202	268	275	293	308	279	206	309	286	319
2013	216	287	294	314	330	299	221	331	306	342
2014	231	307	315	336	353	320	236	354	328	366
2015	247	328	337	359	377	342	252	379	351	391
2016	264	351	360	384	404	366	270	405	375	419
2017	283	376	385	411	432	392	289	434	401	448
2018	302	402	412	440	462	419	309	464	430	479
2019	324	430	441	471	495	449	331	496	460	513
2020	346	460	472	504	529	480	354	531	492	549
2021	370	493	505	539	566	514	379	568	526	587
2022	396	527	541	577	606	550	405	608	563	628
2023	424	564	578	617	648	588	434	651	602	672
2024	454	603	619	660	694	629	464	696	645	719
2025	486	646	662	706	742	673	497	745	690	770

Fuente: [Elaboración propia]

4.10.5 Análisis de Precios

El análisis del factor precio incluye toda la información de costos y rangos de precios.

- **Precio de la materia prima.**

El precio de la materia prima fue determinado a través de recolección de información de las diferentes cooperativas organizadas en la ciudad de Barrancabermeja.

Tabla 33- Precio del material plástico

PLÁSTICO S	ORO NEGRO PRECIO \$	RECICLAR PRECIO \$	ASORBANUES PRECIO \$	ASORECIBA PRECIO \$
Clasificado	600	600	600	600
Sin clasificar	450	450	450	450

Fuente: [Elaboración propia]

Para el estudio de prefactibilidad se tomo como base el precio del plástico clasificado.

- **Estrategias de fijación de precios**

El método de fijación de los precios basado en el costo, es un método de fijación de los precios que no tiene en cuenta la demanda o los precios de la competencia, por lo tanto no conduce a la elección del mejor precio. Por esta razón y por el tipo de mercado en el que se encuentra el producto, el método elegido para la fijación del precio fue a partir del nivel actual de los precios en el mercado, obtenidos a partir de sondeos telefónicos.

La tabla No. 34 muestra los precios escogidos para comercializar el plástico post consumo.

Tabla 34 - Precios comercialización de tipos de plástico pos consumo

TIPO DE PLATICO (Paca de 300 kg)	PRECIO
PS	\$2.600
PET transparente	\$3.200
PEAD color	\$2.300
PEBD transparente	\$2.800
PEBD negro	\$2.400
PEBD color	\$2.600
PVC	\$3.200
PP transparente	\$2.400
PP negro	\$2.000
PP color	\$2.100

Fuente: [Elaboración propia]

- **Proyección de los precios.**

El precio de la resina plástica actualmente está muy ligado a la evolución que tenga el precio del petróleo, ya que esta es la principal materia prima de la misma.

Adicionalmente, la evolución del precio de la resina plástica, se ve afectado por varios factores como la situación económica del país, la seguridad, las políticas tributarias, los tratados entre las diferentes naciones, la devaluación de la moneda, etc. Todos estos factores pueden ser de alguna manera impredecibles. En este estudio se proyectaron el aumento de los precio basándose en la inflación estimados durante la vida útil del proyecto. Esto debido a que cualquier suposición respecto a los factores ya mencionados, especialmente el factor del precio petróleo, puede resultar incierta.

La base que se utilizó para el porcentaje de incremento de los precios tanto de la materia prima como del producto terminado es el valor de las metas de inflación real durante el 2009 y proyectada como el valor promedio de los últimos diez (10) años (6,71%), la cual se encuentra dentro del margen estimado en los estudios elaborados por el Banco de la República.

Tabla 35 - Precios comercialización de tipos de plástico pos consumo (\$/Paca de 330 Kg)

Año	PS	PET Transparente	PEAD Color	PEBD Transparente	PEBD Negro	PEBD Color	PVC	PP Transparente	PP negro	PP color
2010	2.774	2.241	2.454	2.988	2.561	2.774	3.415	2.561	2.134	2.241
2011	2.961	2.391	2.619	3.188	2.733	2.961	3.644	2.733	2.277	2.391
2012	3.159	2.552	2.795	3.402	2.916	3.159	3.888	2.916	2.430	2.552
2013	3.371	2.723	2.982	3.631	3.112	3.371	4.149	3.112	2.593	2.723
2014	3.597	2.906	3.182	3.874	3.321	3.597	4.428	3.321	2.767	2.906
2015	3.839	3.101	3.396	4.134	3.544	3.839	4.725	3.544	2.953	3.101
2016	4.096	3.309	3.624	4.412	3.781	4.096	5.042	3.781	3.151	3.309
2017	4.371	3.531	3.867	4.708	4.035	4.371	5.380	4.035	3.363	3.531
2018	4.665	3.768	4.126	5.023	4.306	4.665	5.741	4.306	3.588	3.768
2019	4.978	4.020	4.403	5.361	4.595	4.978	6.126	4.595	3.829	4.020
2020	2.774	2.241	2.454	2.988	2.561	2.774	3.415	2.561	2.134	2.241

Año	PS	PET Transparente	PEAD Color	PEBD Transparente	PEBD Negro	PEBD Color	PVC	PP Transparente	PP negro	PP color
2021	2.960	2.391	2.619	3.188	2.733	2.960	3.644	2.733	2.277	2.391
2022	3.159	2.552	2.794	3.402	2.916	3.159	3.889	2.916	2.430	2.552
2023	3.371	2.723	2.982	3.631	3.112	3.371	4.150	3.112	2.593	2.723
2024	3.597	2.906	3.182	3.874	3.321	3.597	4.428	3.321	2.767	2.906
2025	3.838	3.101	3.395	4.134	3.544	3.838	4.725	3.544	2.953	3.101

Fuente: [Elaboración propia]

4.10.6 Mercado de recuperación de papel y cartón

- **Historia y Evolución**

Los orígenes del reciclaje como concepto industrial de reutilización se desconocen. Hace 2 o 3 siglos fabricaban papel a partir de trapos viejos, pero la disponibilidad de este material era muy limitada. Con el advenimiento de las fibras sintéticas reemplazando a las vegetales, la recolección y fabricación de papel a partir de trapos viejos es hoy historia.

Al producir papel en cualquier molino del mundo, se presentan sobrantes, las orillas de los rollos que deben ser refilados, el material que no cumple con especificaciones cuando se está cambiando de un grado a otro de papel, son entre otras, una porción de las fibras que el molino reutiliza. Esta es una fibra muy limpia que no requiere prácticamente ningún tratamiento especial.

Cuando un papel, ya sea para fabricar empaques o papeles blancos de imprenta y escritura, comienza a ser convertido en los productos que la sociedad requiere: empaques, periódicos, revistas, sacos, bolsas y muchos otros, empieza de alguna manera a recibir elementos extraños, que hacen que el papel ya utilizado, sea más difícil y costoso de reutilizar, de reciclar.

Estos materiales extraños son múltiples: Grapas de metal, cintas adhesivas hechas de plástico, polímeros de toda clase, recubrimientos con productos químicos, laminación del papel con plásticos, foil de aluminio, tintas, barnices, en fin, multitud de productos que quedan adheridos al papel, por no mencionar ciertos tipos de impresión que queman las fibras del papel.

En el siglo pasado se desarrollaron algunas tecnologías que los fabricantes continúan mejorando, mientras el reciclaje sigue ganando terreno como manera de abastecerse de fibras para fabricar ciertos grados de papel.

- **Un comienzo y un fin**

Contrario a lo que se piensan, el reciclaje también tiene su ciclo de vida. Cada vez que se recicla un papel, la fibra que se logra de él es de inferior calidad a la fibra original. En cada ciclo de reciclaje, se pierde una porción, pues se generan partículas tan pequeñas que ninguna malla las pueda retener en la formación del papel. Estas partículas a veces salen en forma coloidal ó como fibrillas que van a los sistemas de tratamiento de efluentes de las fábricas.

Smurfit Kappa Cartón de Colombia cuenta con tecnologías de punta en reciclaje de papel, en las máquinas que usan estas fibras como materia prima, y cuenta también con una red propia de recolección de papel para reciclar. Cajas viejas o usadas, sacos de de papel, cajas plegadizas, son los tres productos que más recicla esta Empresa, cerrando así el ciclo de vida del papel, que comenzó en un árbol, árbol que produjo la primera fibra para fabricar un empaque.

Es importante anotar que para poder disponer de fibras para reciclar, es necesario que en algún lugar, alguien utilice una fibra vegetal, o fibra virgen para hacer el papel. Muchos grados de papel se pueden fabricar sólo con fibras naturales, pero el ciclo de vida, tarde o temprano continuará hacia el reciclaje. Es en este punto donde la sociedad juega un papel muy importante.

- **El papel que no se recicla toma varias formas**

Una cantidad pasa a las bibliotecas en forma de libros que se guardan para siempre. Otra parte no es reciclable pues constituye uso terminal por ejemplo, los papeles higiénicos, las tejas de cartón y otros, que vuelven a la naturaleza desde los rellenos sanitarios o los basureros; esto ocasiona un problema que muy pocas sociedades han logrado resolver satisfactoriamente.

Pero afortunadamente, a pesar de que el papel no se recicle por razones que veremos más adelante, al regresar a la naturaleza lo hace en forma más amigable que muchos otros productos, pues el papel es biodegradable ya que la mayoría de su peso lo constituyen celulosa y lignina, los mismos productos con que la naturaleza hizo los árboles.

- **¿Por qué no se recicla más en Colombia?**

Son varias las razones: Una de tipo económico que impide llegar a pueblos y zonas lejanas del país a recoger volúmenes muy pequeños de papel para reciclar. Este papel regresa a la naturaleza en alguna forma.

Otras son de tipo cultural y es que para un país como Colombia la cultura de países desarrollados como Alemania, Suiza y en general los europeos, está lejana. Allí es tal la penetración cultural, que al frente de cada casa o edificio hay recipientes de 4 colores diferentes, tres deben recibir productos para reciclar y uno lo que de verdad es basura para enviar a un relleno sanitario.

La falta de selección en la fuente, hace que el papel se contamine con residuos orgánicos y otros elementos que lo convierten en no útil para el reciclador. Esto aumenta el volumen hacia los rellenos o basureros.

Separar en la fuente y colocar en el recipiente apropiado no es suficiente, si no existe un sistema de recolección y transporte que maneje por separado cada uno de los elementos reciclables, y nuestro país carece de estas infraestructuras.

En algunos países se usa la basura como combustible, pero en los países pobres, la basura es pobre y no es por sí sola capaz de mantener la combustión, requiriendo la adición de combustibles fósiles, lo cual hace el proceso costoso. Son múltiples los fracasos de este tipo de planta en los países con poco desarrollo.

Pero a pesar de ello, en nuestro país el reciclaje de papel es alto, pues se recicla el 48% del consumo aparente y el 80% de los empaques corrugados.

La compañía Smurfit Kappa Cartón de Colombia considera que la iniciación del reciclaje del papel en Colombia, su permanente incentivo mediante campañas sociales y ambientales, el ser un comprador y utilizador en todos los tiempos, le ha dado a esta actividad una estabilidad como negocio, estabilidad de la que se benefician no solo ella, sino sus competidores que tienen como fibra única la proveniente del reciclaje de papel

Esta Empresa realiza el ciclo completo, que se inicia en los bosques plantados, cuyas fibras naturales son el origen primario del reciclaje.

- **Reciclaje de cartón y papel en Colombia.**

Indiscutiblemente el reciclaje de cartones y papeles está ligado al desarrollo de la Industria del papel y cartón en Colombia.

Industrialmente se inició hacia 1947 cuando Cartón de Colombia S.A. utilizó papel reciclable en su recién instalada máquina No. 1 en la Planta de Puerto Isaacs en Yumbo Valle del Cauca.

Hoy el país recolecta por diferentes medios alrededor del 48% del total del consumo aparente de cartones y papeles. Este porcentaje de recuperación es de los más altos del mundo, superior al de países con alto grado de desarrollo como Estados Unidos, Francia e Inglaterra.

El porcentaje de recuperación en Colombia es particularmente alto si se consideran dos factores: La legislación está en sus inicios y falta reglamentación.

Un alto porcentaje de papeles no ingresa al ciclo del reciclaje, se estima que esto representa cerca 20% del consumo aparente

Colombia es un país con bajo nivel de consumo aparente de cartones y papeles, se estima que para el 2005 fue de 26 kilos por habitante año. Otros países como Estados Unidos, tienen un consumo 15 veces superior al de Colombia. Nuestro consumo es más bajo que en varios países de Latinoamérica.

El consumo aparente de papel de las personas está correlacionado con el producto interno bruto per cápita del país. Lo anterior implica que Colombia debe preparar la base legislativa y logística para al menos mantener e incrementar el porcentaje de recolección cuando el consumo por persona se incremente.

El porcentaje de utilización de papel reciclado en toda la Industria de cartón y papel en Colombia es del 62% del total de las fibras requeridas para la producción.

- **Uso de cartón y papel reciclables en la industria**

El reciclaje de cartón y papel es cada día más complejo. Los cartones y papeles recuperados, como se dijo antes, retornan a la industria con todo tipo de materiales diferente a celulosa (adhesivos sintéticos, plásticos, tintas, parafinas, metales etc.)

El mercado ha ido adaptando tecnologías de uso de reciclables ante la presencia de estos materiales. Hoy es posible limpiar, dispersar y aún fraccionar los diferentes tipos de fibras. La industria papelera Colombiana y especialmente Smurfit Kappa Cartón de Colombia viene haciendo importantes inversiones en este campo.

Sin embargo no es posible pensar en que la industria papelera se base sólo en reciclaje. Primero porque cerca de un 20% del consumo nunca llega al ciclo de reciclaje y porque en los procesos de limpieza de los materiales diferentes a celulosa, se retira también fibra apta para hacer papel, esto es cerca del 15%. Así, partiendo de 100 toneladas de cartón y/o papel hecho con fibra virgen, al cabo del quinto ciclo de reciclaje, solo se tendrán 7,6 toneladas de fibra apta para hacer cartón y/o papel.

En el proceso de reciclaje, además de perderse volumen de fibra apta para hacer papel, la fibra pierde algo de su calidad y resistencia, cuando es sometida a tratamientos de refinación necesarios para el proceso de fabricación de cartón o papel, que vuelven más corta la fibra en cada ciclo del proceso.

Lo anterior hace necesario utilizar algunas fibras diferentes para compensar estas diferencias. Las principales tres fuentes son:

- Fabricación de pulpas vírgenes a partir de maderas de bosques plantados.
- Importación de pulpas vírgenes especialmente de fibras larga.
- Importación de cartones y papeles reciclables con alto contenido de fibra larga.

- **Alternativas de disposición de papeles y cartones**

Existen cartones y papeles potencialmente reciclables preconsumo. El preconsumo es el resultante de los procesos industriales de cartón y papel. Este siempre ha sido utilizado por la industria papelera. Se considera un material “Limpio”.

El material pos-consumo es aquel que requiere de mecanismos institucionales y técnicos mucho más complejos para recuperación, recolección y reutilización. A este solo le quedan dos alternativas de disposición:

Terminar en los rellenos sanitarios como basura, o peor en los cauces de ríos y caños. Colombia utilizaría más de un millón y medio de metros cúbico de rellenos sanitarios para disponer del volumen de cartón y papel reciclado.

Incineración: Este es un proceso costoso que además de partículas, libera bióxido de carbono a la atmósfera. De haber incinerado el volumen reciclado en 2005, se hubiese liberado a la atmósfera cerca de 160 Mil toneladas de CO₂. Este no es método recomendable para nuestro país por lo costoso y no amigable con el medio ambiente.

Los pocos países Europeos que incineran cartón y papel para reducir volúmenes y generar energía, han requerido de muy cuantiosas inversiones, cuando ésta es la única alternativa para disponer esos materiales que no tienen uso en la industria.

- **Fuentes de generación y canales de captación de cartón y papel reciclables**

Se estima que el 50% del cartón y papel reciclable es generado por el comercio (desempaque de mercancías), el 40% por la Industria (retales de proceso y desempaque de materia primas) y el 10% por los hogares.

Hay diferentes canales para hacer llegar este material reciclable a la industria consumidora:

1. Previo al consumo por parte de las industrias convertidoras de cartón y papel que entregan directamente a la industria consumidora.
2. Pos-consumo de altos volúmenes, recuperado en las fuentes de generación directamente por la industria consumidora y por ONG's, Fundaciones e instituciones sin ánimo de lucro para beneficio social.

Las dos anteriores modalidades son las más deseables ya que evitan que la fibra se contamine especialmente con elementos orgánicos. Más del 60% de la recolección en nuestra empresa se hace bajo estas modalidades.

1. La tercera la realizan distintos negocios particulares dedicados al reciclaje en general y algunos al de cartón y papel en particular.
2. La cuarta y más visible es el recolector callejero, este generalmente recupera todo tipo de material (vidrio, plásticos, chatarra, hueso, etc.)

En general la cadena actual de recuperación a través de intermediarios, es costosa y agrega muy poco valor dentro del proceso.

Es indispensable que los sistemas de recuperación, acopio y recolección se tecnifiquen, y acercarse cada vez más a las fuentes de generación y reducir las cadenas de intermediación.

- **Demanda**

De acuerdo con los estudios realizado por Smurfit Kappa Cartón de Colombia la tasa de crecimiento anual de la demanda del Papel/cartón se presenta en la tabla No. 36. y tomando como referencia el promedio demandado en lo corrido de este año, se calcula la proyección para los siguientes 15 años ver tabla No.37 y gráfico No.16

Tabla 36 - Tasa de crecimiento de la recuperación de papel/cartón en Colombia

Año	Tasa de Crecimiento % año anterior
2010	2
2011	2
2012	2
2013	2
2014	2
2015	2
2016	2
2017	2
2018	2
2019	2
2020	2
2021	2
2022	2
2023	2
2024	2
2025	2

Fuente: [Smurfit Kappa Cartón de Colombia]

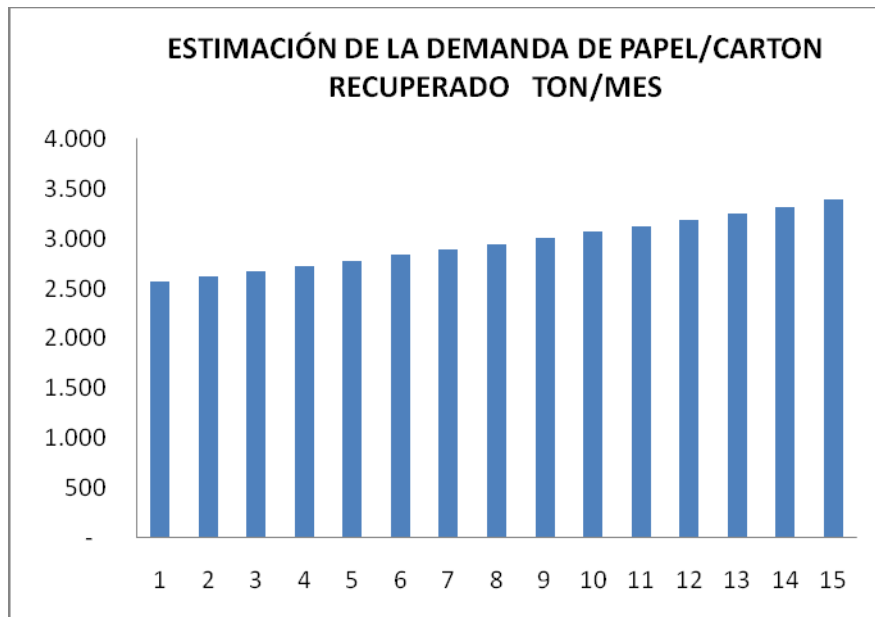
Tabla 37 - Estimación de la demanda de papel/cartón recuperado

Año	Ton/Mes
2010	2.569
2011	2.620
2012	2.673
2013	2.726
2014	2.781
2015	2.836
2016	2.893
2017	2.951
2018	3.010

Año	Ton/Mes
2019	3.070
2020	3.132
2021	3.194
2022	3.258
2023	3.323
2024	3.390
2025	3.458

Fuente: [Elaboración Propia]

Gráfico 16 - Estimación de demanda de papel/cartón recuperado



Fuente: [Elaboración Propia]

- **Precio**

Respecto al comportamiento del precio pagado por las recicladoras por el papel/cartón recuperado, éste tiene estacionalidad dentro del año. Mientras que a principio del año, por el aumento del consumo de papel (producción de cuadernos universitarios, afiches y panfletos promocionales, utilización de envoltorios, entre otros) el precio del papel/cartón recuperado sube ya que el de la celulosa corre la

misma suerte, en el último trimestre del año al disminuir la demanda por artículos que utilizan papel, el precio del material reciclado baja.

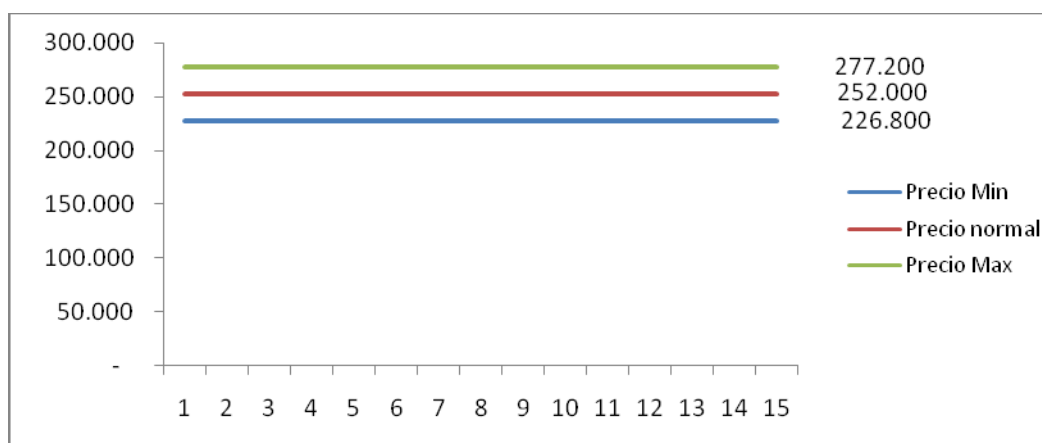
Para estimar los valores del papel/cartón recuperado, se debe estudiar el comportamiento futuro que tendrá el precio de la celulosa, materia prima virgen que se usa para crear papel y cartón.

En los últimos años el precio de la tonelada de celulosa ha estado entre los 500 y 600 dólares la tonelada, lo que indica un precio que varía según las condiciones del mercado, esto es el precio posee una variación de un 20%. Sin embargo, el mercado de la celulosa está sujeto al comportamiento de los precios y demandas mundiales del producto, por lo que se presenta una mayor dificultad definir valores exactos de este producto.

Se puede afirmar, no obstante lo anterior, que el comportamiento del precio del papel y cartón recuperado se mantenga dentro de valores definidos con una variación un poco más pequeña que en el caso de la celulosa, esto es del orden de un 10%.

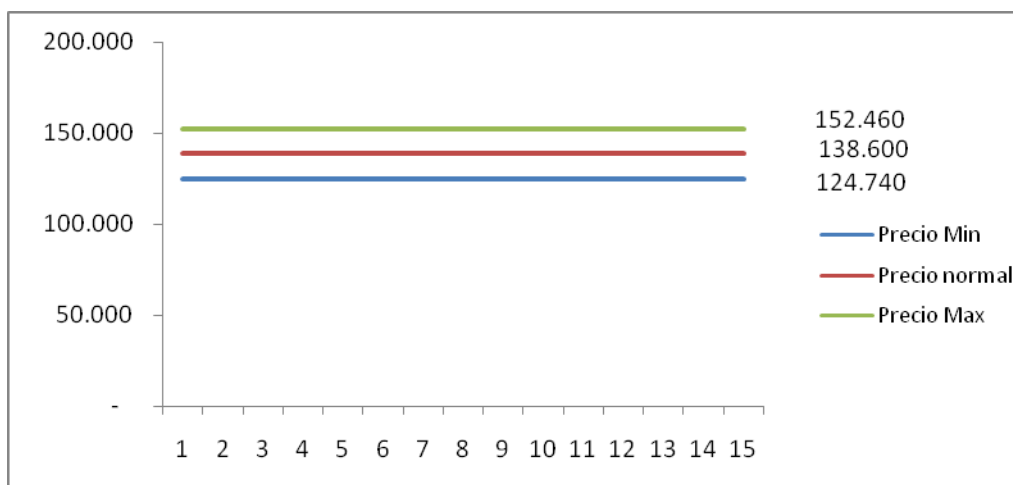
Por tanto, los precios y el rango de su variación de los principales papeles y cartón para la vida útil del proyecto se muestran en las graficas No. 4.5, No. 4.6 y No. 4.7.

Gráfico 17 - Comportamiento del precio de papel Blanco para 15 años (\$/Paca de 520 Kg)



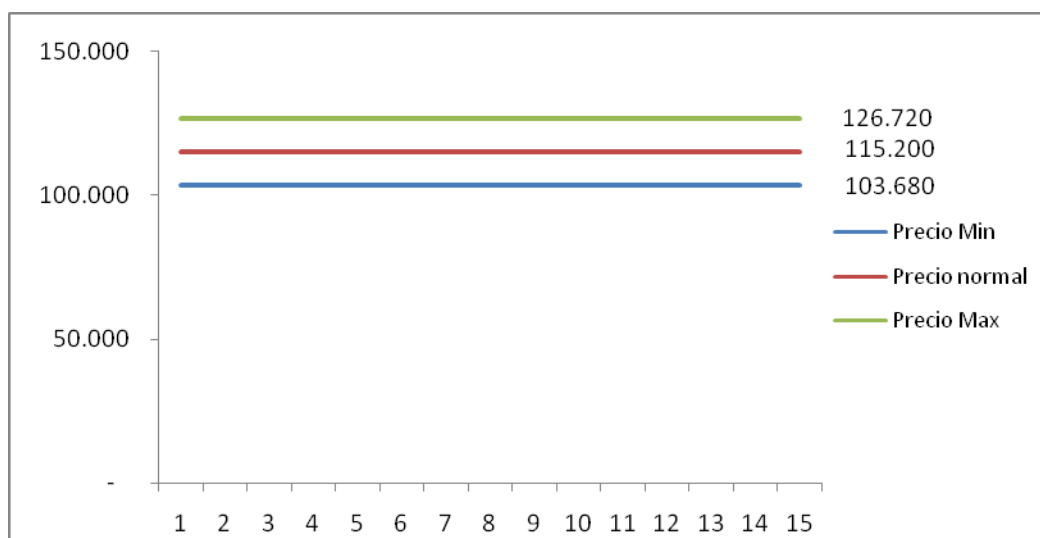
Fuente: [Elaboración Propia]

Gráfico 18 - Comportamiento del precio de papel periódico para 15 años (\$/Paca de 520 Kg)



Fuente: [Elaboración Propia]

Gráfico 19 - Comportamiento del precio de papel Cartón para 15 años (\$/Paca de 520 Kg)



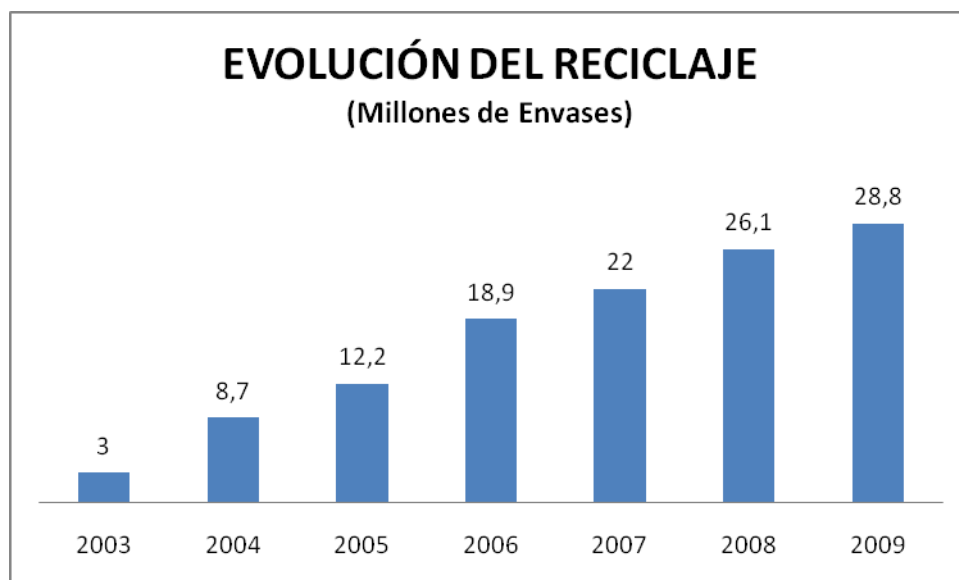
Fuente: [Elaboración Propia]

4.10.7 Mercado de Recuperación del Vidrio

Este es otro mercado que está desarrollado considerablemente en el país. Por tal motivo existen algunos datos sobre el crecimiento que ha tenido la recuperación de envases de este material.

A esto se debe agregar que las dos cristalerías mayores de Colombia utilizan vidrio recuperado en sus funciones por lo que el mercado tiene diferentes opciones de venta. Las cristalerías tienen capacidad ilimitada de reciclar vidrio ya que solo requieren fundirlo, lo que hacen en los mismos hornos en que funden el mineral en bruto. Por tal motivo la demanda por este material no depende de la capacidad instalada de las empresas, sino de la capacidad de recuperación que tenga la planta, debido a que, al ser mucho más económico fundir vidrio recuperado que la materia prima virgen, las cristalerías están interesadas en ocupar la mayor cantidad de material reciclado, lo que se refleja en el crecimiento que ha tenido a través de los años de campaña la recuperación de envases de vidrio por parte de esta empresa (ver gráfico No. 20)

Gráfico 20 - Comportamiento del reciclaje del vidrio en Colombia



Fuente: [Peldar]

Por tal motivo, la demanda estimada de este material a lo largo de la vida útil del proyecto es la capacidad que tenga la planta en recuperar el vidrio que se encuentre en los RSD, lo cual se calcula multiplicando la estimación de vidrio presente en la basura por un factor de riesgo o error, determinado como un 10%. Este factor fue considerado según información presente en la literatura especializada en la materia²⁴, basándose en pérdidas de vidrio por pulverización de los envases provocado por los golpes, comprimidos y tratos que recibe la basura en su trayecto a los lugares de separación lo que hace que algún material sea irrecuperable. Por lo expresado anteriormente la demanda estimada de vidrio recuperado es la mostrada en la y tabla No. 38

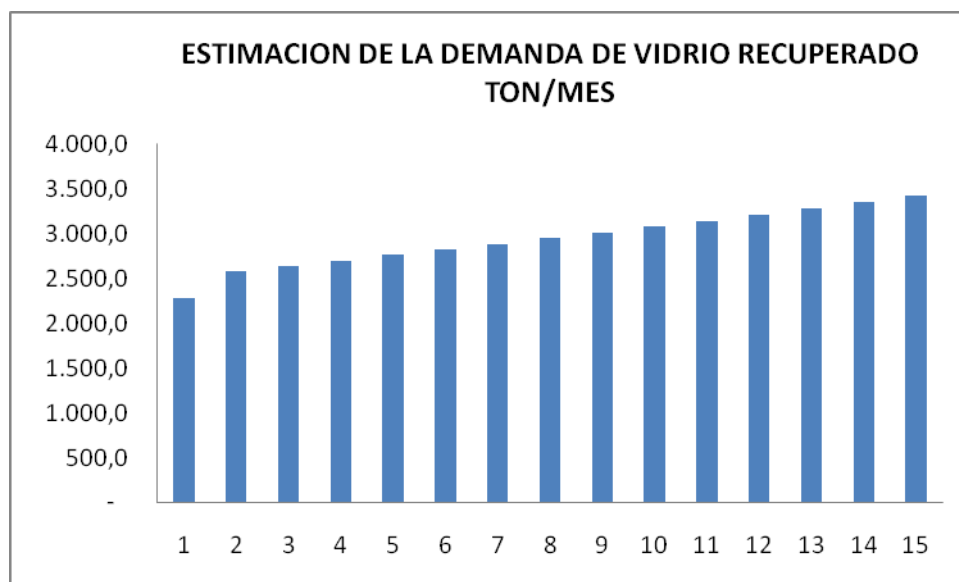
Tabla 38 - Estimación de demanda del vidrio recuperado.

Año	Ton/Mes
2010	2.277,0
2011	2.587,3
2012	2.644,0
2013	2.702,0
2014	2.761,2
2015	2.821,7
2016	2.883,6
2017	2.946,8
2018	3.011,4
2019	3.077,4
2020	3.144,9
2021	3.213,8
2022	3.284,2
2023	3.356,2
2024	3.429,8
2025	3.505,0

Fuente: [Elaboración propia]

²⁴ Tchobanoglous, George et al. **Gestión Integral de Residuos Sólidos**. España: McGraw Hill, 1994.

Gráfico 21 – Estimación de la demanda de vidrio en Colombia



Fuente: [Elaboración propia]

- **Reciclaje del Vidrio**

Los beneficios ambientales del reciclaje de vidrios se traducen en una disminución de los RSD, disminución de la contaminación del medio ambiente, y un notable ahorro de los recursos naturales. Cada kg de vidrio recogido sustituye 1.2 kg de materia virgen.

- 1. Reutilizar**

Existen envases de vidrio retornable que, después de un proceso adecuado de lavado, pueden ser utilizados nuevamente con el mismo fin. Una botella de vidrio puede ser reutilizada entre 40 y 60 veces, con un gasto energético del 5% respecto al reciclaje. Esta es la mejor opción.

- 2. Reciclar**

El vidrio es 100% reciclable y mantiene el 100% de sus cualidades: 1 kg de vidrio usado produce 1 kg de vidrio reciclado. El reciclaje consiste en fundir vidrio para

hacer vidrio nuevo. La energía que ahorra el reciclaje de una botella mantendrá encendida una bombilla de 100 watt durante 4 horas.

En la fabricación del vidrio se utiliza:

- Sílico, que da resistencia al vidrio.
- Carbonato de calcio, que le proporciona durabilidad

En el reciclaje del vidrio se utiliza como materia prima la calcina o vidrio desecho. Su fusión se consigue a temperaturas mucho más reducidas que las de fusión de minerales, por tanto, se ahorra energía.

- **Envases**

Los envases de plásticos se pueden reciclar para la fabricación de bolsas de plástico, mobiliario urbano, señalización, o bien para la obtención de nuevos envases de uso no alimentario.

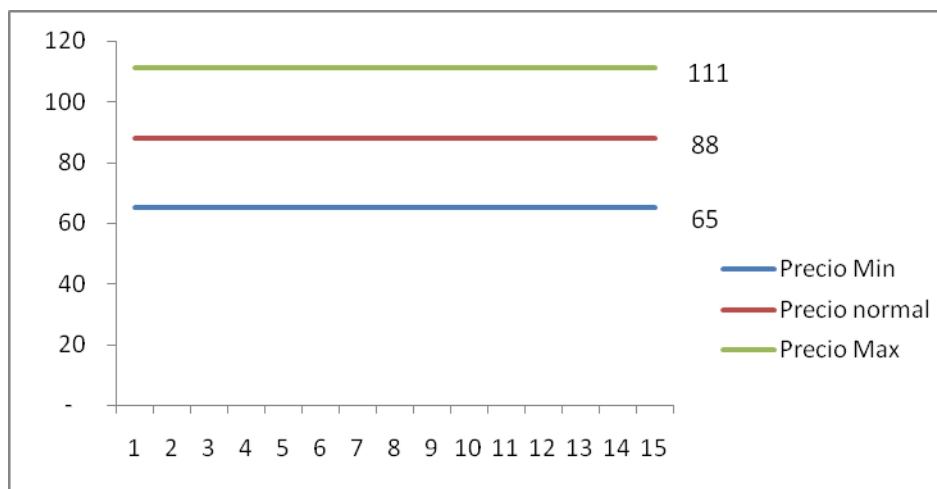
Los Brics se pueden reciclar aprovechando conjuntamente sus componentes (fabricación de aglomerados), o bien con el aprovechamiento separado de cada material (reciclable del papel y valorización energética del poliestireno y el aluminio.

- **Precio**

Según la supervisora de reciclaje de Peldar, los precios del material recuperado por particulares y empresas se han mantenido constante dentro de una franja de precios. Por tal afirmación se espera que éste se proyecte dentro de ese mismo rango para los próximos 15 años, debido a que el vidrio es inelástico respecto a la cantidad de material recuperado. Por otro lado, como se explicó capítulos anteriores, no se requiere de nuevos procesos para reciclar y con esta actividad se ahorra considerable cantidad de energía. El precio del vidrio recuperado, por tanto, es sólo afectado por el precio de la materia prima virgen.

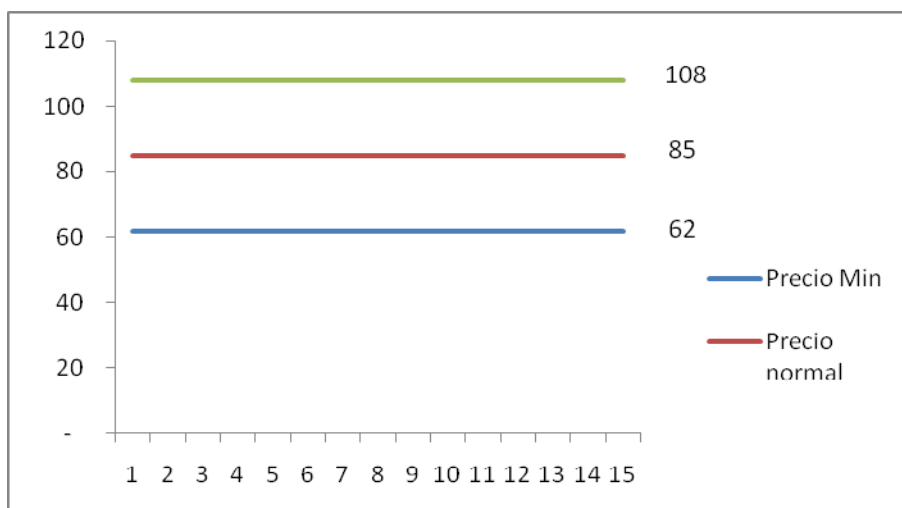
Por información de Peldar, el promedio que han tenido los precios del vidrio blanco, café y verde ha sido de 88, 85 y 81 [\$/kg] respectivamente. Estos se mueven dentro de un rango de 23 [\$/kg]. El comportamiento del precio del vidrio recuperado (de los tres colores) a lo largo de la vida útil del proyecto se muestra en las gráficas No. 4.10, No. 4.11 y No. 4.12.

Gráfico 22 – Comportamiento del precio de vidrio blanco para 15 años (\$/Kg)



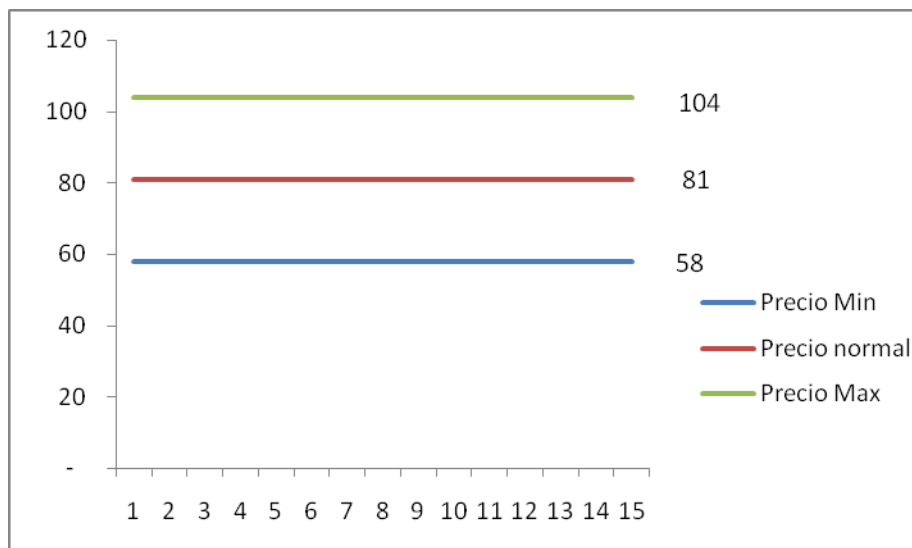
Fuente: [Elaboración propia]

Gráfico 23 – Comportamiento del precio de vidrio café para 15 años (\$/Kg)



Fuente: [Elaboración propia]

Gráfico 24— Comportamiento del precio de vidrio verde para 15 años (\$/Kg)



Fuente: [Elaboración propia]

4.11 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MERCADO

Luego de la investigación realizada del mercado nacional y local de RSD, es posible definir algunos resultados al estudiar la información obtenida en el desarrollo del análisis.

4.11.1 Determinación de volúmenes a recuperar en la planta

Según el estudio del mercado de residuos separados para su reciclado es posible definir los volúmenes que se separarán en la planta. Para ello, se tomará en cuenta recuperar un 95% de del total de RSD que ingresaran a la planta.

A partir de los flujos de entrada expuestos en la tabla No. 13 del capítulo 4 del Estudio de mercado, se determinará un porcentaje de dichos volúmenes de cada residuo a ser recuperado en las instalaciones de la planta (Promedio del 95%) y comercializados en los mercados analizados. El resto de los residuos no separados serán destinados a un vertedero para su disposición final. A partir de la

demanda estimada de cada elemento recuperado se calcula el porcentaje de participación que tendrá la planta en la satisfacción de dicha demanda.

La tabla No. 39 muestra el volumen total producido de papel / cartón que recuperaría la planta, y los porcentajes de participación de la planta para satisfacer el mercado.

Tabla 39 - Estimación de Recuperación de Papel/Cartón.

Año	Ingreso Planta (ton/año)	Recuperado (ton/día)	Demanda (ton/día)	% Participación
2010	4.503,4	11,88	85,63	13,88%
2011	4.811,6	12,70	87,35	14,54%
2012	4.917,1	12,98	89,09	14,56%
2013	5.024,9	13,26	90,87	14,59%
2014	5.135,0	13,55	92,69	14,62%
2015	5.247,6	13,85	94,55	14,65%
2016	5.362,6	14,15	96,44	14,67%
2017	5.480,1	14,46	98,37	14,70%
2018	5.600,3	14,78	100,33	14,73%
2019	5.723,0	15,10	102,34	14,76%
2020	5.848,5	15,43	104,39	14,78%
2021	5.976,6	15,77	106,47	14,81%
2022	6.107,6	16,12	108,60	14,84%
2023	6.241,5	16,47	110,78	14,87%
2024	6.378,3	16,83	112,99	14,90%
2025	6.518,1	17,20	115,25	14,92%

Fuente: [Elaboración propia]

La tabla No. 40 muestra el volumen total producido de Plástico que recuperaría la planta, y los porcentajes de participación de la planta para satisfacer el mercado.

Tabla 40 - Estimación de Recuperación de Plástico.

Año	Ingreso Planta (ton/año)	Recuperado (ton/día)	Demanda (ton/día)	% Participación
2010	3.728,5	9,84	79,93	12,31%
2011	3.944,6	10,41	85,53	12,17%
2012	4.031,1	10,64	91,52	11,62%
2013	4.119,5	10,87	97,92	11,10%
2014	4.209,7	11,11	104,78	10,60%
2015	4.302,0	11,35	112,11	10,13%
2016	4.396,3	11,60	119,96	9,67%
2017	4.492,7	11,86	128,36	9,24%
2018	4.591,1	12,12	137,34	8,82%
2019	4.691,8	12,38	146,95	8,43%
2020	4.794,6	12,65	157,24	8,05%
2021	4.899,7	12,93	168,25	7,68%
2022	5.007,1	13,21	180,03	7,34%
2023	5.116,9	13,50	192,63	7,01%
2024	5.229,0	13,80	206,11	6,69%
2025	5.343,6	14,10	220,54	6,39%

Fuente: [Elaboración propia]

La tabla No. 41 muestra el volumen total producido de Plástico que recuperaría la planta, y los porcentajes de participación de la planta para satisfacer el mercado.

Tabla 41- Estimación de Recuperación del vidrio.

Año	Ingreso Planta (ton/año)	Recuperado (ton/día)	Demanda (ton/día)	% Participación
2010	2.530,1	6,68	75,90	8,80%
2011	2.874,8	7,59	86,24	8,80%
2012	2.937,8	7,75	88,13	8,80%
2013	3.002,2	7,92	90,07	8,80%
2014	3.068,0	8,10	92,04	8,80%
2015	3.135,3	8,27	94,06	8,80%
2016	3.204,0	8,45	96,12	8,80%

Año	Ingreso Planta (ton/año)	Recuperado (ton/día)	Demanda (ton/día)	% Participación
2017	3.274,2	8,64	98,23	8,80%
2018	3.346,0	8,83	100,38	8,80%
2019	3.419,3	9,02	102,58	8,80%
2020	3.494,3	9,22	104,83	8,80%
2021	3.570,9	9,42	107,13	8,80%
2022	3.649,1	9,63	109,47	8,80%
2023	3.729,1	9,84	111,87	8,80%
2024	3.810,9	10,06	114,33	8,80%
2025	3.894,4	10,28	116,83	8,80%

Fuente: [Elaboración propia]

4.11.2 Estimación de ingresos

A continuación se realizará una estimación de los ingresos que percibirá la operación de la planta recuperadora de residuos para los 15 años de vida útil definidos. Estos ingresos se generan de la Comercialización de residuos recuperados.

Para el caso de los ingresos provenientes de la venta de material recuperado a empresas recicladoras u otros compradores, éstos se calculan a través de los volúmenes recuperados definidos en el punto anterior y los precios estimados durante los años de operación de la planta (vida útil).

Las tablas No. 42, No. 43 y No. 44 muestran los ingresos percibidos por venta de residuos recuperados durante los 15 años de vida útil según la clasificación definida.

Tabla 42 - Estimación de Ingresos por Papel/Catón.

Año	Recuperado (ton/día)	\$ Promedio	Total/ día
2010	11,88	168.600	2.003.651
2011	12,70	168.600	2.140.780
2012	12,98	168.600	2.187.703
2013	13,26	168.600	2.235.655
2014	13,55	168.600	2.284.658
2015	13,85	168.600	2.334.735
2016	14,15	168.600	2.385.910
2017	14,46	168.600	2.438.206
2018	14,78	168.600	2.491.648
2019	15,10	168.600	2.546.262
2020	15,43	168.600	2.602.073
2021	15,77	168.600	2.659.108
2022	16,12	168.600	2.717.392
2023	16,47	168.600	2.776.954
2024	16,83	168.600	2.837.822
2025	17,20	168.600	2.900.024

Fuente: [Elaboración propia]

Tabla 43 - Estimación de Ingresos por Plástico.

Año	Recuperado (ton/día)	\$/ Paca	Total/ día
2010	9,84	261,43	85.657
2011	10,41	278,98	96.704
2012	10,64	297,69	105.451
2013	10,87	317,67	114.996
2014	11,11	338,99	125.403
2015	11,35	361,76	136.760
2016	11,60	386,01	149.126
2017	11,86	411,92	162.623
2018	12,12	439,56	177.339
2019	12,38	469,05	193.385
2020	12,65	261,43	110.148

Año	Recuperado (ton/día)	\$/ Paca	Total/ día
2021	12,93	278,97	120.115
2022	13,21	297,69	130.984
2023	13,50	317,67	142.837
2024	13,80	338,98	155.762
2025	14,10	361,73	169.857

Fuente: [Elaboración propia]

Tabla 44 - Estimación de Ingresos por Vidrio.

Año	Recuperado (ton/día)	\$ kg	Total/ día
2010	6,68	84	560.829
2011	7,59	84	637.251
2012	7,75	84	651.219
2013	7,92	84	665.493
2014	8,10	84	680.080
2015	8,27	84	694.986
2016	8,45	84	710.219
2017	8,64	84	725.787
2018	8,83	84	741.695
2019	9,02	84	757.952
2020	9,22	84	774.565
2021	9,42	84	791.543
2022	9,63	84	808.893
2023	9,84	84	826.623
2024	10,06	84	844.741
2025	10,28	84	863.257

Fuente: [Elaboración propia]

5. ESTUDIO TECNICO

Este capítulo establece los factores técnicos que permiten encontrar la forma más adecuada y eficiente para hacer operativo el proyecto planteado: tamaño de planta, tecnología, localización, obras físicas y otros aspectos operativos.

Como punto de partida se tiene la alternativa de solución definida en la solución del problema abordada en el análisis mediante la metodología del marco lógico. De esta forma, el diseño de una planta de transferencia debe integrar esta con el estilo de recolección de basura domiciliaria. Estos dos aspectos deben ser consecuentes por lo que las alternativas aquí presentadas requieren de dos componentes: estilo de extracción de RSD y grado de mecanización de la planta de recuperación de RSD.

Los estilos de extracción hacen referencia a las formas que existen para realizar la separación de los residuos sólidos domiciliarios, entre las cuales tenemos la recolección selectiva total generada principalmente por la inversión que se ha venido realizando por parte de las autoridades municipales desde hace varios años en la creación de la cultura de separación en la fuente. Aunque dicha cultura es muy difícil de crear, en los últimos 10 años se ha notado un gran avance al punto de contar con un 70% de los Barramejos separando al menos en dos bolsas plásticas los residuos sólidos domésticos, una bolsa para lo inorgánico reciclable y otra para lo orgánico. Y la recolección sin separación, que es la forma clásica de hacer la tarea de recolección. Un camión pasa y recolecta bolsas de basura en las que se mezclan todos los tipos de materiales.

En cuanto al grado de mecanización de la planta de recuperación de RSD se planteó la semiautomatizada puesto que existen en coordinación y complemento elementos tecnológicos y personas trabajando.

5.1 PREDISEÑO DE LA PLANTA

Para la implementación de una planta de transferencia que recupere materiales desde los RSU, se debe considerar los siguientes aspectos para definir un primer diseño físico de las instalaciones:

- Consideración de un diseño armónico de las instalaciones, acorde con los requerimientos de operación, es decir que la maquinaria y elementos estén dispuestos de tal forma que facilite la operación.
- Selección adecuada de las máquinas, equipos y vehículos de operación analizando las capacidades de transporte máxima permitidas (tanto en la ciudad como en carreteras y peso por eje en los camiones).
- Cumplimiento con todos los requerimientos ambientales asociados a la implementación de una planta de esta naturaleza, considerando para ello un manejo adecuado de la sanidad de los trabajadores, manejo de olores, de ruido, etc.
- Diseño adecuado para trabajar con los volúmenes de producción de residuos con tal de lograr procesar todo el flujo de entrada de desechos.

Para desarrollar el pre diseño se considerará los volúmenes de producción de residuos correspondientes al quinto año de operación de la planta, ya que es en ese año en que se considera la primera posible expansión de las instalaciones de acuerdo al crecimiento de la generación de RSD en la ciudad de Barrancabermeja.

5.2 ANALISIS DE LA UBICACIÓN

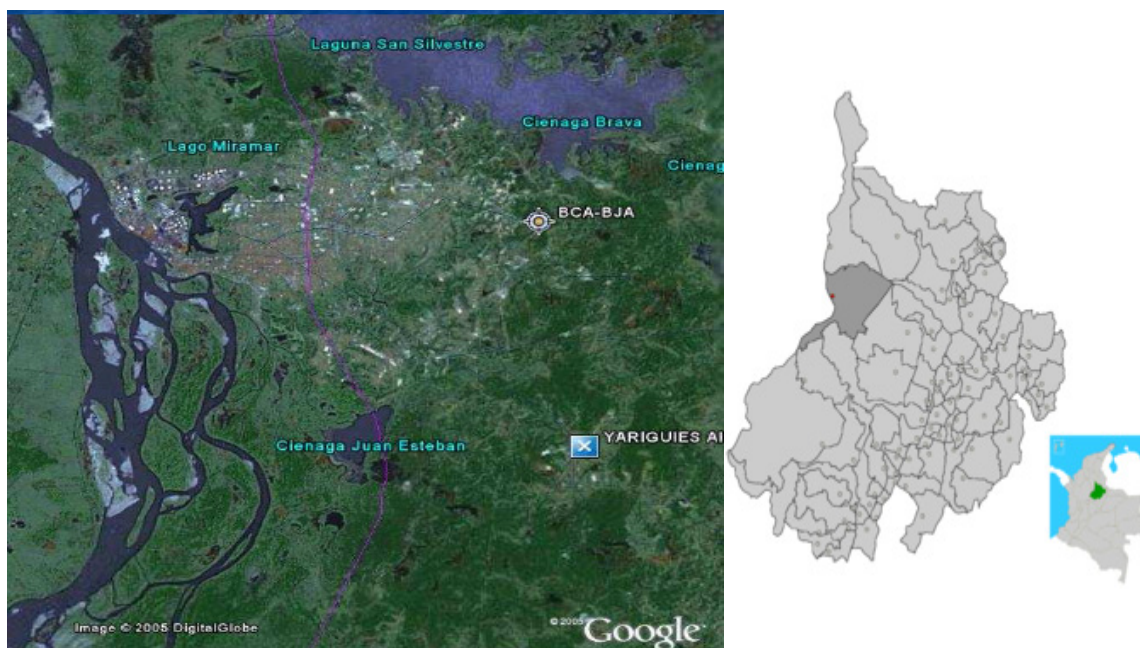
Aunque la teoría nos enfoca a que el proyecto se puede ubicar en varias regiones del país, la ubicación ha sido definida desde el nacimiento de la idea puesto que existe un hueco en el mercado de la ciudad de Barrancabermeja en cuanto a la Recuperación de RSD. Desde el punto de vista de los autores es una oportunidad de negocio y a través del presente estudio de prefactibilidad se intentará mostrar que dicha oportunidad es viable de realizar desde el punto de vista del entorno, mercado, técnico, organizacional, legal, ambiental y financiero. Por tanto la ubicación es la ciudad de Barrancabermeja, en el Grafico 5-1 se aprecia la Ubicación Geográfica.

5.2.1 Ubicación y vías de acceso

El municipio de Barrancabermeja está localizado sobre margen derecha curso medio del Río Magdalena. segunda ciudad del Departamento. Limites: Norte: Puerto Wilches, Sabana y Girón. Sur: Puerto Parra, Simacota, San Vicente Chucurí. Oriente: San Vicente de Chucurí y Betulia. Occidente: Yondó. (Antioquia), por el Río Magdalena.

Su cuenca hidrográfica mayor es el Río Magdalena, las subcuencas el Sogamoso, San Silvestre, La Cira y Oponcito y las Microcuencas El Llanito, Zarzal, Peroles y Vizcaína. Barrancabermeja está ubicada en la Provincia de Mares y cuenta con un área total (km²): 1.374,83 km²; de los cuales el 2.24 % es Área Urbana y el 97.76% es Área Rural. Temperatura 28°C. Altitud sobre el nivel del mar. 75.94 BM El Relieve al Oriente cerca al Piedemonte de la Cordillera Oriental en 150 Metros sobre el nivel del Mar y al Occidente sobre el margen del Río Magdalena en 75 Msnm.

Gráfico 25 – Localización del Proyecto (Barrancabermeja)



Fuente: Google Earth, Alcaldía de Barrancabermeja.

5.2.2 Emplazamiento

El emplazamiento de la planta de reciclaje se dará en la zona clasificada por el POT de la ciudad de Barrancabermeja puesto que de otra manera no sería viable técnica y ambientalmente ya que por el objeto del proyecto dicho emplazamiento debe estar situado fuera del límite residencial por tanto no se darán posibles alternativas para dicho emplazamiento y se realiza la elección sobre el punto central y con adecuadas vías de acceso lo que lo convierte en el optimo dentro dicha área clasificada. Se considera ubicar la planta de recuperación de RSD en terreno cercano al “Relleno Sanitario la Esmeralda” quien posee una vida útil mayor a la considerada en el proyecto, dicho emplazamiento está seleccionado estratégicamente pues permite orientarlo al sitio donde llega la materia prima requerida por el proyecto cuando éste entre en operación, dichas materias primas se encontraran a una distancia mínima lo que permite disminuir costos de

transporte. La ubicación específica del sitio permite el ingreso fácilmente ya que se encuentra ubicado en el valle del Magdalena medio, lo que se traduce en terrenos casi planos, cuenta con vías de acceso pavimentadas con emulsión asfáltica y con la ventaja de utilizar servicios como Luz, Agua y Alcantarillado. Esta localización permite la fluidez del transporte utilizado para la comercialización de los productos generados por el proyecto. Dicha área es aproximadamente 1.500m² y Las coordenadas del emplazamiento son: 7° 03' 45".00N, 73° 48' 50".30 O.

Gráfico 26 – Vista aérea del emplazamiento



Fuente: Google Earth.

5.2.3 Medio Natural

Se obtuvo información de fuentes secundaria de entidades como Corporación Autónoma de Santander (CAS), Secretaría de Planeación de Santander, Secretaría de Planeación Municipal y Secretaría del Medio Ambiente de Barrancabermeja.

- **Antecedentes del medio natural**

En 1985 Barrancabermeja contaba con un sitio para la disposición final de los residuos sólidos ubicado en el sector de Campo Gala, por la vía que conduce al corregimiento El Llanito. De esta manera se dio la disposición final de los residuos en el lote de propiedad del municipio llamado La Esmeralda. A partir del 24 de marzo de 2009, la empresa Aguas de Barrancabermeja inició la operación de la celda transitoria por un periodo de 11 a 18 meses. El relleno recibe los residuos de 374 mil habitantes representados en 150 toneladas diarias. La operación del relleno se efectúa desde las 7:00 a.m. hasta las 4:00 p.m., de lunes a domingo y el área de relleno sanitario es aproximadamente 4 hectáreas.

- **Clasificación climática del área**

Temperatura promedio diaria inferior a 95°F (35°C) durante periodos superiores a 24 horas, pero la temperatura promedio ambiente no es inferior a 70°F (21.1°C).

1. Temperatura

- Mínima temperatura de bulbo seco en invierno: 72 °F (22.22 °C).
- Máxima temperatura de bulbo seco en verano: 109 °F (42.8 °C).
- Temperatura de bulbo seco a ser usada para rateo de equipo eléctrico: 113°F/104°F (Interna/Externa).
- Variación térmica de diseño (ΔT) para cálculos estructurales: 30 °F (16.7 °C).

2. Humedad relativa

- a. Valor mínimo: 86%.
- b. Valor máximo: 88%.
- c. Valores de diseño para:
 - Ventiladores de aire: 80%.

- Cálculos de aislamiento térmico mínimo 80°F (26°C).

3. Presión barométrica

- a. Mínima: 739 mm Hg (14.2 psia).
- b. Máxima: 746 mm Hg (14.5 psia).
- c. Promedio: 14.3 psia.

4. Viento

- a. Dirección prevalente del viento: S.E.
- b. Velocidad a ser usada para cálculos de aislamiento: 4.7 mph.
- c. Máxima velocidad registrada a una altura de 10 m del suelo: 100 km/h.
- d. Velocidad básica del viento a ser usada en cálculos estructurales: 100 km/h.

5. Lluvia

- a. Caída pluviométrica 10 minutos: 101.6 mm.
- b. Caída pluviométrica 1 hora: 101.6 mm.
- c. Caída pluviométrica 12 horas: 203.2 mm.
- d. Caída pluviométrica promedio anual: 2718 mm.
- e. Intensidad pluviométrica de diseño: 101.6 mm/h.

6. Sismicidad

Ubicada en la Región 4 Zona de Amenaza sísmica intermedia según la Norma Sismo Resistente 2010.

- **Ecología del lugar**

El proyecto no compromete la ecología del lugar puesto que los RSD recibidos no generan lixiviados o algún otro tipo de desechos que contaminen aguas subterráneas, etc. Por el contrario el proyecto ayuda a la recuperación de residuos sólidos domésticos antes de ser depositados en las celdas del relleno sanitario de la ciudad de Barrancabermeja. La capacidad instalada en la planta de recuperación de RSD permitirá la recuperación de tres variables Papel / Cartón, Vidrio y Plástico, que en su conjunto se estima sea aproximadamente el 20% de

los RSD totales generados diariamente en la ciudad, lo que a mediano plazo se considera un alivio para el relleno sanitario debido a la disminución de residuos, adicionalmente la utilización de material recuperado para crear nuevos productos genera una demanda de energía más pequeña puesto que se requiere mayor consumo energético transformar materias primas vírgenes de vidrio y plástico que las ya recicladas. Por otra parte al reciclar papel estamos evitando la tala de árboles y ahorro de aproximadamente 86% del consumo en litros de agua requeridos en los procesos de tratamiento de las materias vírgenes.

A continuación se realiza una descripción de los aspectos más importantes del proyecto que pueden dañar la ecología del lugar.

- **Emisiones a la atmósfera**

El proyecto considera emisiones relacionadas con el material particulado producto de la circulación interna de camiones recolectores hacia la planta y desde ella a la zona de disposición final en el relleno sanitario. También se identifican emisiones relacionadas con los gases productos de la combustión de motores de los mismo camiones. Sin embargo dichas emisiones, aparte de originarse en lugares alejados a asentamientos humanos, por lo que no aplican normas primarias de calidad de aire y que en la zona de proyecto no existen normas secundarias aplicables, en consecuencia, este punto se considera como no significativo.

- **Efluentes y residuos líquidos**

El proyecto no considera la descarga de efluentes líquidos al ambiente, puesto que dicha descarga de efluente derivada de las aguas servidas serán vertidas al sistema de alcantarillado municipal. En consecuencia, este aspecto se considera como no significativo.

1. Residuos sólidos

El funcionamiento de la planta de RSD radica en el manejo (selección y clasificación) de residuos sólidos reciclables separados y recolectados en origen, por lo que no se considera como una actividad generadora de residuos en sí misma. Sin embargo, producto de las mismas operaciones de selección de materiales reciclables, aquellos residuos que no sean separados constituirán el flujo de rechazo de la planta, el cual, mediante cinta de derivación, será descargado en contenedores open top de 20 metros cúbicos, los cuales una vez que colmen su capacidad de recepción serán transportados por el camión de recolección de RSD hacia la zona de relleno sanitario para ser debidamente dispuestos.

En cuanto a las labores de mantenimiento, aseo y limpieza de la misma planta, es previsible que se generen ciertos residuos asimilables a domésticos los cuales serán recolectados como parte de las tareas de limpieza que la propia planta considera dentro de su programa de operación y mantenimiento. Se estima que esta generación no sobrepasa los 5 kg/día, que serán dispuestos en contenedores, para periódicamente ser evacuados y dispuestos en el mismo relleno sanitario, junto al material de rechazo de la planta. Por lo anterior, la generación de residuos sólidos en esta planta se considera no significativa, y cuando estos se generen serán debidamente almacenados en contenedores de la planta, para luego ser dispuestos en el mismo relleno sanitario.

2. Generación de ruido

El ruido generado en la planta proviene del movimiento periódico de camiones recolectores que ingresan y salen de la planta, efecto que ya se ha considerado dentro del Estudio de Impacto Ambiental. Por otro lado, también se producirá ruido producto de la propia operación de la planta, principalmente por el funcionamiento de bandas transportadoras que hacen circular los residuos a través de la planta.

En cualquier caso, el ruido generado se considera de poca intensidad y generado en una zona clasificada dentro del POT para este tipo de industria. Los aspectos específicos del lugar de trabajo serán desarrollados en conformidad al Decreto 1220 de 2005 que establece las normas sobre condiciones ambientales y sanitarias básicas para conseguir la licencia ambiental para la operación de la planta de RSD. Por todo lo anterior este aspecto se considera como irrelevante y no significativo.

3. Generación de Formas de Energía

El proyecto no considera la generación de formas de energía, radiación, vibraciones o corrientes vagabundas que puedan impactar negativamente el medio ambiente.

5.2.4 Proceso de producción

Se contempla la construcción y operación de una planta de reciclaje de residuos sólidos domiciliarios separados y recolectados en origen por el servicio de recolección que la empresa REDIBA S.A. presta en la ciudad de Barrancabermeja. Desde el punto de vista técnico – operacional, la planta de reciclaje constituye una unidad tecnológica industrial capaz de recibir una mezcla heterogénea de residuos sólidos domésticos, la cual a través de sus líneas de proceso de separación, selección y clasificación, logra ser recuperada y clasificada en diversas materias primas secundarias que son nuevamente reinsertadas en el sistema productivo, cerrando con ello un ciclo sustentable de residuos.

La planta de recuperación tendrá una línea llamada línea de separación, en la cual por medio de una banda sin fin y de una forma manual se clasificarán los RSD en tres grupos: Vidrio, Plástico y Cartón o Papel; los RSD que no estén en esta clasificación pasarán a una línea de rechazo y serán dispuestos en el Relleno sanitario.

A continuación se describirá el proceso de cada uno de los elementos que componen la planta.

- **Camiones y vehículos**

Todo camión o vehículo que deba entrar a la planta debe ser pesado cuando ingresa y sale para poder calcular el peso de los residuos que dejó en la planta. Por este motivo no sólo se realiza un proceso de pesaje sino que se identifica el camión o vehículo que está ingresando y saliendo.

- **Seguridad**

Deben existir guardias de seguridad que impidan el ingreso a la estación de transferencia a cualquier persona no autorizada.

- **Identificación**

Los camiones como vehículos que ingresen deberán identificarse llenando una planilla donde se incluye, entre otros datos. Dicha planilla será llenada finalmente por el personal de pesaje.

- **Pesaje de camiones**

Todo camión recolector como vehículo particular debe ser pesado antes de permitirle el acceso a las zonas de descarga. Para ello el personal de pesaje, luego de identificar al vehículo (paso anterior), le señalará el momento en que debe ingresar a la báscula y cuando debe bajar de ella, además de informarle hacia qué línea de proceso debe dirigirse, otorgándole luego de eso el permiso para ir hacia un área de descarga directa determinada.

Después de que el camión recolector haya dejado su carga, volverá a la zona de pesaje donde subirá nuevamente a la báscula para medir así el peso del camión y poder calcular el peso de la carga entregada. Al finalizar la medición (mismo proceso de pesaje que el de entrada) recibirá de manos del personal de pesaje el

comprobante que indica los datos de la descarga del camión (cantidad, hora de ingreso y salida, etc.). Para todo el proceso se requiere de una caseta de pesaje, una báscula y un PC.

- **Línea de separación**

1. Limpieza

La limpieza de las zonas de descarga así como de la zona de separación (tolva, mesas, cintas, etc.) debe ser diaria y se debe utilizar agua a presión. Cuadrillas de trabajadores barrerán las lozas de las zonas de descarga de la Línea de Separación (selección o recuperación de materiales) como de la Línea de Transferencia con ayuda de escobillones y mangueras. La tolva de recepción y las mesas receptoras deben ser limpiadas con permanganato como desinfectante. El suelo de la zona de separación debe recibir una limpieza similar a la que se le hacen a las zonas de descarga.

2. Descripción proceso línea de separación

El camión recolector, luego de ser pesado y destinado a la Línea de Separación, se dirige por los caminos internos de la planta hasta la zona de descarga de la línea nombrada. Al acceder a ella debe verter su contenido en el área de descarga señalada por el encargado, luego desciende de la zona de descarga para dirigirse hacia la salida, donde antes de salir debe proceder con la medición del peso del vehículo transportador.

Por otro lado, los residuos se irán acumulando en la tolva de recepción. Cuando comiencen a trabajar las cintas de separación, se abrirán las compuertas que se encuentran en la base de la tolva. Con ello caerán residuos y bolsas sobre las mesas receptoras. Los encargados de abrir las bolsas comenzarán a rasgarlas y depositar su contenido sobre las cintas transportadoras, dejando los restos de las bolsas dentro de receptáculos ubicados al costado de la zona de preparación, primer tramo de la cinta transportadora. Para esta labor los operarios deben usar

un overol, zapatos de seguridad, casco, protectores auditivos, mascarilla y guantes.

Cuando los residuos se encuentran sobre las cintas de separación comenzarán a avanzar y a ser manipulados por los diferentes segregadores que trabajan en las cintas. Si un elemento es de un material que se deba separar, el operario especializado en dicho material lo tomará y lo introducirá su respectivo receptáculo asignado. Los segregadores para cumplir con su tarea deben trabajar con un overol, zapatos de seguridad, mascarillas, gafas de seguridad y guantes. Además cada uno debe tener asignado un receptáculo de separación.

Si un receptáculo se llena, el segregador avisará al personal de manejo de receptáculos, el cual traerá un receptáculo vacío y llevará el lleno hasta una zona de acceso para el montacargas. Ahí esperará hasta que dicho montacargas llegue a buscarlo, insertará sus lanzas en las canaletas del receptáculo, lo trasladará y vaciará el contenido de éste dentro del contenedor. Una vez vaciado el material, el montacargas llevará el receptáculo hasta la misma zona donde lo recogió o donde el personal de manejo de receptáculo le indique. En cada contenedor abra un clasificador especializado el cual de acuerdo con su asignación realizara la separación específica del material, esta clasificación se detallará más adelante. Una vez clasificado el material, este será compactado (para el caso del plástico, cartón y papel) en la máquina compactadora. Una vez compactado y en bloques (Pacas), estos serán llevados a la zona de acopio donde se almacenaran hasta que sean llevados a la venta. Para el caso del vidrio, este será depositado en contenedor open top de 20 metros cúbicos para su posterior comercialización.

En el caso en que el material que viaja sobre la cinta no sea reciclable, éste avanzará hasta que se termine la cinta y caerá dentro de un receptáculo de rechazo. Cuando éste se llene el montacargas insertará sus lanzas en las canaletas del receptáculo y vaciará el contenido de éste dentro de uno de los

camiones que traen los RSD para ser llevados al Relleno sanitario. En el gráfico No. 27 se ilustra dicho proceso.

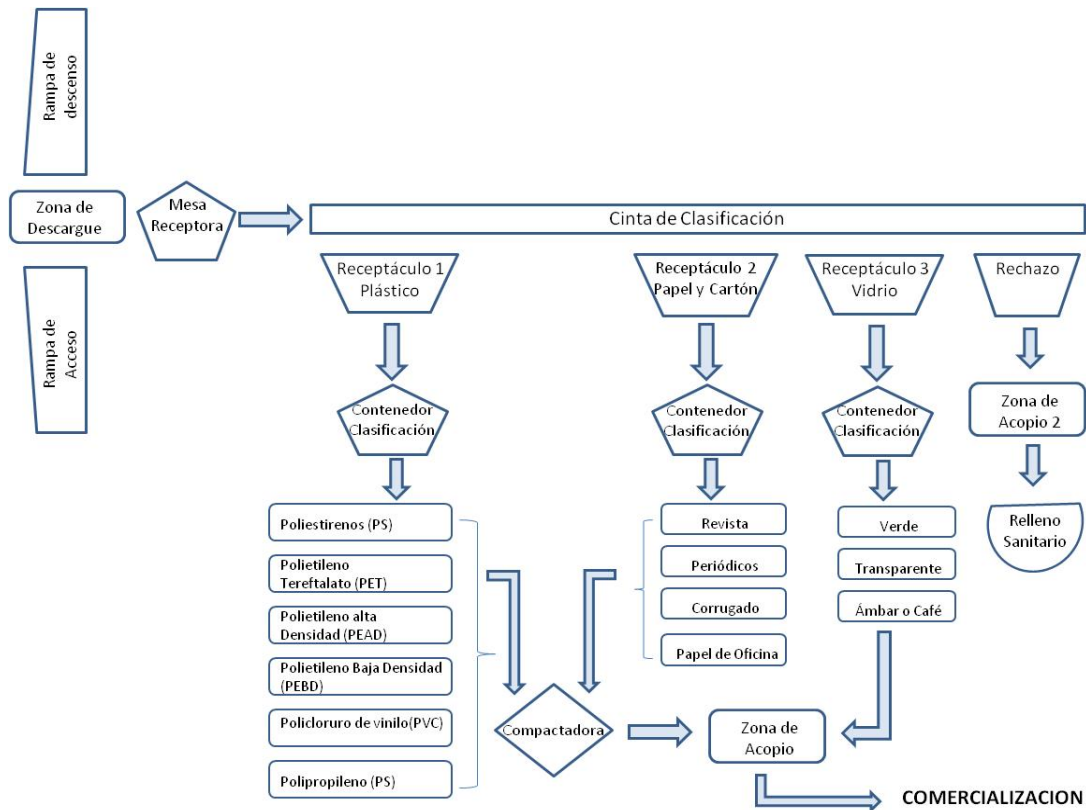
Para la determinación de este criterio se adoptó consulta a expertos en el tema de manejo de residuos así como de manejo de materiales, a fin de utilizar conceptos relativos a los temas mencionados y aprovechar la experiencia de dichas personalidades.

El director de la secretaría de Medio Ambiente de la ciudad de Barrancabermeja en entrevista con los autores, señaló que:

"...el manejo de los residuos sólidos dentro de una planta de recuperación de materiales requiere de cierto número de maquinaria como son cintas transportadoras, tamices, molinos, maquinas compactadoras, entre otros. Por tal motivo se debe tener en cuenta dentro de un criterio de prefactibilidad aspectos como la energía consumida, la flexibilidad para adaptarse, la valorización de los materiales a separar, y la cantidad de residuos que se tratarán...". También sostiene que "...las alternativas de configuración de la planta no divergen en lo que se refiere a aspectos técnicos, por lo que un criterio de prefactibilidad para este estudio debe tomar en cuenta la cantidad de desperdicios a tratar por día y el costo de inversión de equipos necesarios para cumplir con la separación...".²⁵

²⁵ Isaac López Cortés

Gráfico 27 - Sistema de Clasificación de RSD



Fuente: [Elaboración Propia].

3. Proceso de clasificación de RSD

Clasificación del plástico

Para la clasificación del plástico el clasificador debe retirar contaminantes que tengan los elementos plásticos tales como Etiquetas, tapas, anillos, partes metálicas y material orgánico. Una vez retirados los contaminantes, este debe identificar los plásticos por familias teniendo en cuenta la siguiente clasificación:

Familias de plásticos

Dependiendo de la resina utilizada, el material plástico puede estar fabricado de: polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (PEAD), polietileno de baja densidad (PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS), entre otros. No todos ellos se pueden reciclar debido a las condiciones necesarias que requieren las materias primas, aunque algunos como el PEAD reciclado llega a tener una pureza de alrededor del 99 %, lo que lo hace tan bueno como el PEAD virgen. A continuación se describe la principal utilización de cada uno de ellos²⁶.

- PET (1): De este material se fabrican botellas de bebidas, aceites; envases en general; alfombras; refuerzos para neumáticos; cintas de video y audio. Su reciclaje se puede utilizar en textiles para bolsas; lonas; velas náuticas y alfombras; ropa de vestir; cuerdas e hilos y espumas aislantes.
- PEAD (2): De este material se fabrican bidones de leche y agua; botellas de detergentes, alimentos y cosméticos; juguetes; enseres domésticos; caños para agua y gas. Al reciclarlo se ocupa como materia prima para la obtención de bolsas; botellas de detergente; caños y sustitutos de la madera.
- PVC (3): Es utilizado para la fabricación de cañerías; tarjetas de crédito; juguetes; productos médicos; pisos y marcos de ventanas; aislamiento para cables y botellas. Al reciclarlo se ocupa para muebles de jardín; zapatos; contenedores; caños; barandas.
- PEBD (4): Con este tipo de polietileno se fabrican bolsas de basura, cintas plásticas, envases tipo sachets, películas para envolver, etc. La materia prima reciclada se ocupa para crear nuevas bolsas de basura; membranas aislantes de la humedad y películas para agricultura.

²⁶ El número entre paréntesis representa el código internacional usado para indicar cada tipo de material

- PP (5): Se usa para tapas y golletes de los envases de mayonesa y salsas; tapas de las bebidas; contenedores de yogurt y margarina; batería y piezas para automóviles; medicina; envases para microondas; artículos para el hogar. Su reciclado sirve para crear textiles; sillas; contenedores y piezas de automóviles.
- PS (6): Se usa para la fabricación de envases para componentes electrónicos y eléctricos; botellas de fármacos; envases lácteos; vajilla de aviones; casetes y discos compactos; paneles aislantes; artículos de librería. Con este material reciclado se produce bandejas; accesorios de oficina y aislamientos térmicos.

A simple vista es difícil determinar la diferencia de un plástico a otro. Para identificarlos, cada uno de ellos lleva impreso o en alto relieve, el símbolo del reciclaje con un número en su interior tal como se ilustra a continuación:

Gráfico 28 – Identificación de los plásticos por familias



Fuente: [Elaboración Propia].

Clasificación del vidrio

Una clasificación general es la que divide a los vidrios en tres grupos: verde, ámbar o café y transparente. El proceso de reciclado luego de la clasificación del vidrio requiere que todo material ajeno sea separado como son tapas metálicas y etiquetas, adicionalmente el clasificador debe conocer cual e identificar cuáles son adecuados para ser reciclados y cuáles no deben serlo.

Tipos de vidrio de desecho adecuado para ser reciclado

- Pedazos rotos de una fábrica o taller de vidrio
- Pedazos rotos de una planta embotelladora
- Botellas y jarros de comidas usados.
- Loza de vidrio y utensilios del hogar, tales como jarrones.

Los que nunca se deben incluir:

- Ventanas y parabrisas de automóviles o camiones.
- Vidrios de las luces traseras y direccionales de vehículos
- Bombillas eléctricas
- Objetos de vidrio de color fuerte
- Vidrio revestido de alambre.
- Vidrio de venta roto
- Espejos
- Farolas de carros

Clasificación del papel y cartón

El papel y el cartón deben ser cuidadosamente seleccionados debido a que este es el material más susceptible de ser contaminado o ensuciado en su transporte hacia la planta, y si el papel o cartón a reciclar no es limpio deja de ser propicio para ser reutilizado. El clasificador, además de la limpieza, debe tener en cuenta también los siguientes grupos y hará su clasificación de acuerdo con ellos:

Papel de oficina

Papel blanco 1: Papeles y cartulinas blancas (fabricados 100% con celulosas blancas), sin impresión, sin repelente de humedad y sin colorear en la masa.

Papel blanco 2: Papeles y cartulinas blancas (fabricados 100% con celulosas blancas) sin o con baja impresión, sin repelente de humedad y sin colorear en la masa. Por ejemplo: cartas, fotocopias, hojas de cuaderno, fax, etc.

Papel blanco 3: Papeles y cartulinas blancas (fabricados 100% con celulosas blancas) sin o con baja impresión, sin repelente de humedad y sin colorear en la masa. Por ejemplo: magazines, carteles promocionales, etiquetas, envases, etc.

Revistas

Mixto especial: Papeles con alta impresión y color en la masa, por ejemplo, despunte de imprentas, carteles, avisos, despunte de envases, papeles de oficina, formularios continuos, etc.

Revistas: Papeles con alta impresión, de colores intensos y color en la masa.

Mixto 2: Papeles y cartulinas blancas y coloreadas en la masa con tonos pasteles (fabricadas 100% con celulosas blancas) sin repelente de humedad y altamente impresos, por ejemplo, copias de facturas, sacos de papel, envases, boletas de color, copias de boletas, revistas, papeles de colores para oficinas, formularios continuos de color, despunte de imprentas.

Corrugado o cartón

Cartón corrugado: Cajas de cartón corrugado con y sin impresión.

Duplex: Cartulinas compuestas por una cara fabricada con celulosa blanca y la otra con celulosa kraft cruda, impresas y sin repelente de humedad, por ejemplo, tapas de cuaderno, envases de remedio, envases de detergente, envases de alimentos, etc.

Kraft: Papeles Kraft con o sin impresión, por ejemplo, sacos multipliegos con alto contenido de fibra kraft, envases de papel kraft.

Periódicos

Diario: papel de periódicos.

Papel y cartón que no debe ser reciclado

- Papeles sucios como papel higiénico, servilletas, cajas de tortas, etc.
- Papel diamante y papel mantequilla.
- Papel de calco o plastificado.
- Papel o cartón gofrado o encerado.

5.2.5 Descripción de insumos y productos

En la Línea de Separación ingresarán los RSD que se generan, partimos de la premisa de tratar con RSD separados en la fuente con la característica de ser materiales inorgánicos. La Densidad²⁷ de la basura al ingresar la cinta de recolección es de 0,3 ton/mt³

Este material constará de envases de vidrio, tetrapack, plásticos, papeles y cartones, latas de aluminio, artículos de plástico, piedras, entre otros. Los segregadores retirarán de esta masa de materiales los que son factibles de reciclar y por el final de las cintas saldrá el rechazo de la línea o lo que no se recuperará. Por este motivo existen dos productos en esta línea productiva, los que se describirán a continuación:

- **Rechazo**

Este conjunto de materiales estará compuesto de materiales que no son factibles de reciclar porque no hay mercado o porque técnicamente es muy complicado hacerlo. Además, los trabajadores tienen un rendimiento asociado a su trabajo y las metas de separación no son tan grandes como para requerir todo el material disponible de los elementos reciclables. Un ejemplo de esto es el caso del papel, ya que la meta diaria de separación es bastante menor que la cantidad de papel

²⁷ Fuente: Rediba S.A, Densidad promedio de acuerdo con cálculos históricos.

que entra a las cintas, por lo que gran parte de este material, factible de reciclar, saldrá como parte del rechazo de la línea. Si bien, físicamente este conjunto de materiales es similar al insumo que entró a la línea, sufre cambios en su composición y su densidad por culpa del manejo que hicieron de ellos los segregadores.

1. Materia inorgánica separada

Estos elementos son el producto del trabajo de los segregadores sobre el conjunto de basura inorgánica que entra a las cintas de separación. Ellos salen clasificados en papel/cartón, vidrio, plásticos. El sólo proceso de separarlos del resto del material presente en el grupo inorgánico de la basura de la ciudad de Barrancabermeja les agrega valor ya que de este modo dejan de ser residuos y pasan a ser sustitutos de la materia prima virgen. Las características principales de estos productos es que son materiales limpios, de un solo tipo y sin contaminación (humedad excesiva, resto de pinturas y otros elementos que no permitan el reciclaje de ellos, etc.). Además de esto, su densidad respecto a la del conjunto de materiales que entran como insumo es diferente y viene dado por las características de cada uno de dichos elementos.

5.2.6 Determinación de servicios externos

El núcleo del negocio de planta será el manejo de los RSD de la ciudad de Barrancabermeja, pero para ello se requiere de muchas actividades anexas, que no son primordiales para el cumplimiento de los objetivos planteados, y que, por lo tanto, es mayormente conveniente que sean realizadas por empresas externas especializadas. Estas actividades serán identificadas a continuación:

- **Seguridad**

Para esta actividad existe en el mercado una gran cantidad de posibles proveedores por lo que los precios para obtener un buen servicio de seguridad son buenos (precios de mercado). Además, si se contratasen directamente se

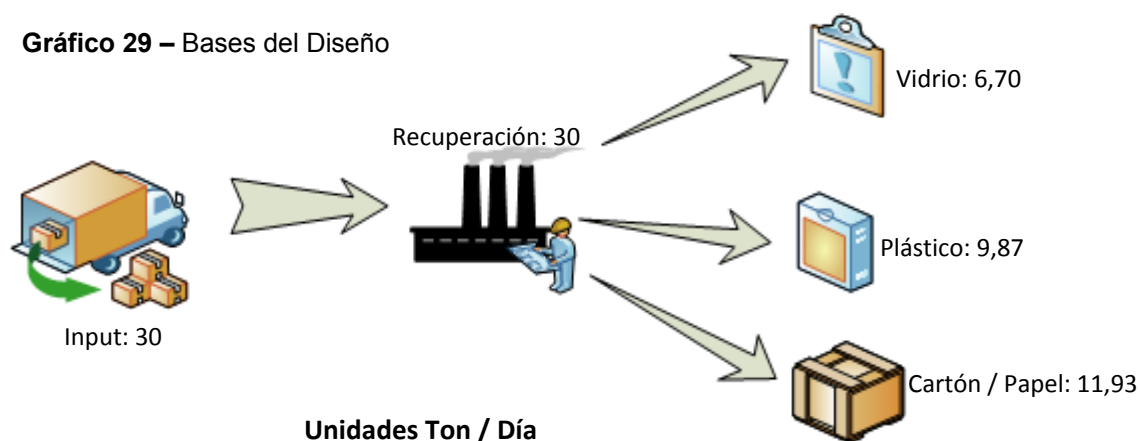
deberían capacitar, comprar elementos necesarios, y la curva de aprendizaje complicaría las primeras semanas de funcionamiento, por lo que es ideal que este servicio sea realizado por una empresa externa dedicada a la seguridad.

- **Limpieza**

Todas las instalaciones deben ser limpiadas frecuentemente para lograr ofrecer un grato y sano ambiente de trabajo. Además por ser un lugares donde se manejan RSD se consideran focos de contaminación por tanto, este proceso es vital para el funcionamiento de la Planta. La limpieza de oficinas, baños, así como la de las zonas de descarga y los elementos de la Línea de Separación (tolva, mesas receptoras, cintas, suelo de la zona de separación, etc.) deben ser realizadas a diario. Al igual que en los casos anteriores, existen empresas que sólo se dedican a ofrecer estos servicios por lo que estos procesos de limpieza conviene encargados a empresas externas.

5.2.7 Tamaño de la planta

Gráfico 29 – Bases del Diseño



Fuente: [Elaboración Propia].

- **Bases del diseño**

De acuerdo con el Estudio de Mercados elaborado por los autores en la presente Monografía, El Input estimado es 30 Ton / Día equivalente a un 73% de cobertura mínima de recolección de residuos sólidos como se explicó en el Estudio del Entorno. Dicho Input es posible de alcanzar con una disponibilidad de 10 camiones con capacidad de 3 toneladas al día. La recuperación máxima de RSD en la planta o Capacidad instalada es 30 toneladas diarias distribuidas en tres variables Output, dicho output considera el 95% RSD recuperables y el 5% restante equivale a los RSD rechazados. En conclusión se estima recuperar como mínimo Vidrio: 6,70, Plástico: 9,87, Cartón / Papel: 11,93 Ton / día. El área aproximada es 15.000 m² (1,5 Hectáreas) y no se considera la producción de compostaje ni emisión de lixiviados dada la consideración de separación en la fuente.

- **Capacidad productiva**

La metodología que se utilizará consta del análisis cualitativo de las tres variables consideradas Papel / Cartón, Plástico y Vidrio, además de un análisis cuantitativo utilizando el software Excel para el manejo de tablas interrelacionadas y tablas dinámicas de datos. De esta manera se analizan los aspectos generales, los datos obtenidos, el procesamiento de RSD en la planta, el diseño físico necesario para cada sección productiva y las capacidades ociosas estimadas, considerando a su vez un diseño de planta escalable con el fin para aumentar la capacidad de recuperación de la planta fácilmente.

1. Aspectos generales

La capacidad productiva de la planta de recuperación de RSD se calculará de modo de que pueda atender perfectamente los 5 primeros años de funcionamiento, tiempo en el cual se realizará una reinversión para cubrir los requerimientos de los siguientes 5 años. Al cabo de dicho período se hará una

nueva reinversión para aumentar la capacidad de recuperación de modo de mantener el nivel de servicio en la planta. Esto debido a que el mercado de los materiales recuperados para reciclaje es nuevo en el país y las acciones de las pocas empresas que reciclan en gran medida en Colombia puede afectar el funcionamiento de esta línea (monopolio). Además de esto un cambio en las leyes puede influir también en el reciclaje, ya sea incentivándolo o no, por lo que construir y adquirir los equipos necesarios para tener la capacidad productiva necesaria para cumplir con las expectativas finales del Proyecto no es una decisión muy acertada, por tanto usar reinversiones en un tiempo considerable, permitirá decidir de mejor forma cómo y cuánto se deberá reinvertir basándose en la experiencia de los años anteriores. Por esto es que los datos usados son los valores proyectados de generación de basura para el año 2010, 2015, 2021 bajo el supuesto de un sistema de extracción de basura domiciliaria sin cambios en ese período (nivel de servicio, días y horas de recolección, camiones usados, etc.), la proyección de camiones que diariamente van a llegar a la planta de transferencia.

Para poder diseñar la planta de transferencia y específicamente la Línea de Separación se debe calcular el flujo necesario de separación de materiales por día. Para ello se analiza las tablas consideradas en el estudio de mercados en cuanto a la Proyección de la generación de cada compuesto para 15 años para la Planta de recuperación de RSD y la cantidad estimada de satisfacción de la demanda de cada uno de ellos, se calculan las metas diarias de separación dividiendo la estimación de demanda satisfecha por los días al año que se trabajará en cada grupo. A continuación se muestran las tablas citadas.

Tabla 45 - Proyección de la generación de cada compuesto para 15 años.

Año	Papel/Cartón (ton/año)	Plástico (ton/año)	Vidrio (ton/año)	TOTAL (ton/año)	TOTAL (ton/día)
2010	4.503,4	3.728,5	2.530,1	10.762,0	30
2011	4.811,6	3.944,6	2.874,8	11.631,1	32
2012	4.917,1	4.031,10	2.937,83	11.886,0	33
2013	5.024,9	4.119,45	3.002,22	12.146,6	34
2014	5.135,0	4.209,75	3.068,03	12.412,8	34
2015	5.247,6	4.302,02	3.135,28	12.684,9	35
2016	5.362,6	4.396,31	3.204,00	12.962,9	36
2017	5.480,1	4.492,68	3.274,23	13.247,0	37
2018	5.600,3	4.591,15	3.345,99	13.537,4	38
2019	5.723,0	4.691,78	3.419,33	13.834,1	38
2020	5.848,5	4.794,62	3.494,28	14.137,4	39
2021	5.976,6	4.899,71	3.570,87	14.447,2	40
2022	6.107,6	5.007,11	3.649,14	14.763,9	41
2023	6.241,5	5.116,86	3.729,12	15.087,5	42
2024	6.378,3	5.229,01	3.810,86	15.418,2	43
2025	6.518,1	5.343,63	3.894,39	15.756,1	44

*Fuente: [Elaboración propia]***Tabla 46 -** Proyección Demanda Anual Papel / Cartón (ton/día)

Año	Ingreso Planta (ton/año)	Recuperado (ton/año)	Rechazo (ton/año)	Recuperado (ton/día)	Rechazo (ton/día)	Demanda (ton/día)
2010	4.503,40	4.278,26	225,17	11,88	0,63	85,63
2011	4.811,60	4.571,06	240,58	12,7	0,67	87,35
2012	4.917,10	4.671,25	245,86	12,98	0,68	89,09
2013	5.024,90	4.773,64	251,24	13,26	0,7	90,87
2014	5.135,00	4.878,27	256,75	13,55	0,71	92,69
2015	5.247,60	4.985,20	262,38	13,85	0,73	94,55
2016	5.362,60	5.094,47	268,13	14,15	0,74	96,44
2017	5.480,10	5.206,13	274,01	14,46	0,76	98,37
2018	5.600,30	5.320,25	280,01	14,78	0,78	100,33
2019	5.723,00	5.436,86	286,15	15,1	0,79	102,34
2020	5.848,50	5.556,03	292,42	15,43	0,81	104,39
2021	5.976,60	5.677,81	298,83	15,77	0,83	106,47

Año	Ingreso Planta (ton/año)	Recuperado (ton/año)	Rechazo (ton/año)	Recuperado (ton/día)	Rechazo (ton/día)	Demanda (ton/día)
2022	6.107,60	5.802,26	305,38	16,12	0,85	108,6
2023	6.241,50	5.929,44	312,08	16,47	0,87	110,78
2024	6.378,30	6.059,41	318,92	16,83	0,89	112,99
2025	6.518,10	6.192,22	325,91	17,2	0,91	115,25

Fuente: [Elaboración propia]

Tabla 47 - Proyección Demanda Anual Plástico (ton/día)

Año	Ingreso Planta (ton/año)	Recuperado (ton/año)	Rechazo (ton/año)	Recuperado (ton/día)	Rechazo (ton/día)	Demanda (ton/día)
2010	3.728,50	3.542,10	186,4	9,84	0,52	79,93
2011	3.944,60	3.747,40	197,2	10,41	0,55	85,53
2012	4.031,10	3.829,50	201,6	10,64	0,56	91,52
2013	4.119,50	3.913,50	206	10,87	0,57	97,92
2014	4.209,70	3.999,30	210,5	11,11	0,58	104,78
2015	4.302,00	4.086,90	215,1	11,35	0,6	112,11
2016	4.396,30	4.176,50	219,8	11,6	0,61	119,96
2017	4.492,70	4.268,00	224,6	11,86	0,62	128,36
2018	4.591,10	4.361,60	229,6	12,12	0,64	137,34
2019	4.691,80	4.457,20	234,6	12,38	0,65	146,95
2020	4.794,60	4.554,90	239,7	12,65	0,67	157,24
2021	4.899,70	4.654,70	245	12,93	0,68	168,25
2022	5.007,10	4.756,80	250,4	13,21	0,7	180,03
2023	5.116,90	4.861,00	255,8	13,5	0,71	192,63
2024	5.229,00	4.967,60	261,5	13,8	0,73	206,11
2025	5.343,60	5.076,40	267,2	14,1	0,74	220,54

Fuente: [Elaboración propia]

Tabla 48 - Proyección Demanda Anual Vidrio (ton/día)

Año	Ingreso Planta (ton/año)	Recuperado (ton/año)	Rechazo (ton/año)	Recuperado (ton/día)	Rechazo (ton/día)	Demanda (ton/día)
2010	2.530,10	2.403,60	126,5	6,68	0,35	75,9
2011	2.874,80	2.731,10	143,7	7,59	0,4	86,24
2012	2.937,80	2.790,90	146,9	7,75	0,41	88,13
2013	3.002,20	2.852,10	150,1	7,92	0,42	90,07
2014	3.068,00	2.914,60	153,4	8,1	0,43	92,04
2015	3.135,30	2.978,50	156,8	8,27	0,44	94,06
2016	3.204,00	3.043,80	160,2	8,45	0,44	96,12
2017	3.274,20	3.110,50	163,7	8,64	0,45	98,23
2018	3.346,00	3.178,70	167,3	8,83	0,46	100,38
2019	3.419,30	3.248,40	171	9,02	0,47	102,58
2020	3.494,30	3.319,60	174,7	9,22	0,49	104,83
2021	3.570,90	3.392,30	178,5	9,42	0,5	107,13
2022	3.649,10	3.466,70	182,5	9,63	0,51	109,47
2023	3.729,10	3.542,70	186,5	9,84	0,52	111,87
2024	3.810,90	3.620,30	190,5	10,06	0,53	114,33
2025	3.894,40	3.699,70	194,7	10,28	0,54	116,83

Fuente: [Elaboración propia]

Para saber la cantidad diaria de entrada de cada material a la planta de transferencia se usó el porcentaje promedio de basura domiciliaria generada por los estratos Bajos, Medio y Alto dados por la Metodología de Diseño para la Recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: Sistemas de Caja Fija (SCF) del grupo de investigación en Ingeniería Ambiental – GIIAUD de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

En la tabla No. 49 se detalla el requerimiento de camiones con capacidad de 3 Ton por año de acuerdo con la capacidad de entrada de RSD a la planta de recuperación.

Tabla 49 - Proyección Demanda Camiones (capacidad camión 3Ton)

Año	Total (ton/día)	No. Camiones	Año	Total (ton/día)	No. Camiones	Año	Total (ton/día)	No. Camiones
2010	30	10	2016	36	12	2022	41	14
2011	32	11	2017	37	13	2023	42	14
2012	33	11	2018	38	13	2024	43	15
2013	34	12	2019	38	13	2025	44	15
2014	34	12	2020	39	13	<i>Fuente: [Elaboración propia]</i>		
2015	35	12	2021	40	14			

Si se analiza el requerimiento de camiones que entregan la materia prima para el proceso de separación de RSD, se puede apreciar que alrededor de la mitad de los camiones que entran a la planta deben abastecer a las cintas de separación. Esto hace complejo el proceso de abastecimiento de las líneas ya que se considera laborar en un sólo turno, para esto se plantea la acumulación de RSD en una tolva de recepción de gran tamaño.

5.2.8 Tecnología

- **Premisas del diseño**

A continuación se describen algunas premisas que los autores consideran para el diseño de la planta de RSD

1. Seguridad para las personas. Se requiere el uso de máquinas e instalaciones que garanticen la integridad de las personas para lo cual se adquirirán máquinas automáticas incluyendo capacitaciones para los operarios y charlas de seguridad que permitan minimizar el riesgo de accidentes por desconocimientos de funcionamiento y/o manejo.
2. Salud Ocupacional. Adecuada protección del personal y charlas diarias en pro de generala cultura de utilización adecuada de EPP.
3. Minimizar impacto ambiental.

- **Equipamiento básico de la planta**

Sin que el siguiente listado sea una expresión restrictiva del equipamiento que tendrá la planta de reciclaje de RSD, se puede encontrar el siguiente equipamiento:

4. Tolva de recepción y alimentación del sistema
5. Equipo de desgarre y abertura inicial de bolsas
6. Bandas transportadoras entre las unidades de separación y selección
7. Plataforma de selección manual
8. Equipos de compactación (prensa)

- **Tipo de procesamiento línea de separación**

La metodología asociada a la separación de materiales inorgánicos se basa en el método de "retiro", es decir, se saca de la cinta transportadora sólo lo que sirve para reciclar. En este caso los operarios estarán especializados en un tipo de material, es decir, sólo separarán un material específico. El rechazo de las Líneas de Separación deberá ser transportado al relleno sanitario por lo que al final de las cintas se encontrará un frente de trabajo de transferencia (camión de transporte).

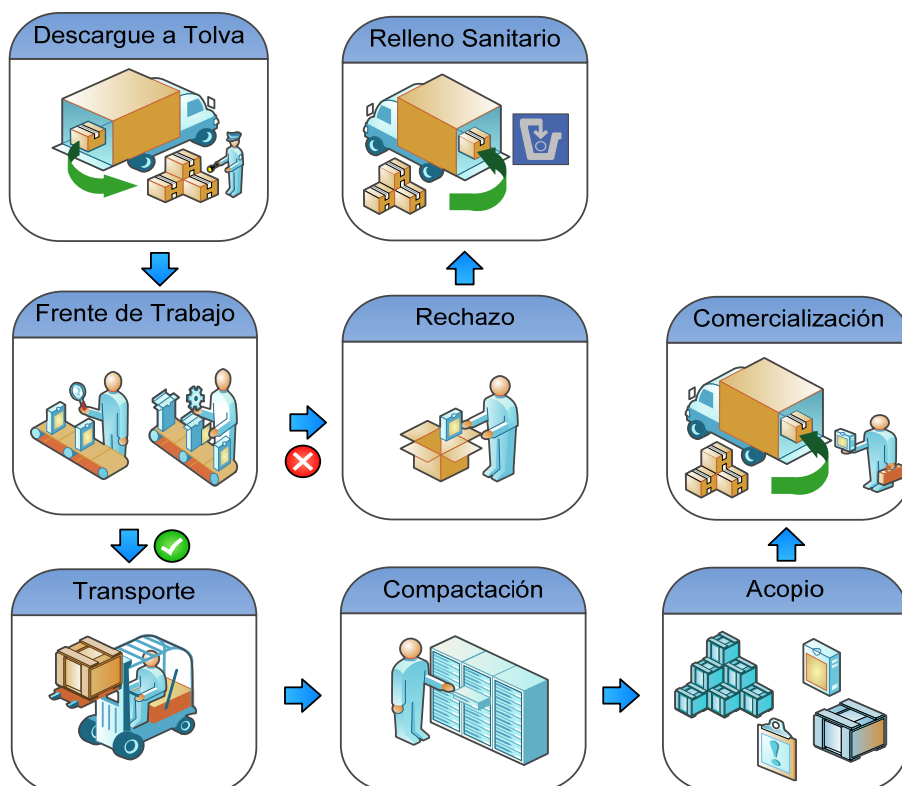
- **Determinación del diseño físico línea de separación**

El diseño físico de la Línea de Separación consta de una zona de descarga de los camiones recolectores, una tolva de recepción, mesas receptoras, dos cintas transportadoras, receptáculos para operarios y para rechazos, montacargas, contenedores para el material separado, maquina compactadora, zonas de acopio y flota de camiones. En el gráfico No. 30 se muestra el diagrama de proceso de recuperación de RSD.

En resumen, la planta de recuperación de RSD funciona bajo la siguiente secuencia operativa:

Ingreso y Registro de camiones, Área Operativa 1: Descarga de residuos y alimentación al sistema, Área Operativa 2: Desgarre de bolsas y desagregación de residuos, Área Operativa 3: Separación manual de residuos bolsas y desagregación de residuos, Área Operativa 4: Prensado y Almacenamiento de materiales reciclables, Área Operativa 5: Disposición del material de rechazo.

Gráfico 30 - Diagrama de Proceso de Recuperación de RSD



Fuente: [Elaboración propia]

1. Tolva

Se requiere una tolva de recepción que permita apilar los residuos que traen los camiones recolectores y de esta manera permitir que las cintas de separación puedan trabajar continuamente a lo largo de un turno. Se estimó que se debe

acumular el contenido de 10 camiones con capacidad de 3 Ton, aproximadamente 100 mt³.

La tolva debe tener forma de Artesa (bebedero de caballos) con una sección transversal con forma de un trapecio isósceles. Debe poseer dos compuertas que se accionan de forma hidráulica o mecánica para poder descargar los residuos acumulados en ella. La tolva es estática (fija) por lo que no requiere algún tipo de mecanismo para moverla. El material de construcción de ella debe ser acero inoxidable.

2. Cinta transportadora

Las cintas transportadoras deben ser de acero inoxidable, con huincha de caucho, deben estar a una altura desde el piso aproximada a los 1,2 metros, su trayecto es completamente horizontal y sin quiebres (curvas), y debe ser capaz de transportar su carga a velocidades que están dentro del rango de 1 mt/min a 7 mt/min. la velocidad con la cual trabajará este elemento es de 4,5 mt/min y para cubrir la demanda requerida serán necesarias 2 unidades.

En la tabla No. 50 se encuentran algunas especificaciones mínimas para la capacidad de la cinta transportadora.

Tabla 50 - Capacidad de la cinta transportadora

ALTURA RSD SOBRE CINTA [CM]	ANCHO CINTA [CM]	VELOCIDA D CINTA [MT/HR]	FACTORES	ÁREA NOMINAL TRANSVERSA L [MT ²]	CAUDAL CINTA [MT ³ /H R]	PESO CINTA [TON/HR]	VELOCIDAD CINTA [MT/MIN]
15	100	270	7,79	0,12663	34,1901	13,676	4,5

Fuente: [Manual McGraw Hill de Reciclaje]

Teniendo la cantidad de trabajadores que laborarán en las cintas transportadoras se puede calcular el largo de cada una de ellas. Se adoptó el modelo del libro Manual McGraw Hill de Reciclaje donde se muestran características para una óptima operación en la cinta transportadora, ver Tabla No. 50 y 51 y Gráfico No. 31.

Tabla 51 – Zonas para la Cinta Transportadora

ZONA	DESCRIPCIÓN
SEGURIDAD I	Considerada a 0,5 mts desde el inicio de la cinta
PREPARACIÓN	3 mts de trabajo para el personal que rompe las bolsas y el segregador de voluminosos.
INTERMEDIA	1 mt. de distancia para diferenciar la zona de preparación de la zona de separación
SEPARACIÓN	14 mts para realizar la clasificación de materiales
SEGURIDAD II	2 mts antes del término de la cinta

Fuente: [Manual McGraw Hill de Reciclaje]

Gráfico 31 - Esquematzación de la cinta de separación



Fuente:[Elaboración Propia].

3. Mesas receptoras

Estos elementos deben ser de acero inoxidable, resistente a los golpes (puede tener un sistema de contraviga), barandas de poca altura y una compuerta que se abra hacia abajo (que quede horizontal). Las medidas propuestas son 3,5 de ancho x 3,5 de largo y estar a 1,3 metros de altura desde el suelo.

La funcionalidad de estas mesas es recibir las bolsas y basura que caerán al abrir las compuertas de la tolva receptora para que los operarios encargados de abrir

las bolsas puedan realizar su trabajo. Por ello deben estar ubicadas debajo de las compuertas de la tolva de recepción. Se requieren 2 mesas receptoras, una por cada compuerta de la tolva.

4. Receptáculos de rechazo

Receptáculos con capacidades de 4 mt³ aproximadamente, con medidas en la boca de 1,5 mts x 2,6 mts, en la base de 1,5 mts x 2,5 mts y una altura de 1 mt. Deben tener ruedas para ser movidos manualmente y un sistema de canaletas laterales para ser transportado por un montacargas. Se colocan al final de las cintas de separación. Se deben tener en una cinta transportadora un máximo de 2 receptáculos de rechazo.

5. Receptáculos de separación

Receptáculos con capacidades aproximadas a 1 mt³, con medidas en la boca de 1 mt x 1 mt, en la base de 0,9 mt x 1 mt y una altura de 1 mt. Al igual que los anteriores deben tener ruedas para ser movidos manualmente y un sistema de canaletas laterales para ser transportado por un montacargas. Se disponen en los costados de las cintas de separación.

Respecto a la cantidad de receptáculos de separación se consideran 17 de acuerdo con la máxima cantidad de puestos de trabajo para las labores de separación y 14 por cada puesto de trabajo y 3 adicional para intercambio cuando alguno se haya llenado.

6. Montacargas

Montacargas o “Hyster” como se denomina a nivel industrial en Colombia, deben tener capacidad de levante de al menos 2,5 toneladas y poseer "sistema de volteo" o "lanzas de volteo", sistema capaz de voltear el receptáculo para poder vaciar su contenido. La funcionalidad de los montacargas es transportar y vaciar los contenidos de los receptáculos, sean éstos de rechazo como de separación.

Se requiere un montacargas para trabajar en la cinta de separación, apilar la carga en la bodega y en general cualquier actividad que requiera de fuerza mayor a la capacidad humana.

7. Contenedores de material separado

Estos contenedores son como tolvas desmontables que se depositan en el suelo y cuando se llenan son cargadas en un camión con sistema Ampli Roll (gancho hidráulico de levante). Estos contenedores tienen en promedio capacidad para 40 mt³. Se requiere 2 de ellos uno para almacenar el vidrio y otro para el material de rechazo.

8. Compactadora

La máquina compactadora de residuos se utiliza para prensar materiales residuales o desperdicios, especialmente basuras compactables, minimizando la repercusión de incidencias medio ambientales y sanitarias por almacenamiento de dichos residuos en el interior de recintos contenedores cerrados, evitando que recuperen su volumen original por elasticidad, así como su contacto atmosférico directo como control de molestias por desprendimiento de malos olores.

Las especificaciones técnicas para la adquisición de dicha máquina compactadora se basan en un modelo adoptado la empresa Pyme Reciclables.

Material a compactar: Plástico, cartón, papel, aluminio, etc., el peso estimado en paca PET 250/300 Aprox., Cartón 500 kilos, la dimensión estimada de paca es Ancho: 1.50m, Fondo: 0,75m, Altura: 1.20m, la velocidad de compactación: 45 Seg, el sistema trabaja con una bomba variable hidráulica y Motor Eléctrico de 10 H.P. 220/440volts, la presión de operación Normal es de 2000 psi con un Máximo 2400 psi, las dimensiones de la Máquina: Ancho: 2 m, Fondo: 1,30m, Altura: 2,70m, el peso unitario del equipo es 2,2 Ton.

9. Bodega de almacenamiento de RSD

La bodega de Almacenamiento es un lugar estratégico que permite acopiar los residuos sólidos provenientes de los procesos llevados a en la planta de recuperación de RSD antes de ser enviados a las entidades compradoras de cada uno de los productos considerados (Papel / Cartón, Plástico y Vidrio), de manera que La empresa cumpla con las exigencias de las autoridades ambientales y a corto plazo certificar su gestión ambiental mediante ISO 14001 como uno de sus objetivos estratégicos. Al llevar a cabo la construcción de la Bodega, se asegura la calidad y seguridad del material reciclado puesto que no se contaminará con las posibles lluvias, polvo, etc. por el contrario se tendrá un sitio para mantener el orden, control y protección de los activos de la empresa.

10. Báscula para pesaje de camiones

Anteriormente se describió el proceso para el pesaje de camiones lo cual es un proceso importante para la empresa puesto que establece el flujo de materia prima que ingresa, así como la que sale para la venta, para este sistema se adopta el sistema de pesaje establecido en la empresa Pyme Reciclables puesto que es versátil y económico, además que permite el autoservicio de pesaje de camiones para conductores que se hayan registrado anteriormente en las instalaciones, dicho equipo es Marca Thomas, Modelo MCP-60318FE, con capacidad de 60 Toneladas y las Medidas plataforma: 18,20 x 3,05 mts. Dicha bascula posee un indicador digital electrónico marca Thomas, modelo TH-3000, NEMA 4X, en acero inoxidable.

- **Layout de la planta**

De acuerdo con las dimensiones del terreno descritas en el emplazamiento y los frentes de trabajo que posee la planta se debe determinar la disposición de los diferentes espacios de operación. Cada lugar destinado a una tarea en particular o a varias actividades requiere de una superficie para trabajo. Esta superficie debe ser capaz de atender los volúmenes de residuos y tener espacio suficiente para el

manejo de equipos, vehículos y otros elementos en forma fácil con tal de evitar accidentes o retrasos en los procesos productivos.

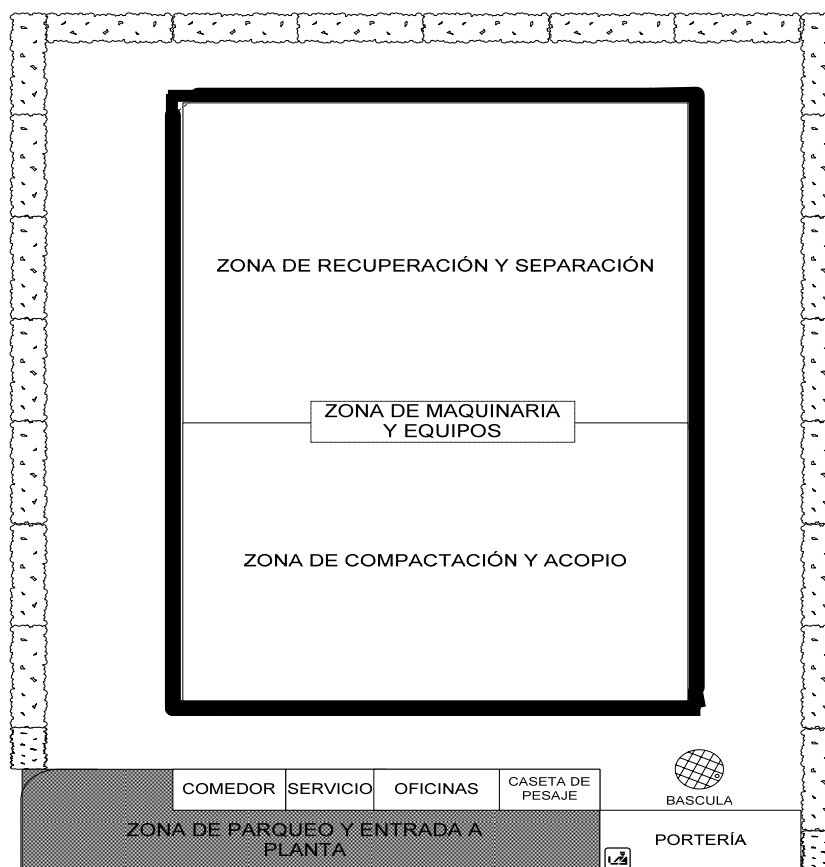
Las áreas requeridas para cada tipo de actividad y su superficie aproximada de trabajo se muestran en la tabla No. 52, calculada a partir de la superficie mínima requerida para desarrollar las distintas actividades, en el gráfico No. 32 se aprecia un diseño básico inicial sugerido por los autores para la planta de recuperación de RSD.

Tabla 52 - Área requerida aproximada por Actividad.

AREA	SUPERFICIE APROX m2
Control puerta	10
Báscula pesaje	50
Garita pesaje y control	10
Zona Descarga	300
Zona Recuperación	500
Zona Consolidación	400
Oficinas	50
Comedores	50
Servicios	30
Estacionamientos	100
Total	1500

Fuente: [Elaboración propia]

Gráfico 32 - Bosquejo de la Planta de Recuperación de RSD.



Fuente: [Elaboración propia]

Las áreas mencionadas en el cuadro anterior se describen a continuación:

1. Control Puerta: Esta área incluye una garita de recepción de camiones recolectores, despacho de camiones de transporte y control de entrada y salida otros vehículos.
2. Báscula pesaje: Zona que posee la báscula de pesaje de camiones más todos los elementos necesarios para realizar su función.
3. Garita de pesaje y control: Espacio físico donde se controla y se archivan las toneladas entrantes y salientes de cada tipo de residuos con dirección a los distintos destinos. (sala de estadísticas)
4. Zona Descarga: Lugar donde los camiones recolectores depositarán los residuos que cargan para destinarlos a la línea de recuperación. En esta

superficie también se procede a romper las bolsas plásticas y otros elementos que contengan los residuos con tal de alimentar la cinta transportadora.

5. Zona Recuperación (Selección): En esta zona se instalarán las cintas de recuperación, los contenedores de material recuperado y lugares de trabajo del personal. Además incluye sectores para el traslado de grúas horquillas y equipos de manejo de material.
6. Zona de consolidación (Compactación y Acopio): En esta zona se procede a empacar, compactar o consolidar cada residuo separado en las líneas de recuperación. Incluye espacio para carga y descarga de vehículos de transporte de materiales.
7. Oficinas: Administración, secretarías, jefes de personal, supervisor, recepción y sala de reuniones.
8. Comedores: Incluye la cocina y espacio físico para mesas y sillas del personal.
9. Servicios: Servicios higiénicos, duchas, camarines, enfermería.
10. Estacionamientos: Espacio para aparcamiento de camiones y realización de mantención básica de los mismos.

En el anterior bosquejo se proponen las áreas mínimas que debe tener la planta de recuperación de RSD según los autores, en ningún momento se pretende definir un plano de la planta, pues para esto se deben realizar los respectivos estudios de ingeniería en la siguiente fase.

- **Maquinaria y equipos de operación**

Una vez conceptualizado el layout de la planta de recuperación de RSD definido anteriormente más las características del lugar elegido para la materialización y las exigencias ambientales que se deben cumplir, es posible definir, en forma general, los equipos y maquinarias que se deben instalar en la misma.

La tabla No. 53, muestra los equipos y maquinarias mínimo para la operación de la planta de recuperación de RSD. La utilización de ellos se especificó en

5.3 DETERMINACIÓN DEL DISEÑO FÍSICO LÍNEA DE SEPARACIÓN.

Tabla 53 - Equipos y Maquinarias mínimo para la operación.

MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD
Tolva	1	UDS
Cinta transportadora	2	UDS
Mesas receptoras	2	UDS
Receptáculos de rechazo	2	UDS
Receptáculos de separación	17	UDS
Montacargas	1	UDS
Contenedores de material separado	2	UDS
Camioneta diesel Toyota 4x4	1	UDS
Compactadora	1	UDS
Bascula camiones 60 ton Cap.	1	UDS
Bascula Cap. 30 ton	2	UDS
Camión de transporte material rechazo	1	UDS
Equipos de computo	8	UDS
Software contable	1	UDS
Camión transporte de materia prima	11	UDS
Componentes eléctricos y electrónicos	1	GB

Fuente: [Elaboración propia]

5.3.1 Ocupación laboral

La operación de la planta deberá contar con personal en las diferentes áreas de trabajo. La línea de recuperación trabaja un turno de 8 horas al igual que el personal administrativo. El personal contratado para vigilancia se dividirá en tres turnos de 8 horas para que se tenga las 24 horas del día seguridad en la planta de recuperación de RSD, dichos vigilantes se encargaran de autorizar el ingreso e indicaciones de las zonas donde deben dirigirse los camiones.

La tabla No. 54 muestra el requerimiento de personal estimado para las actividades que se ejecutarán solo un turno de 8 horas por día, es decir, la cantidad de personas totales que trabajara solo un turno por cada tipo de actividad.

Tabla 54 - Personal estimado en la planta de recuperación de RSD.

ACTIVIDAD	TOTAL PERSONAS
Selección de residuos en cintas	8
Manejo de receptáculos de selección	2
Operación en tolva de descarga	1
Operador grúas horquilla	1
Operación de consolidación (manejo de rechazos)	1
Jefe de planta	1
Personal administrativo	3
Operador residuos voluminosos Compactador	1
TOTAL	18

Fuente: [Elaboración propia]

5.3.2 Obras físicas

Las obras físicas necesarias para la construcción e implementación de la planta de transferencia y recuperación de desechos deben ser acorde a los requerimientos de flujos, accesos y de acuerdo al Layout definido con antelación en este documento.

Las obras físicas necesarias deben ser capaces de soportar el peso de los camiones que circularán constantemente por las lozas y pistas de la planta. Además como su operación es necesario que el diseño cumpla con los requerimientos ambientales vigentes tanto a nivel nacional como mundial, ya que es posible que la actual legislación aplicable a este tipo de instalaciones y naturaleza de industria contenga mayores requerimientos a futuro.

Una clasificación general de las etapas necesarias y las obras físicas se lista a continuación:

- Medición topográfica del terreno.
- Movimiento de tierra.
- Implementación de redes de agua, redes eléctricas y de comunicación subterráneas.
- Construcción de fundaciones para los edificios, máquinas y báscula.
- Construcción de lozas de recuperación, pesaje y de almacenamiento.
- Construcción de edificio techado y cerrado para manejo de residuos (Compactación y Acopio)
- Construcción de oficinas, comedores, sala de servicios, etc.
- Instalación de cintas transportadoras, buzón y plataforma de descarga.
- Construcción y/o Adecuación de red vial.
- Construcción de accesos y cierres perimetrales.

Si bien, esta es una clasificación general de las obras físicas es necesario realizar un diseño arquitectónico y un estudio de ingeniería de detalle que permita tener mayor precisión en las obras necesarias para construir la planta. Sin embargo, la clasificación antes planteada permite tener un primer nivel de aproximación a un costo de construcción que será usado más adelante para realizar los cálculos de los indicadores de rentabilidad (VPN, TIR, etc.). No obstante lo anterior, cualquier diseño definido por los arquitectos o ingenieros constructores deberá mantener la configuración mostrada en el Bosquejo de planta del gráfico No. 32 y la superficie requerida para cada área.

5.3.3 Riesgos asociados al manejo de los residuos

Se pretende realizar un esbozo de los riesgos que estan asociados a la operación de la planta de recuperación de RSD, con el fin de identificar los negativos para tratar de cubrirlos e identificar los positivos para explotarlos al maximo.

- **Gestión negativa**

1. Enfermedades provocadas por vectores sanitarios: Existen varios vectores sanitarios de gran importancia epidemiológica cuya aparición y permanencia pueden estar relacionados en forma directa con la ejecución inadecuada de alguna de las etapas en el manejo de los residuos sólidos.
2. Contaminación de aguas: La disposición no apropiada de residuos puede provocar la contaminación de los cursos superficiales y subterráneos de agua, además de contaminar la población que habita en estos medios.
3. Contaminación atmosférica: El material particulado, el ruido y el olor representan las principales causas de contaminación atmosférica
4. Problemas paisajísticos y riesgo : La acumulación en lugares no aptos de residuos trae consigo un impacto paisajístico negativo, además de tener en algunos caso asociado un importante riesgo ambiental, pudiéndose producir accidentes, tales como explosiones o derrumbes.
5. Salud mental : Existen numerosos estudios que confirman el deterioro anímico y mental de las personas directamente afectadas.

- **Gestión positiva**

1. Conservación de recursos: El manejo apropiado de las materias primas, la minimización de residuos, las políticas de reciclaje y el manejo apropiado de residuos traen como uno de sus beneficios principales la conservación y en algunos casos la recuperación de los recursos naturales. Por ejemplo puede recuperarse el material orgánico a través del compostaje.

2. Reciclaje: Un beneficio directo de una buena gestión lo constituye la recuperación de recursos a través del reciclaje o reutilización de residuos que pueden ser convertidos en materia prima o ser utilizados nuevamente.
3. Recuperación de áreas: Otros de los beneficios de disponer los residuos en forma apropiada un relleno sanitario es la opción de recuperar áreas de escaso valor y convertirlas en parques y áreas de esparcimiento.

6. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

Todo proyecto e industria nueva tiene consecuencias tanto positivas como negativas respecto al ambiente y que se deben estudiar, sobre todo si el proyecto debe entrar al SEIA (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental). Por tal motivo se hará una primera aproximación a los efectos que tendrá la instalación y funcionamiento de la planta respecto al medio ambiente de la ciudad.

I. Efectos positivos: se analizarán los efectos positivos de la instalación y funcionamiento de la planta tanto para el ambiente de la ciudad como del país.

II. Efectos negativos: se describirán los factores negativos de la planta y las medidas necesarias para evitar una contaminación del ambiente.

6.1 EFECTOS POSITIVOS

El funcionamiento de la planta de recuperación de materiales trae beneficios tanto para la comunidad como para el ambiente, estos se detallan a continuación:

La planta de transferencia tendrá una Línea de Separación de materiales que permitirá reciclar parte de la basura generada en Barrancabermeja. Los beneficios de esto se expresan a continuación:

- Aumento de vida útil de vertederos y rellenos: La disposición final de RSD (vertederos y rellenos sanitarios) tiene capacidades de acumulación de basura las cuales se optimizan aumentando la compresión de los residuos mediante maquinaria pesada. Al disminuir la cantidad de residuos que llegan diariamente al relleno sanitario, éste copará su capacidad más lentamente, lo que implica un aumento en su vida útil, ayudando de esta forma a dilatar el tiempo entre construcciones de vertederos y, por

consiguiente, a desperdiciar menos suelo en actividades contaminantes como la creación de un relleno sanitario.

- Disminución de gas metano producido en disposición final: La descomposición anaerobia de los compuestos orgánicos tiene como resultado la generación de gas metano, el cual es combustible, contaminante y productor del denominado “Efecto Invernadero”. Por esta razón, al reciclar parte de los compuestos orgánicos presentes en la basura, llegará a disposición final menor cantidad de este material.
- Disminución de líquidos lixiviados: Al igual que en el caso anterior, los líquidos lixiviados son uno de los productos de la descomposición del material orgánico y son altamente contaminantes de las capas subterráneas de agua. Al disminuir la cantidad de materia orgánica presente en los vertederos, disminuye la generación de este tipo de líquido.
- Menor alteración del paisaje: Al aumentar la vida útil de los vertederos por la menor cantidad de basura que reciben al año, el paisaje global de la comunidad se verá menos alterado ya que se alargarán los períodos entre la construcción de nuevos vertederos, dañando el paisaje en menor cantidad.
- Utilización del volumen del vertedero: Los materiales presentes en los RSD son muy heterogéneos entre ellos y todos se comportan de diferente forma. Esto se refleja claramente en los años necesarios para degradarse. Según estudio, los materiales que tienen requerimientos de años bajos para degradarse son sólo tres del total de tipos de materiales presentes en los RSD, lo que implica que el resto de los elementos tienen una necesidad muy grande o simplemente no se degradan. Estos materiales son los restos de comida, los residuos de jardín y el grupo papel/cartón, lo que implica que después de un tiempo, el volumen que ocupaban dentro del vertedero inicialmente disminuirá, siendo más "barato" de almacenar dentro de éste. Esto no ocurre con los demás materiales ya que pasarán años y años y seguirán utilizando el mismo volumen de vertedero, es decir, a través de los

años no disminuirá su volumen, siendo para el vertedero más "costoso" almacenarlos. De lo anterior se puede analizar que, por la utilización permanente de volumen de vertedero de algunos materiales como el vidrio o el plástico, es mejor reciclar que llevar a disposición final. Si bien gran parte de lo que se reciclará es materia orgánica y papel/cartón, se tendrá también un nivel de recuperación de materiales que no se degradan, lo que ayuda a mejorar la utilización de los vertederos y rellenos existentes.

- Reciclaje: beneficio directo de una buena gestión lo constituye la recuperación de recursos a través del reciclaje o reutilización de residuos que pueden ser convertidos en materia prima o ser utilizados nuevamente en fines diferentes a los iniciales.
- Recuperación de áreas: otros de los beneficios de disponer los residuos orgánicos en forma apropiada es la opción de recuperar áreas de escaso valor y convertirlas en parques y áreas de esparcimiento, acompañado de una posibilidad real de obtención de beneficios energéticos (biogás).
- Disminución en niveles de contaminación: se disminuyen los niveles de contaminación que producen los residuos orgánicos por el proceso natural de descomposición, el mismo que genera gas metano, proliferación de vectores transmisores de enfermedades y roedores²⁸.
- Cultura ambiental: se crea una conciencia ambiental en la población en cuanto a los hábitos de separación de desechos en origen y la utilización que estos pueden tener.
- Beneficio social con los recuperadores: La Política Pública para el fomento de la recuperación de residuos sólidos, con un enfoque productivo y saludable, que permite la inclusión social y dignificación de los recuperadores o recicladores.

²⁸ CAMPOS, Margarita. Evaluación de los proyectos de compostaje en el Ecuador. Fundación Natura. Cepis. Quito, Marzo de 1998; p.7.

Con el fin de garantizar y generar condiciones de inclusión y consideración en la sociedad de los recicladores y/o recuperadores, se establece: Aprovechamiento de los residuos sólidos con un enfoque productivo que favorezca la inclusión social y el apoyo y encadenamiento de las redes locales de reciclaje, mejoramiento de las condiciones sociales de quienes intervienen en las actividades relacionadas con el aprovechamiento de los residuos, educación y participación ciudadana que favorezca el aprovechamiento de los residuos sólidos, responsabilidad social compartida pero diferenciada y reglamentación para el funcionamiento y localización de los sitios de compra y almacenamiento.

Lo cual favorece y dignifica las labores de recuperación de material, materializadas en una serie de beneficios que garantizan al recuperador una mejor calidad de vida; entre éstos está educación, inscripción al sisben, inclusión a los programas que tengan las demás secretarías (madres gestantes, buen comienzo, etc.) y aumento en el valor de venta del material siempre y cuando se haga en los sitios autorizados.

- Mejor utilización de recursos naturales: Estimular el reciclaje sirve no sólo para disminuir la cantidad de basura que llega a vertederos y rellenos sanitarios sino que también para mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales no renovables. Por esto el funcionamiento de la planta tendrá los siguientes beneficios en este sentido:
 - a. Menor gasto en recursos no renovables: Muchos materiales recuperados tienen un mejor rendimiento que la materia prima virgen, lo que implica que usarlos significa un ahorro de materia prima virgen y, por consiguiente, de recursos naturales.
 - b. Menor erosión de suelos: Al utilizar materia prima virgen, ésta es obtenida principalmente de recursos naturales no renovables lo que provoca erosión del suelo. Una tala indiscriminada de árboles puede acabar no sólo con la vida vegetal sino desequilibrar el ecosistema y afectar

también a la fauna. Es por esto que se debe evitar la erosión de los suelos de nuestro país y usar razonablemente sus recursos. Los minerales necesarios para crear vidrio y aluminio son extraídos de la tierra en minas, lo que produce una gran erosión además de la contaminación provocada por los relaves que se crean en las actividades mineras. En el caso del papel que se produce de la celulosa de los árboles, para obtenerlo se deben talar hectáreas y hectáreas de bosques que si no son reforestados adecuadamente pueden causar un daño ecológico de proporciones.

6.2 EFECTOS NEGATIVOS

La planta también provocará contaminación debido a su funcionamiento. Esta polución debe ser tratada para no afectar al medio ambiente que la rodea. Para ello existen medidas las que se clasifican en: eliminación, mitigación y compensación.

Medidas de eliminación: Se refieren a medidas que se toman para eliminar completamente el foco o factor contaminante.

Medidas de mitigación: Son medidas de control que disminuyen el efecto dañino de un factor o foco contaminante, esto debido a que no se puede eliminar completamente la polución provocada.

Medidas de compensación: Son medidas que compensan el daño provocado por un factor o foco contaminante debido a que éste no se puede mitigar ni menos eliminar.

Por lo explicado se expresarán los efectos negativos que provocará el funcionamiento de la planta y las medidas que se deben tomar para controlarlos.

- Material particulado: Al usarse descarga desde altura de los contenidos de un camión recolector a una tolva o a un semiremolque de transporte se produce una contaminación por material particulado, en especial polvo, que se levanta al chocar los RSD con el suelo de la tolva o del semiremolque. Este material debe ser tratado ya que afecta directamente la salud de los trabajadores que laboran en las zonas de descarga y sus alrededores.

Las medidas de mitigación de este factor son el decantamiento de estas partículas en suspensión a través de filtros, los cuales con campanas sobre las áreas de descarga directa atrapan el aire contaminado y disminuyen la cantidad de partículas en suspensión hasta las cantidades permitidas por ley.

- Riles: Para mantener un ambiente saludable para trabajar se debe limpiar la planta a diario lo que provoca Riles debido al tránsito de un gran número de camiones diario y el manejo de basura que genera suciedad y líquidos lixiviados. Además se genera líquido contaminado proveniente de los lavadores de gases los cuales también son Riles. Estos líquidos no pueden ser eliminados a través del alcantarillado público ya que son altamente contaminantes por lo que afectarían a las zonas de descarga del alcantarillado y al funcionamiento de las plantas de tratamientos de aguas servidas.

Las medidas de mitigación de este factor contaminante es un sistema de canalización de estos líquidos en todas las zonas de producción de él que transporta a estos Riles hacia un estanque acumulador. Cuando éste llega a un nivel específico, un camión aljibe (subcontratado como parte del servicio de limpieza) recibe su contenido y lo transporta a una planta de tratamiento de líquidos existente en la zona para que sea tratado y devuelto al medio ambiente con niveles de contaminación inofensivos para la naturaleza.

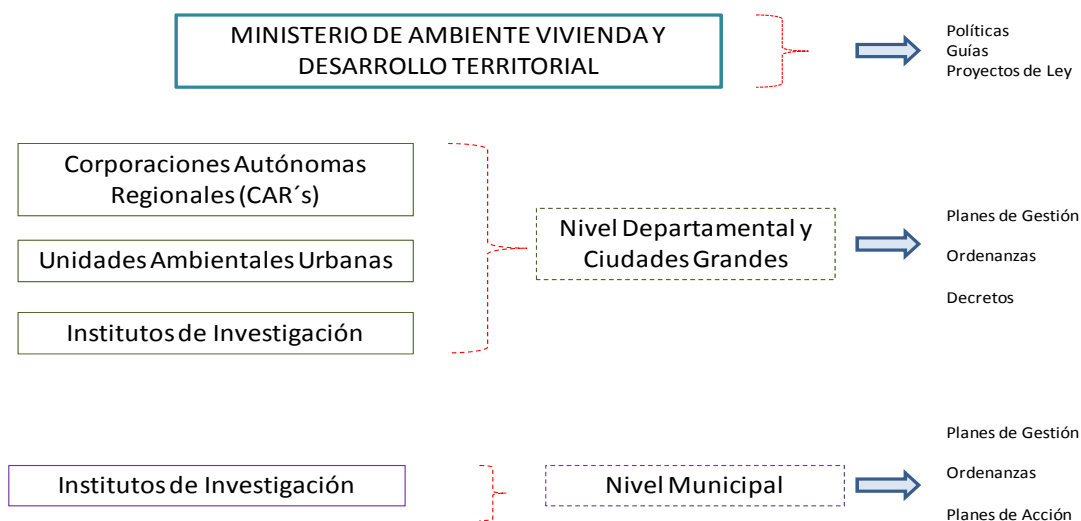
- Olores: La degradación de los compuestos orgánicos provoca malos olores que, con la acción del viento, contaminan los lugares aledaños a la planta. Además estos malos olores se asocian a otros elementos de los RSD (excrementos de animales, pegamentos, etc.) y como existen personas que deberán trabajar directamente con los residuos sólidos es necesario proporcionar las mejores condiciones para que ellos puedan realizar su trabajo.

Las medidas de mitigación necesarias para controlar este factor contaminante es un sistema de manejo de olores basado en aceites esenciales que se mezclan con los compuestos químicos que provocan el mal olor, reaccionan con ellos y los neutralizan, eliminando de esta forma el mal olor. Este sistema no sólo deberá estar dentro de las zonas de descarga y separación sino que también en puertas y ventanas de los galpones que encierran a la línea productiva, como una cortina de aire, para así evitar la propagación de olores molestos hacia los lugares cercanos a la planta de transferencia.

6.3 ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA AMBIENTAL

En Colombia el MAVDT regula a nivel nacional, pero existen diferentes entes que se encargan de regular los asuntos ambientales en diferentes niveles, siempre siguiendo las políticas formuladas por el organismo central (ver gráfico No. 33).

Gráfico 33 - Entidades Ambientales en Colombia.

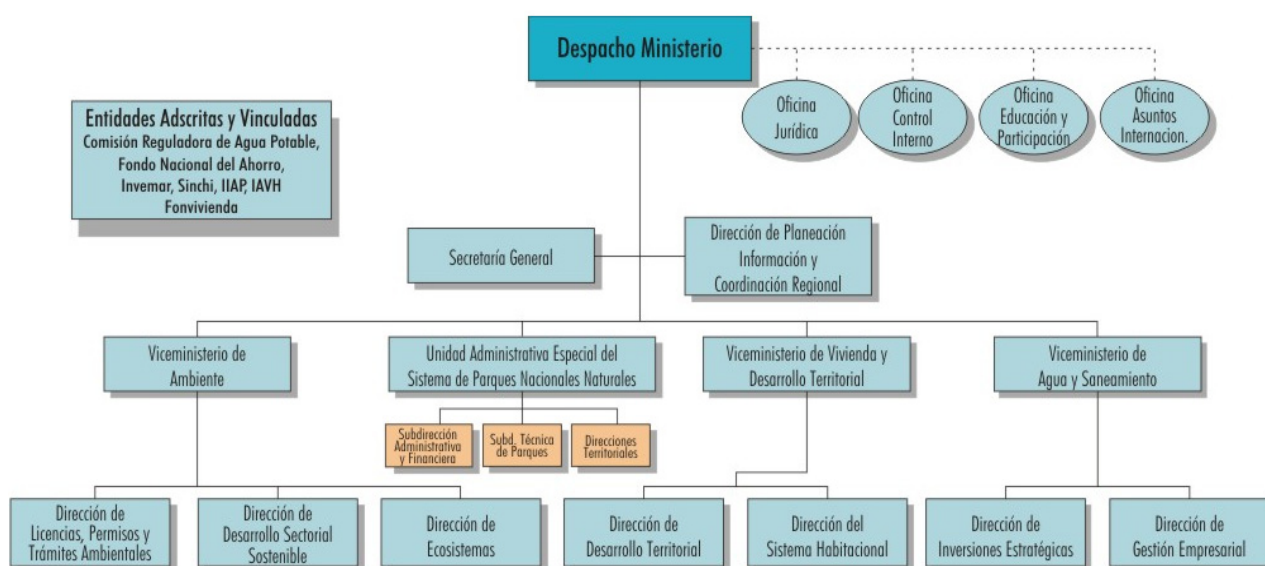


Fuente: [Elaboración Propia]

6.3.1 Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial

Es la principal agencia encargada de los asuntos ambientales en Colombia. Es la encargada de regular los asuntos ambientales a nivel nacional (ver Gráfico No.6.2).

Gráfico 34 - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial



Fuente: [Estructura del ministerio, disponible en: www.minambiente.gov.co]

Se ha trazado los siguientes objetivos misionales:

- Formular políticas y regulaciones de conservación y restauración de ecosistemas para el uso sostenible, manejo y protección de la diversidad biológica y demás recursos naturales, garantizando la oferta de bienes y servicios ambientales con miras a lograr una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su uso y aprovechamiento.
- Orientar la adopción de criterios de sostenibilidad en la gestión de los sectores productivos e institucionales, procurando la incorporación de sistemas de gestión ambiental, reconversión tecnológica y el cambio en los patrones de consumo.
- Orientar y articular procesos de formulación de política y de planeación del Sistema Nacional Ambiental mediante el desarrollo de instrumentos y mecanismos de coordinación, información y financieros, con el fin de fortalecer la gestión del sector.
- Promover y facilitar el desarrollo sostenible del Sistema Nacional de Agua Potable Y Saneamiento Básico y la gestión descentralizada, equitativa, participativa, eficiente, productiva y gerencial de las empresas prestadoras de los servicios públicos correspondientes, a través de la formulación de políticas, regulaciones, financiación en incentivos.
- Promover el desarrollo sostenible del territorio considerando las relaciones de la población con la base natural, el espacio construido y el entorno regional mediante la formulación de políticas y regulaciones, referentes a la planificación, el ordenamiento y la gestión territorial.
- Disminuir el déficit habitacional del país tanto en sus aspectos cuantitativos como cualitativos, en alianza con actores del sector público, privado y social, mediante la formulación de políticas y regulaciones.

6.3.2 Corporaciones Autónomas Regionales

Son entes corporativos de carácter público, creados por la Ley, integrados por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeografía o hidrogeográfica, dotados de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargadas por la Ley de administrar dentro del área de jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente. Actualmente existen 33.

6.3.3 Entidades territoriales – Municipios y Departamentos

Son las subdivisiones administrativas de Colombia, regidas por una alcaldía en el caso de los municipios y una gobernación en el caso de los departamentos.

Estas según la Ley 99 de 1993 deben cumplir ciertas funciones ambientales y trabajar conjuntamente. De acuerdo a los artículos 63, 64 y 65 de la ley mencionada, éstos deben promover y ejecutar programas y políticas nacionales, regionales y sectoriales en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables; ejercer, en coordinación con las demás entidades del Sistema Nacional Ambiental -SINA- y con sujeción a la distribución legal de competencias, funciones de control y vigilancia del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el fin de velar por el cumplimiento de los deberes del Estado y de los particulares en materia ambiental y de proteger el derecho a un ambiente sano; colaborar con las Corporaciones Autónomas Regionales en la elaboración de los planes regionales y en la ejecución de programas, proyectos y tareas necesarios para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables; coordinar y dirigir, con la asesoría de las Corporaciones Autónomas Regionales las actividades permanentes de control y vigilancia ambientales que se realicen en el territorio del municipio o distrito con el apoyo de la fuerza pública, en relación con la movilización procesamiento, uso, aprovechamiento y comercialización de los recursos naturales renovables o con actividades contaminantes y degradantes

de las aguas, el aire o el suelo; ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por vertimientos del municipio, así como programas de disposición, eliminación y reciclaje de residuos líquidos y sólidos y de control a las emisiones contaminantes del aire.

6.4 EFECTOS DEL RECICLAJE MATERIAL

La separación de sustancias útiles procedentes de residuos sólidos domésticos descongestiona considerablemente la correcta disposición de los mismos. Cuando la selección de componentes relevantes de los residuos sólidos se produce directamente en las fincas (clasificación previa), esto ya puede ser de considerable importancia para la descongestión de la recolección y transporte del resto de los residuos. Lo mismo ocurre cuando los usuarios tienen acceso a contenedores para el depósito de sustancias útiles y el acarreo de las mismas se produce por los cauces de la economía de mercado. En resumen se puede constatar:

Los vertederos deben acoger menos residuos sólidos, su vida útil se prolonga en consecuencia y con ello se reduce la utilización de nuevos terrenos.

En las plantas incineradoras de basuras se genera menos escoria y/o ceniza, debido a que decrece la aportación de vidrio y metales. Por otra parte, el menor contenido de papel, plástico y textil reduce también el valor calórico de la basura. Sin embargo, esto se compensa parcialmente por la reducción simultánea de la proporción inerte. Por añadidura, la reducción de los plásticos, especialmente de PVC, permite que disminuya el contenido en sustancias nocivas en los gases de combustión.

La mencionada separación de sustancias útiles procedentes de los residuos sólidos domésticos también posee determinadas ventajas en caso de compostaje: la separación de vidrio, metales y plásticos descongestiona la elaboración de la materia prima del compost en bruto, así como del compost acabado.

Las sustancias útiles recuperadas pueden reutilizarse, según su categoría, para la fabricación de papel, vidrio, metales, materiales de construcción, etc. Además, en estos proyectos nunca debería perderse de vista la consideración y/o balance íntegro de los posibles impactos sobre el medio ambiente.

Cuando la recuperación de residuos sólidos se produce a escala de gran tecnología, es decir, p.ej., cuando se clasifican y elaboran exhaustivamente los residuos domésticos en combinación con el sistema de recolección de 2 contenedores (fracción seca/húmeda) en relación con la totalidad de la fracción seca recogida, conduciéndolos seguidamente a la producción por las correspondientes vías de reciclaje, la operación de las plantas implicadas puede llevar a impactos negativos sobre el medio ambiente.

6.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

A continuación se enuncian las medidas de seguridad relacionadas con el manejo y generación de RSD.

6.5.1 Prevención de residuos sólidos

Si no se generan residuos sólidos, no es necesario tomar medidas para su disposición. Dicho en otras palabras: los residuos cuya generación se reduce y/o evita a través de métodos y medidas específicos, descongestionan la capacidad de los sistemas de disposición de residuos sólidos, y además, y sobre todo, el medio ambiente.

En el ámbito doméstico, principalmente, sólo pueden minimizarse los residuos si la población modifica sus comportamientos de consumo (renuncia a embalajes superfluos, a envases sin retorno, artículos descartables, etc.), y se logra motivar a la industria a reducir la puesta en circulación de envases (menor cantidad de

material de embalaje, envases retornables, etc.). En este contexto el Estado puede intervenir mediante prohibiciones o, p.ej., impuestos, etc.

Para minimizar la cantidad de residuos sólidos en el sector industrial, lo más razonable es siempre evitar en lo posible, o por lo menos reducir, "in situ" la generación de residuos (en particular residuos peligrosos), especialmente mediante la adopción de nuevos procesos de producción en circuito. No obstante, las correspondientes estrategias de prevención no siempre son fáciles de realizar, especialmente en razón de las posibilidades legales y prácticas de su ejecución y de las posibilidades técnicas y económicas de las empresas.

Más sencilla es la aplicación de estrategias de aprovechamiento para los residuos industriales. En muchos países resulta indicado identificar exhaustivamente las empresas relevantes con sus respectivas cantidades y tipos de residuos sólidos, p.ej., en los sectores de limpieza en seco por medio de productos químicos y de tratamiento de superficies metálicas (galvánicas), ya que en estos ramos las materias primas y auxiliares son relativamente costosas, y, por tanto, en este tipo de empresas los procesos de reciclaje "compensan".

7. ESTUDIO LEGAL

7.1 EL PROYECTO Y EL SISTEMA JURÍDICO COLOMBIANO

En este aparte se mencionaran lo aspectos más relevantes del sistema jurídico colombiano que tienen incidencia en nuestro Proyecto. Es por esto que es de gran importancia verificar el régimen legal vigente, para entender de qué forma nuestro país ha regulado el tema de las basuras y así tener una visión crítica del problema y poder plantear soluciones, específicamente para Barrancabermeja.

7.2 SISTEMA JURÍDICO COLOMBIANO

La creación y puesta en marcha al interior del Estado Colombiano de un sector responsable del manejo de los temas ambientales y de la protección y adecuado aprovechamiento de los recursos naturales, fue una tarea que se inicio a mediados de la década de los años 80 y que logro consolidarse como la promulgación de la Constitución Política de 1991 y hacerse realidad con la creación del Ministerio del Medio Ambiente en el año de 1993.

7.2.1 Ley 99 de 1993

En el año 1993 se dictó la Ley 99 mediante la cual se creó el Ministerio de Medio Ambiente y se organizaron las entidades encargadas de la gestión para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. En su artículo 1 se consagran los principios que debe seguir la política ambiental en Colombia, dentro de éstos se destaca que la acción para proteger y recuperar el medio ambiente no es solo del Estado sino que debe ser un esfuerzo conjunto con la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. Esta

Ley en su artículo 45° parágrafo 2° define el saneamiento básico de la siguiente manera:

“Se entiende por saneamiento básico y mejoramiento ambiental la ejecución de obras de acueductos urbanos y rurales, alcantarillados, tratamientos de aguas y manejo y disposición de desechos líquidos y sólidos. “²⁹

El artículo 5° numeral 32 de la Ley 99 de 1993 establece que dentro de las funciones del MAVDT está la de promover estrategias para implantar tecnologías limpias y fomentar la descontaminación, el reciclaje y la reutilización de residuos en concertación con la industria.

El artículo 31° de la Ley en estudio, le asigna las funciones a las Corporaciones Autónomas Regionales dentro de las cuales se encuentran la de ser la máxima autoridad ambiental dentro de su jurisdicción y, según la política del MAVDT, promover la participación comunitaria para la protección del medio ambiente, y en el numeral 11 dice que le corresponde:

“Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias

²⁹ Ley 99 de 1993, artículo 45° parágrafo 2°

ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos”.³⁰

Por lo anterior, son las Corporaciones las autoridades encargadas de velar porque los recursos naturales no se vean afectados por la actividad del hombre, dentro de la cual se encuentra el vertimiento de líquidos o la disposición de residuos sólidos en lugares no apropiados o sin las medidas necesarias para que no se vea afectado el ambiente. Ella deberá velar por la conservación de los recursos naturales, así como por imponer las sanciones a quien de alguna u otra manera los afecte con su actividad.

7.2.2 Ley 142 de 1994

La Ley que regula los servicios públicos domiciliarios, entre éstos el de aseo, es la 142 de 1994. El artículo 14° numeral 24 define lo que es el servicio público de aseo:

“Es el servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. También se aplicará esta Ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos”.

Esta Ley regula, de manera general, todo lo relacionado con los servicios públicos domiciliarios y no se enfoca específicamente en ninguno de ellos, puesto que es función del Presidente de la República, tal como lo establece el artículo 189° numeral 11 y 370° de la Constitución Política, por medio de la potestad reglamentaria dictar “con sujeción a la ley, las políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios y ejercer por medio de la Superintendencia de Servicios Públicos

³⁰ Ley 99 de 1993, artículo 31°, numeral 11

Domiciliarios, el control, la inspección y vigilancia de las entidades que los presten.”³¹

7.2.3 Decreto 605 de 1996

La reglamentación de la Ley 142 de 1994, en cuanto al servicio público de aseo, fue realizada por el Presidente de la República el 27 de marzo de 1996, y quedó plasmada en el Decreto 605.

El título preliminar trae unas definiciones que como se entrará a explicar no están en concordancia con la realidad ni con el propósito de la legislación vigente.

En primera instancia se especifica lo que es el almacenamiento:

“Es la acción del usuario de depositar temporalmente los residuos sólidos, mientras se procesan para su aprovechamiento, se presentan al servicio de recolección o se dispone de ellos”.³²

Paralelamente se explica la cultura de la no basura:

“Es el conjunto de costumbres y valores de una comunidad que tienden a la reducción de las cantidades de residuos generados por cada uno de sus habitantes y por la comunidad en general, así como el aprovechamiento de los residuos potencialmente reutilizables”.³³

También se define lo que es la separación en la fuente:

“Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan, que tiene como objetivo separar los residuos que tienen un

³¹ 7.2.2 Ley 142 de 1994, artículo 14, numeral 24
^{32,33 y 34} Decreto 605 de 1996

valor de uso indirecto por su potencial de reúso de aquellos que no lo tienen, mejorando así sus posibilidades de recuperación”.³⁴

Por su parte el artículo 18° establece los requisitos mínimos de las áreas destinadas al almacenamiento colectivo de los residuos sólidos y se refiere solo a las exigencias básicas, como son las de que esta área debe ser lisa, limpia, ventilada, con suficiente capacidad para almacenar las basuras, dejando de lado el fondo de la cultura de la no basura, pues en ningún lado se consagra la obligación de tener diferentes contenedores según el tipo de residuo, dificultando así la separación en la fuente, ya que resulta dispendioso para los hogares tener al menos 3 recipientes o “canecas” para ubicar y separar las diferentes clases de residuos (orgánico, reutilizable o reciclable y desperdicios de control sanitario).

Analizando lo anteriormente expuesto, es irónico que un mismo Decreto no le de la fuerza coercitiva al almacenamiento de las basuras por parte de los usuarios, e igualmente se pretenda implantar la cultura de la no basura, es decir, el almacenamiento en una cultura de la no basura supondría no solo la disminución de ésta, sino la obligación de la comunidad de hacer la separación de los residuos en la fuente (residencias) para su posterior aprovechamiento. Esto implica que la población debe estar educada hacia la conservación de la basura que se genera en su hogar, estando consciente que sus residuos pueden ser reutilizados y/o usados como materia prima.

También en este Decreto se explica lo que se entiende por disposición final de residuos, y hace énfasis en que el fin de este proceso es evitar riesgos a la salud humana y al medio ambiente. Analizando la vida diaria en nuestra ciudad, se puede percibir que es en este proceso donde, precisamente, se está afectando no solo la vida y la salud de los habitantes, sino el ecosistema.

El artículo 5° del Decreto 605 de 1996 establece que la responsabilidad en el manejo de los residuos sólidos domésticos es de la entidad prestadora del servicio, siendo ésta quien debe cumplir con lo dispuesto en el Decreto y con todas las normas de protección al medio ambiente. El artículo 10° consagra, en el mismo sentido, la obligación de dichas entidades de realizar un programa que esté dirigido a la reducción por los usuarios en la producción de residuos sólidos, separación en la fuente y el aprovechamiento. De lo visto, en visitas realizadas a éstas, dichas entidades, aunque realizan labores de educación, las cuales son importantes, puesto que el reciclaje es una cultura que debe ser aprendida e implementada, no son directamente encaminadas a la recuperación y aprovechamiento de los residuos. Lo que se ha venido trabajando por quienes tienen la concesión, se reduce a folletos informativos y ayudas didácticas que, aunque se recalca la importancia que conllevan, van dirigidas principalmente a los niños.

Dentro de este Decreto se encuentra también un capítulo dedicado exclusivamente al aprovechamiento de los residuos sólidos, el cual dispone que los municipios que tengan más de cien mil habitantes deben estudiar la posibilidad de realizar planes para tal fin, y que si encuentran que dichos programas son factibles, tanto el municipio, como la entidad prestadora, están en la obligación de implementarlos.

El capítulo VIII hace mención a los sitios de disposición final de los residuos. Para establecerlos, la autoridad competente debe tener en cuenta el mínimo costo, el impacto ambiental y las medidas sanitarias, todo dentro de un marco que armonice con la legislación ambiental. Hay que tener en cuenta que el aspecto relevante en nuestro trabajo se refiere al aprovechamiento integral de los residuos sólidos, por lo tanto, los sitios de disposición final solo deberían ser utilizados para los residuos especiales y los sanitarios, puesto que todos los demás son reutilizables. Sin embargo, en el evento en que sean necesarios, se debe buscar que cumplan con todos los requisitos ambientales y sanitarios que sean del caso.

Otra de las disposiciones que no se lleva a la práctica es la relativa a los deberes de los usuarios y suscriptores, la cual dispone que ellos deben presentar los residuos para la recolección en la forma que disponga el Decreto y la entidad prestadora. Para este efecto el Decreto establece en el artículo 14° inciso 2do lo siguiente:

“La presentación se adecuará a los programas de separación en la fuente y reciclaje que establezcan las autoridades competentes”.³⁵

En concordancia con lo que dispone el artículo 14°, el artículo 106° se refiere a las conductas que puedan acarrear una sanción para los usuarios, y en el primer numeral establece que el usuario será sancionado cuando presente las basuras, para su recolección, sin cumplir con los requisitos del Decreto. Esta sanción será una multa, según lo que consagra el artículo 107° en el numeral primero. Lo anterior refleja que existe la consagración legal de una sanción, pero que no es eficaz pues, a lo largo y ancho de Bogotá, se pueden ver innumerables casos en donde la basura es dejada para que la entidad prestadora la recolecte sin haberla separado previamente, y los infractores jamás han recibido ninguna sanción.

7.2.4 Decreto 1220 de 2005

Para finalizar queremos resaltar este decreto, ya que reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales entre otras; nos entrega el Concepto y alcance de la licencia ambiental y las respectivas entidades que la expiden.

³⁵ Decreto 605 de 1996, artículo 14, inciso 2do.

7.3 PROYECTO DERECHOS CONSTITUCIONALES

El estudio de pre factibilidad se sitúa en el marco legal del servicio público de aseo, este se encuentra en primer término en la Constitución Política de 1991. El artículo 49° consagra la obligación del Estado de prestar el servicio público de saneamiento ambiental. El capítulo 3 del Título II de la Constitución está dedicado a los derechos colectivos y específicamente el artículo 79° habla del derecho que tienen todas las personas a gozar de un ambiente sano y del deber del Estado de protegerlo y de promover la educación con el fin de conservarlo en su integridad. El capítulo V “De la finalidad social del Estado y de los servicios públicos” de la Constitución establece en su artículo 365:

“Los servicio públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios...”³⁶

El artículo 366 de la carta consagra como finalidad social del Estado el bienestar y el mejoramiento de la calidad de vida de toda la población.

De lo anterior se concluye que Colombia, al ser un Estado Social de Derecho, debe propender al bienestar de la comunidad y asegurar que los servicios públicos domiciliarios se presten con eficiencia, amparando así los derechos fundamentales de los habitantes del país tales como la vida, la salud, el ambiente sano y el bienestar general.

³⁶ Constitución Política de 1991, artículo 365

Nuestra Constitución actual cambió la concepción de la democracia, ahora no es simplemente representativa sino participativa, es decir que los particulares y las comunidades organizadas hoy en día, y de acuerdo al texto constitucional atrás transcrito, pueden participar en la prestación de los servicios públicos domiciliarios siendo obligación del Estado asegurar que éstos se presten eficientemente.

Este capítulo también establece que será la ley la encargada de dar las pautas generales en la regulación, competencia, responsabilidad, cobertura, calidad, financiación, etc., de los servicios públicos domiciliarios y el artículo 370 de la carta le atribuye expresamente estas funciones al Presidente de la República y el control, la inspección y vigilancia se podrá delegar en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. El artículo 313 de la Constitución Política determina que corresponde a los Concejos Municipales reglamentar las funciones y la eficiente prestación de los servicios públicos.

Una vez expedida la Constitución de 1991, y según el artículo 20 transitorio, el Gobierno tuvo 18 meses para fusionar, suprimir o reestructurar las entidades de la rama ejecutiva, para que así quedaran de conformidad con los nuevos planteamientos de la carta. De esta manera fue cómo se creó la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico adscrita al Ministerio de Desarrollo Económico. Posteriormente la Ley 142 de 1994 fija la competencia de dicha Comisión.

No hay que olvidar que nuestra Constitución le da, en principio, a los municipios la competencia en la prestación los servicios públicos domiciliarios, quedando en manos del Alcalde su reglamentación, por lo mismo, éste puede delegar en unidades especiales esa función, razón por la cual mediante el Decreto 782 de 1994 se crea la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos, encargada desde entonces de planear, coordinar, supervisar y controlar lo relativo a estos servicios.

Lo anterior no obsta para que, indirectamente, lo preste una empresa de servicio público privada o mixta, siendo el municipio, en estos últimos casos, el encargado de supervisar su prestación. El departamento cumple funciones de apoyo y coordinación.

7.4 AUTORIZACIÓN DEL PROYECTO

La autorización del proyecto congrega las autoridades competentes para el otorgamiento de la licencia ambiental conforme a la ley 99 de 1993 y al decreto 1220 de Abril 21 de 2005 como se menciona anteriormente; La licencia ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios para el desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad.

La licencia ambiental deberá obtenerse previamente a la iniciación del proyecto, obra o actividad. Ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una licencia ambiental y se otorgará por la vida útil del proyecto.

Dicha licencia ambiental se deberá tramitar ante una CAR para nuestro caso es ante la Corporación Autónoma de Santander puesto que la ubicación geográfica del proyecto es la ciudad de Barrancabermeja y por ser un Proyecto para la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto es el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos.

Una vez tramitada esta licencia se procederá a tramitar también la licencia de construcción ante la Oficina Asesora de Planeación para el uso de suelos.

La ubicación del proyecto estará en la zona Rural de Barrancabermeja la cual debe estar enmarcada en el POT de la ciudad de esta ciudad, se ha considerado la compra del terreno Aprox. 1 Hectárea, los costos de dicho terreno deben estar contemplados en la evaluación financiera del proyecto para considerar su viabilidad.

7.4.1 Proceso para obtener la licencia ambiental

- Presentar solicitud por escrito ante la Autoridad Ambiental Competente que para este caso aplica la Corporación Autónoma de Santander, consulta si es requerido un DAA (Diagnóstico Ambiental de Alternativas) y /o un E.I.A. (Estudio de Impacto Ambiental).
- Emitido el informe o concepto técnico y expedido los términos de referencia respectivos (ya sea que requiere la presentación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas o del Estudio de Impacto Ambiental), el profesional del derecho en un término de cinco (5) hábiles proyectará el acto administrativo en donde se pronunciará sobre si el proyecto requiere la presentación del DAA o no, de igual forma si requiere la presentación del E.I.A.

- Se recibe respuesta a esta solicitud por parte de la AAC anexando a la comunicación los términos de referencia para la presentación del DAA o del EIA.
- Como este proyecto no está dentro del PBOT y como el municipio no cuenta con relleno sanitario, se elabora y presenta DAA ante la autoridad competente (Corporación Autónoma de Santander). Radicado por el interesado o peticionario el Diagnóstico Ambiental de Alternativas, se remite a la Dirección General para su reparto a la Secretaría General, en un término de dos (2) días hábiles.
- Trasladado el DAA al profesional del derecho revisará y verificará que se surtió el trámite anterior y proyectará el acto de iniciación de trámite en un término de siete (7) días hábiles. Se remite a la Secretaría General para su revisión y firma dentro de los tres (3) días hábiles siguientes.
- El Técnico Administrativo de la Secretaría General comunicará el acto administrativo en los términos del Código Contencioso Administrativo y se publicará en el Boletín oficial de la Corporación Autónoma de Santander.
- Una vez aprobado el DAA la Corporación Autónoma de Santander fija los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental EIA en un término de cinco (5) días hábiles.
- Se elabora el EIA.
- Presentado el Estudio de Impacto Ambiental en la recepción de la Corporación Autónoma de Santander, se remite a la Dirección General para su reparto a la Secretaría General, en un término de dos (2) días hábiles. (Registro de correspondencia Subdirección Ambiental).
- El Técnico Administrativo de la Secretaría General comunicará el acto administrativo en los términos del Código Contencioso Administrativo y se publicará en el Boletín oficial de la Corporación Autónoma de Santander.
- El EIA junto con el acto de iniciación de trámite, se remite a la Subdirección de Gestión Ambiental para su evaluación y emisión de concepto técnico.

- Si se requiere, Se solicita dentro de los quince (15) días hábiles siguientes la información adicional que se considere indispensable.
- Allegada la información requerida, se solicita en un término de quince (15) días hábiles a otras autoridades o entidades los conceptos técnicos o informaciones pertinentes.
- La Subdirección de Gestión Ambiental remite el informe a la Secretaría General para que el profesional del derecho proyecte el acto administrativo requiriendo la información respectiva al solicitante o peticionario, en un término no mayor de cinco (5) días hábiles para su firma, quedando suspendido los términos que tiene la autoridad ambiental para decidir sobre la licencia ambiental. (Registro de correspondencia enviada Secretaria General).
- Recibida la información por parte del interesado o vencido el término que tienen las autoridades o entidades para emitir concepto técnico o informaciones pertinentes que deben ser remitidas en un plazo no superior a treinta (30) días hábiles, contados desde la fecha de radicación de la comunicación correspondiente; la Subdirección de Gestión Ambiental en un término de cinco (5) días hábiles elaborará un informe que se remitirá al profesional del derecho para que proyecte el auto de trámite que declare reunida toda la información para decidir sobre la viabilidad ambiental del proyecto, obra o actividad dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes. (Registro de correspondencia enviada Secretaria General).
- La Subdirección de Gestión Ambiental emitirá concepto técnico de evaluación del Estudio de Impacto Ambiental que determina la viabilidad ambiental o no del proyecto en un término de cinco días (5) días hábiles. (Registro de relación de Conceptos Técnicos enviados al área de Jurídica).
- Se remite al profesional del derecho para que proyecte la resolución en un término de cinco (5) días hábiles y se envía a la Secretaría General para su revisión y visto bueno y pasa a la Dirección para la firma en un término no mayor de cinco (5) días hábiles. (Registro de correspondencia enviada Secretaria General)

- El Técnico Administrativo de la Secretaría General notificará el acto administrativo en los términos del Código Contencioso Administrativo y se publicará en el boletín oficial de la Corporación Autónoma de Santander.
- Ejecutoriado el acto administrativo se remitirá copia a la Subdirección de Gestión Ambiental para su control y seguimiento. (Registro de correspondencia interna enviada a la subdirección de Gestión Ambiental).

7.5 MARCO REGULATORIO PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La Carta constitucional de 1.991 da inicio a una serie de reformas políticas en el marco del Estado social de derecho; se concede especial relevancia a la regulación de los servicios públicos, señalando que "Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional..." Así mismo, señala que la prestación de los servicios puede efectuarse en modalidades que involucren al Estado, a comunidades organizadas o a particulares, con la garantía del Estado para que éstos se presten eficientemente. Entre la legislación desarrollada para el efecto se tienen:

7.5.1 Ley 142 de 1.994 de régimen de servicios públicos domiciliarios.

En la exposición de motivos que dio lugar a la promulgación de ésta Ley se reconoció tres criterios fundamentales:

- La calidad de vida y los niveles de salud de la población.
- La prestación eficiente de los servicios como condición necesaria para mejorar la productividad y la posibilidad de competencia, de acuerdo con las tendencias mundiales de apertura y globalización de la economía.
- El impacto en los presupuestos de inversión y en los recursos de crédito del Estado. Sobre estos criterios, se responde al logro de objetivos como la

ampliación de coberturas, la financiación, el avance en el proceso de descentralización y autonomía municipal en la prestación de los servicios.

- De este modo la Ley responde a la exigencia de la norma constitucional, al precisar los fines y alcances de la intervención del Estado en el sector de servicios públicos y dispone de mecanismos orientados al logro de cuatro grandes propósitos:
- Ampliación de coberturas especialmente deficitarias en algunas áreas como la de saneamiento básico y con bajo cubrimiento en los sectores más pobres de la población.
- Continuidad de su financiación, destinando recursos para su inversión.
- Avance del proceso de descentralización y la autonomía municipal en la prestación de algunos servicios.
- Mejoramiento de la gestión de las entidades que presten el servicio.

La Ley también da cuenta de las exigencias a un replanteamiento institucional del sector de los servicios públicos.

En ella se redefine el papel de la Nación para fortalecer instituciones reguladoras, cuya gestión, más allá de definir de manera aislada esquemas tarifarios, debía orientarse al mejoramiento de la eficiencia del servicio, la disminución de costos, el repunte de productividades y, en general, a criterios de mercado. En los términos que se consignan en la Ley, la función reguladora ya no se entiende como ejercicio de un intervencionismo entorpecedor de la iniciativa empresarial, sino como una actividad estatal encaminada a desregular y eliminar barreras a la competencia, impedir el abuso de la posición dominante de los monopolios naturales y las prácticas discriminatorias o desleales para el competidor.

En consecuencia, la acepción del término "regular" implica determinar las normas a que debe someterse alguien o algo con el fin de poner en regla u orden una cosa, así como ajustar el funcionamiento de un sistema a determinados fines, bien

sea por comparación o deducción; las connotaciones políticas y económicas de la regulación se expresan, de una parte, en la utilización de los instrumentos de intervención estatal previstos por el ordenamiento constitucional y jurídico, de otra, en el diseño y aplicación de mecanismos para controlar los precios, las tarifas, los gastos de las empresas, etc.

La Comisión de Regulación para alcanzar los objetivos que le fija la Ley 142 de 1.994 ha expedido un sinnúmero de Resoluciones, entre las cuales cabe mencionar:

- Resolución 151 de 2001. Resolución central en materia del régimen tarifario, derogó y compiló las pertinentes a la materia.
- Resolución 200 de 2.001. Se estipula que los incrementos tarifarios por actualización se harán conforme la inflación causada.
- Resolución 201 de 2001. Se establecen condiciones para la elaboración, actualización y evaluación de los planes de gestión y resultados.

7.6 MODALIDADES DE ORGANIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Es competencia de los municipios en relación con el servicio público de aseo, asegurar que se preste a sus habitantes, de manera eficiente por empresas de servicios públicos de carácter oficial, privado o mixto, o directamente por la administración central del respectivo municipio en los casos previstos por la ley.

Por lo anterior, la organización del servicio de aseo desde el punto de vista de la prestación del mismo, es de carácter descentralizado, bajo la modalidad de "Empresas de Servicios Públicos" del orden municipal, definidas como sociedades por acciones, cuyo objeto es la prestación del servicio de aseo y obedece a condiciones específicas de cada municipio. También se considera la posibilidad de que el propio municipio asuma en forma directa, a través de la administración

central la prestación del servicio de aseo, y finalmente, en municipios menores en zonas rurales y en áreas y zonas urbanas específicas, se puede prestar el servicio a través de organizaciones autorizadas.

La norma que regula el manejo de residuos sólidos es el Decreto 1713 de 2002 “Por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994, la ley 632 de 2000 y la ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el decreto ley 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993 en relación con la gestión integral de residuos sólidos.” expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, además del Acuerdo 79 de 2003 ó Código de Policía en su capítulo 7 y 8.

Ley 1259 de 2008: Las personas que contaminan el ambiente arrojando escombros, botando basura en cualquier sitio, sacando sus residuos en horas distintos a los de recolección y hasta los recicladores que destapan y extraen basuras de las bolsas, serán objeto del nuevo 'comparendo ambiental'.

Este comparendo ambiental contempla sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas y empresas que infrinjan las normas existentes y van desde trabajo pedagógico, hasta sellamiento de establecimientos y arresto en caso de reincidencia constante.

7.6.1 Marco Regulatorio

- **Decreto 1140 de 2003**

"Artículo 19. Sistemas de almacenamiento colectivo de residuos sólidos. Todo Multiusuario del servicio de aseo, deberá tener una unidad de almacenamiento de residuos sólidos que cumpla como mínimo con los siguientes requisitos:

1. Los acabados deberán permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos en general.

2. Tendrán sistemas que permitan la ventilación como rejillas o ventanas; y de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje.
3. Serán construidas de manera que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores e impida el ingreso de animales domésticos.
4. Deberán tener una adecuada accesibilidad para los usuarios.
5. La ubicación del sitio no debe causar molestias e impactos a la comunidad.
6. Deberán contar con cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuada presentación.

En conclusión, a continuación se presenta una tabla No. 55 resumen de la normatividad ambiental colombiana.

Tabla 55 - Normatividad Ambiental Colombiana

NORMA	EXPIDE	DESCRIPCIÓN
Ley 23/1973	Congreso de la República	Concede facultades especiales al presidente en materia de control ambiental.
Ley 09/1979	Congreso de la República	Dicta medidas sanitarias para la protección del medio ambiente, alude a la responsabilidad que tienen los generadores de residuos durante la recolección transporte y disposición final, así como a los perjuicios ocasionados sobre la salud pública y el ambiente.
Ley 142/1994	Congreso de la República	Contiene el régimen de los servicios públicos domiciliarios.
Resolución 189/1994	Ministerio del Medio Ambiente	Define criterios para catalogar residuos.
Resolución 541/1994	Ministerio del Medio Ambiente	Regula el manejo de residuos como escombros.

NORMA	EXPIDE	DESCRIPCIÓN
Decreto 948/1995	Ministerio del Medio Ambiente	Calidad de aire.
Decreto 605/1996 (derogado por el decreto 1713/02)	Ministerio de Desarrollo Económico	Reglamenta la Ley 142/1994. Señala el manejo que debe darse a los residuos sólidos en su componente de prestación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final e igualmente determina las responsabilidades de algunos actores en la materia. Pone de manifiesto la responsabilidad de los generadores por los efectos al medio ambiente y a la salud pública que se puedan generar por la producción, recolección, manejo, tratamiento y disposición final.
NT GTC 24/1996	ICONTEC	Guía Técnica Colombiana Gestión Ambiental. Lineamientos sobre la separación en la fuente.
Resolución 619/1997	Ministerio del Medio Ambiente	Reglamenta el decreto 948/1995 de emisiones atmosféricas. Hace referencia a los factores de emisión para los incineradores de todo tipo de residuos.
Ley 253/1996	Congreso de la República	Adopción del Convenio de Basilea.
Ley 388/1997	Congreso de la República	Establecimiento de mecanismos que permitan al municipio promover el ordenamiento de su territorio.
Política de gestión integral de residuos./1998	Ministerio de Medio Ambiente	Saneamiento ambiental a cargo del estado. Fortalecer el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. Apoyar el mejoramiento los sistemas de disposición final.

Ley 491/1999	Congreso de la República	Ley penal de protección al medio ambiente. Seguros ecológicos.
Ley 511/1999	Congreso de la República	Indica a los entes territoriales, la obligación de propiciar condiciones de vida más adecuadas para recicladores.
Res 1096/2000	Ministerio de Desarrollo Económico	Principios fundamentales y criterios operacionales que deben seguirse para realizar una adecuada gestión de residuos sólidos.
Ley 715/2001	Congreso de la República	Establece el sistema general de participaciones.
Resolución 0058/2002	Ministerio del Medio	Establece criterios para hornos incineradores de Residuos
Decreto 1713/2002	Presidente de la República	Asigna a los municipios y departamentos la responsabilidad en el manejo de los residuos sólidos y la obligación de formular e implementar planes de gestión integral.
Decretos 1140 y 1505/2003	Presidente de la República	Modifican parcialmente el decreto 1713/2002.
Res 1045/2003	Ministerio del Medio Ambiente	Adopta la metodología para la formulación e implementación de los PGIRS y establece plazos para esta.
Decreto 216/2003	Departamento Administrativo de la Función Pública	Modifica estructura de ministerio de medio ambiente. se determinaron los objetivos, la estructura orgánica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT.
Decreto 838/2005	Presidente de la república	Por el cual se modifica el decreto 1713 de 2002 en cuanto a disposición final.

Fuente: [Elaboración Propia]

7.7 INSTRUMENTOS FACILITADORES PARA LA GESTIÓN DE RSD

Los objetivos ambientales, en busca de una mejora a la calidad ambiental, deben estar estrechamente relacionados con aspectos económicos, políticos y legislativos, para lograr su cumplimiento y aplicación. Es así como Colombia cuenta con algunas herramientas de este tipo, que a continuación se describirán y analizarán.

Para el desarrollo de este tema, nos basamos principalmente en el documento titulado “Política fiscal y medio ambiente: bases para una agenda común - Capítulo VII Evaluación de la aplicación de los beneficios tributarios para la gestión e inversión ambientales en Colombia” realizado por un grupo de investigación de la CEPAL en el año 2005, que tenía como objetivo, el plantear una propuesta de mejoramiento que potencie la aplicación de los beneficios tributarios.

En el marco normativo y de política ambiental, Colombia aplica instrumentos de comando y control e incentivos económicos como herramientas complementarias.

En cuanto al instrumento de comando y control, se aplican las licencias ambientales que es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios para el desarrollo y operación del

proyecto, obra o actividad³⁷. Y en cuanto al aspecto económico, cuenta con beneficios tributarios, tasas e incentivos y beneficios fiscales. Pero antes de empezar a hablar a fondo de estos términos, es importante aclarar su significado.

Incentivo fiscal: estímulo que, en relación con una determinada conducta, puede dar lugar o no al reconocimiento de un beneficio fiscal.

Beneficio fiscal: cualquier modificación que altere la valoración de un tributo en virtud de la realización de una determinada conducta que, en este caso, tendría una finalidad ambiental.

Tasa: es el valor que el Estado recibe por servicios prestados. En el caso de las tasas ambientales, su hecho imponible, está vinculado a una actividad administrativa, el elemento ambiental será el carácter ecológico o de beneficio ambiental del servicio, (por ejemplo: tasas retributivas y por uso de agua).

Es así pues que los impuestos ambientales se dividen en dos categorías:

- Los tributos ambientales como tales, que son una forma de incidir en las conductas perjudiciales para el medio ambiente mediante, 1) la formulación de un impuesto que refleje, a través de la recaudación, los niveles de cumplimiento exigidos por autoridades ambientales y 2) la definición de conductas que permitan a los sujetos pasivos del impuesto beneficiarse de una exclusión o exención, lo cual apunta a erradicar la conducta agravada.
- Elementos tributarios ambientales que se introducen en otros tributos (beneficios fiscales, aspectos contables). Aquellos que introducen un quiebre en la estructura normal del tributo para crear el incentivo y aquellos que protegen el medio ambiente, a la vez que consiguen la plena realización del principio de capacidad económica.

³⁷ República de Colombia. MAVDT. Decreto 1220/2005, Bogotá.

El principio de legalidad consagrado en el artículo 338 de la Constitución Nacional, determina que:

“..no puede existir tributo sin ley que lo establezca, lo cual está íntimamente vinculado con una idea central que establece que para que se creen o modifiquen tributos, debe existir la expresión de voluntad legítimamente constituida, manifestada en forma solemne, es decir a través de una ley”³⁸

A continuación se muestra un cuadro con el marco legal de algunos de los beneficios tributarios en Colombia:

Tabla 56 - Marco Legal Beneficios Tributario

LEGISLACIÓN	CONTENIDO	INSTITUCIÓN
Decreto 624/1989	Por el cual se expide el Estatuto Tributario de los Impuestos Administrados por la Dirección General de Impuestos Nacionales Descuentos de renta a quienes realizan inversiones en programas de reforestación	Presidencia de la República
Ley 44/1990	Se introdujo por primera vez en la legislación colombiana la opción de otorgar beneficios fiscales para la gestión ambiental.	Congreso de la República
Ley 223/1995	Posibilidad de excluir la obligación del pago del impuesto a las ventas (IVA) a las actividades destinadas a la adquisición de elementos para el control de la contaminación y el monitoreo ambiental.	Congreso de la República
Decreto 2532/2001	Beneficios asociados a la exclusión del IVA.	Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

³⁸ LEWIN FIGUEROA, Alfredo. Principios constitucionales del derecho tributario: análisis de la jurisprudencia de la Corte Constitucional. 2002. p. 29.

LEGISLACIÓN	CONTENIDO	INSTITUCIÓN
Ley 788/2002	Clarificó que las exenciones deberán otorgarse a inversiones que no correspondan a obligaciones vinculadas a las licencias ambientales.	Congreso de la República
Decreto 3172/2003	Beneficios asociados a la renta.	Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
Estatuto Tributario, Art. 428 literal f – 424 - 425	Impulsa al cumplimiento de las obligaciones ambientales derivadas de las normas.	Congreso de la República

Fuente: [Elaboración Propia]

En Colombia el sistema tributario establece que los beneficios ambientales se aplican sobre el pago (exclusión al pago) del impuesto a las ventas (IVA) o del impuesto a la renta (reducción de la base gravable sobre la cual se calcula el impuesto).

La aplicación de tales beneficios no está ligada a ningún sector específico, la autoridad ambiental certifica ciertos requisitos y criterios ambientales, desde el punto de vista técnico más no tributario.

Los municipios están habilitados para crear beneficios ambientales en los impuestos de carácter territorial. Se han presentado 2 iniciativas: 1) presentada por el Concejo de Bogotá en el año 2003, en donde se otorga un descuento en la tarifa del impuesto predial a las industrias donde se adopten esquemas de producción más limpia, pero no se han obtenido resultados; 2) presentada por el municipio de Itagüí-Antioquia, donde otorgaba un descuento por mejoramiento ambiental, una deducción sobre el impuesto a la industria y el comercio por inversiones que impulsaran el mejoramiento ambiental de las instalaciones industriales, pero no se han reconocido beneficios fiscales.

Así es que resulta difícil que a los sectores empresariales les atraiga la idea de aplicar programas ambientales, pues no se aprecia aun un valor agregado a la competitividad empresarial.

Es evidente entonces, que se presenta un problema, a nivel de formulación y posteriormente de aplicación, las causas pueden deberse a:

- El promover soluciones de fin de ciclo (end-of-pipe), estas implican sobre costos en los procesos productivos, lo que termina por afectar la competitividad de la empresa.
- Fallas en cuanto los criterios de integración, coherencia y coordinación entre las autoridades fiscales y ambientales. El Ministerio de Hacienda y Crédito Público no ha promovido la coordinación con el MAVDT para la preparación de los beneficios. La autoridad fiscal coordina lo prioritario para la política fiscal que son los temas macroeconómicos relacionados con el déficit fiscal, mientras la Autoridad Ambiental mantiene un perfil bajo, diseñando proyectos de ley presentados al Congreso.
- Intervención de varios agentes del gobierno y del sector productivo a los procesos y trámites del Congreso lo que genera un excesivo desgaste del poder ejecutivo. Se terminan por impulsar iniciativas que no forman parte de la visión del gobierno y que por ende generan escenarios de negociación difíciles de articular en el contexto de las políticas que los motivan. (ejemplo ley 788/02).
- Los beneficios asociados al medio ambiente no han llegado a ser significativos; la formulación de estos son iniciativas aisladas que no hacen parte de los proyectos de reforma tributaria de los sucesivos gobiernos.

7.8 INSTRUMENTOS EN EL TEMA DE RESIDUOS.

Una gestión ambiental eficiente, debe contener diversas áreas interrelacionadas, dentro de las cuales consideramos de vital importancia el área legal y económica, (están directamente relacionados con la política que es aquella que genera los principios base) de allí que se deben contar con herramientas que faciliten la aplicación de estos factores al mejoramiento de la calidad ambiental.

En Colombia no existe normatividad que imponga a quienes generan residuos la obligación de separar residuos en la fuente ni a reciclarlos.

A continuación realizamos un cuadro de los diferentes instrumentos aplicados en Colombia.

Tabla 57 - Instrumentos Regulatorios

POLITICOS	Las leyes sobre ambiente y salud son dictadas por el Poder Legislativo para luego ser promulgadas por el Poder Ejecutivo. Además, el gobierno puede dictar normas a través de decretos y resoluciones, pero siempre dentro de lo dispuesto por la Constitución del Estado. A su vez, los municipios disponen a través de edictos y ordenanzas municipales la gestión y operación de residuos sólidos dentro de su jurisdicción.	Política Nacional de Producción más limpia.Prevenir y minimizar eficientemente los impactos y riesgos a los seres humanos y al medio ambiente, garantizando la protección ambiental, el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad empresarial, a partir de introducir la dimensión ambiental en los sectores productivos, como desafío a largo plazo. Política Nacional para la gestión integral de residuos. Administrar los residuos de una forma compatible con el medio ambiente y la salud pública
LEGALES		Decreto ley 2811/1974 – Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente- Ley general. Establece los principios conforme a los cuales se deben usar los elementos ambientales. NO es posible descargar, sin autorización, los residuos que deterioren los suelos o causen daño o molestia a núcleos humanos. Para su disposición se utilizaran preferiblemente medios que permitan evitar el deterioro del ambiente y la salud.

LEGALES	Las leyes sobre ambiente y salud son dictadas por el Poder Legislativo para luego ser promulgadas por el Poder Ejecutivo. Además, el gobierno puede dictar normas a través de decretos y resoluciones, pero siempre dentro de lo dispuesto por la Constitución del Estado. A su vez, los municipios disponen a través de edictos y ordenanzas municipales la gestión y operación de residuos sólidos dentro de su jurisdicción.	Decreto 1713/2002. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. “Se debe garantizar la calidad del servicio a toda la población, prestar eficaz y eficientemente el servicio en forma continua e ininterrumpida, establecer mecanismos que garanticen a los usuarios el acceso al servicio y su participación en la gestión y fiscalización de la prestación, minimizar y mitigar el impacto en la salud y en el medio ambiente, ocasionado en todos los componentes del servicio. Los municipios y distritos deberán tener actualizado un plan para la gestión integral de residuos sólidos”.
		Decreto 1220/2005 y Decreto 1505/2003. Licencias Ambientales.
		Resolución 1045/2003. Se adopta la metodología para los planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)
		Ley 223/95 Art. 428 literal f.
		Decreto 838/2005. Modifica el Decreto 1713/02 sobre disposición final de residuos. Establece criterios y metodologías para la disposición final de residuos sólidos mediante la tecnología de relleno sanitario.
ECONOMICOS	Su propósito es mejorar relación Beneficio-Costo de los esfuerzos para proteger el medio ambiente.	Tarifas de usuario. Incorporan la tarifa de recolección, transporte y disposición de residuos a la factura del servicio de luz.
INFORMATIVOS	Se desarrollan diferentes herramientas para dar a conocer a los actores involucrados, sus responsabilidades y técnicas para llevar a cabo. Son de carácter público.	Guías ambientales tanto para las autoridades ambientales, como para la ejecución y/o el desarrollo de los proyectos, obras o actividades contenidos en las guías que se señalan en el artículo tercero de la Resolución 1023/2005. A nuestro tema respectan:
		* Guía ambiental cierre de botadero.
		• Cartilla de formulación de planes de gestión integral de residuos sólidos.
		• Guía ambiental rellenos sanitarios.
		• Planes de acción. Formulación de estrategias encaminadas a resolver un problema específico.

Fuente: [Elaboración Propia]

7.9 CONCLUSIONES

Mientras que El Plan Maestro, es una herramienta que busca articular las instituciones encargadas y sus objetivos se dirigen más a una sociedad recicladora. Es un buen comienzo, ya que se habla de crear cultura, de minimización, de reciclaje, entre otros temas, pero se ve que su avance es lento y con cambios poco significativos. Pues fue formulado hace mas de 2 años y no se han alcanzado las metas propuestas, actualmente se encuentran desarrollando la fase preliminar.

En cuanto a los puntos legales y políticos, consideramos que son bastante indirectos y poco estrictos, pues en ellos se plantean acciones y deberes a realizar, pero no se involucran ningún tipo de elementos que estimulen su puesta en marcha.

También notamos que las guías ambientales, utilizadas como herramientas informativas están direccionadas al manejo de los sitios de disposición final y no a una enseñanza de procesos como reciclaje y disminución.

Se observa ausencia en el tema económico, a nivel nacional, valga la aclaración, sólo se encuentra que la tarifa de aseo (incluye, recolección, transporte y disposición) es cobrada junto con la tarifa del servicio eléctrico, donde se aplica una especie de tasa a la factura, lo cual ayuda a aumentar la recolección, además las familias de estratos más altos consumen más electricidad y por ende pagan más servicios vinculados al manejo de sus residuos, pero no promueve la reducción de los residuos. Los servicios quedan saldados, pero el problema igual se está trasladando a otro lugar.

8. ESTUDIO ORGANIZACIONAL

8.1 PARAMETROS DE DEFINICION DE LA FORMA ORGANIZACIONAL

8.1.1 Tipo de organizacion

Al iniciar un proyecto de inversión es muy importante comenzar por elegir una forma de sociedad mercantil que regirá a los asociados para que todos conozcan las reglas de juego en las cuales basaran sus relaciones ante la sociedad conformada y ante terceros.

En este capítulo definiremos la forma de organización elegida que aplicara para el estudio de prefactibilidad y expondremos las razones y parámetros tenidos en cuenta para dicha elección.

- Para la creación de la planta se requiere de una gran inversión inicial, esta inversión puede ser obtenida por medio de capital propio de la empresa o a través del financiamiento externo. El financiamiento externo permite disminuir la cantidad de impuestos a pagar por causa de los intereses de los préstamos lo que lo hace atractivo como opción de financiación.
- Un préstamo bancario, con cualquier instrumento financiero, requiere que la empresa tenga un historial, por otra parte, es conveniente que las empresas de la cadena vertical de producción, asociada al manejo de basura (es decir, las empresas compradoras de los productos reciclables), se interesen en el Proyecto ya que así se asegurará el mejor comportamiento de ellas respecto a

las necesidades externas de la planta (separación en dos grupos de materiales, precios de disposición final constantes, etc.).

- En las sociedades anónimas, la publicidad sobre quiénes son sus accionistas es algo muy reservado que ni siquiera en el Registro Mercantil de la Cámara de Comercio se puede dar a conocer, lo cual no sucede con las sociedades limitadas o comanditas en las cuales cualquier tercero, con solo solicitar en la “Cámara de Comercio” un “Certificado de Existencia y Representación Legal de la sociedad”, podrá enterarse de quienes son los “dueños” de la sociedad.
- Así mismo, cuando se requieran hacer emisiones de nuevas acciones para que los accionistas que ya existen puedan aumentar su participación accionaria, o para que otros nuevos puedan ingresar a la sociedad, o cuando un accionista quiere retirarse de la sociedad y poner en venta sus acciones, todos esos son eventos que no exigen formalizarlo mediante escritura pública sino mediante simples actas de Asamblea de accionistas y con ello se estarán “ahorrando” los gastos que implican elevar los actos jurídicos a escrituras públicas, gastos que no se pueden ahorrar en las demás formas societarias.
- De otra parte, y de conformidad con las norma contenida en los art.793 y 794 del Estatuto Tributario, cuando se trata de las deudas por impuestos y aduanas nacionales, la norma es clara en decir que los socios de las personas jurídicas responderán “solidariamente” (es decir, con todo lo que sea necesario hasta que la deuda se extinga y no sólo con el monto del capital social que habían aportado a la sociedad), pero dice que de tal responsabilidad “solidaria” se exonera a “las sociedades anónimas y sus asimiladas” (véase el inciso segundo del art.794 del Estatuto Tributario).

De acuerdo con los puntos anteriores y teniendo en cuenta principalmente el monto requerido inicial se creará una sociedad anónima

8.1.2 Proceso de constitución

- **Verificación del nombre o razón social y registro**

La selección del nombre es un paso fundamental al inicio de la nueva empresa. Por eso es necesario verificar en tiempo real, que el nombre que se va a solicitar ante la Cámara de Comercio no exista registrado por otra empresa o razón social. Una vez realizada la verificación, se debe registrar el nombre diligenciando el formulario correspondiente.

- **Consulta de ubicación de la empresa**

Este trámite se hace ante Planeación Municipal a la que se debe presentar una carta de solicitud detallando la ubicación, tipo de negocio, la actividad o actividades a desarrollar, nombre y número telefónico del interesado y una cuenta de servicio del local. Planeación elaborará un comunicado de autorización o rechazo de la solicitud.

- **Escritura pública de constitución**

Es el documento escrito que contiene declaraciones en actos Jurídicos, emitidos ante el notario con los requisitos de ley y que se incorpora al protocolo. La elaboración de una escritura pública se lleva a cabo mediante varias etapas consecutivas que en caso de no cumplirse en su totalidad, hacen inexistente la misma. Toda sociedad comercial se debe constituir por escritura pública ante una notaría. Su contenido así como los estatutos sociales deben sujetarse estrictamente a las disposiciones exigidas legalmente. Debe contener, entre otros aspectos, el nombre, nacionalidad, documento de identidad y domicilio de la (s) persona (s) que intervienen como otorgante, la clase o tipo de sociedad a constituir así como la denominación o razón social de la misma, el domicilio de la sociedad, el objeto social, el capital social (la parte que paga cada asociado en el

acto de constitución), la duración de la sociedad, causales de disolución, distribución de las atribuciones y facultades del administrador.

- **Registro Mercantil**

El Registro Mercantil es una Institución legal, a través de la cual por virtud de la ley se da publicidad a ciertos actos que deben ser conocidos por la comunidad. Para este trámite es necesario llevar ante la Cámara de Comercio el formulario de inscripción, dos copias de la escritura de constitución y el recibo de pago del impuesto de registro. Además de la identidad de cada una de las personas nombradas como representante legal, junta directiva y revisor fiscal. El registro mercantil se convierte en la única forma de demostrar la existencia y representación de las sociedades en Colombia. Debe ser renovado anualmente en los tres primeros meses del año. Es el número de identificación comercial permanente. A través de él la sociedad se hace perteneciente al registro público mercantil que permite conocer aspectos como las matriculas de comerciante, registros de libros de comercio y el boletín del registro mercantil. Luego de realizar esta inscripción la cámara de comercio entregará a la nueva sociedad el certificado de existencia y representación que permite a esta más tarde realizar otros trámites así como acreditar su matrícula en el registro mercantil.

- **Registro ante la DIAN**

El Registro Único Tributario (RUT) es la base de datos que de los contribuyentes lleva la Administración Tributaria a nivel Nacional, la cual comprende la información básica de los mismos, con fines estadísticos y de control. Con el RUT y el certificado de existencia se solicita ante la DIAN el Número de Identificación Tributaria (NIT) que es la expresión numérica tributaria o fiscal que identifica ante impuestos nacionales, así como ante otras entidades públicas y privadas a los contribuyentes y declarantes.

- **Industria y Comercio**

El impuesto de Industria y Comercio es un gravamen de carácter obligatorio para todo tipo de actividades industriales, comerciales, de servicios y financieras, que se ejerzan o realicen dentro de la jurisdicción del Municipio. Para el registro ante Industria y Comercio, debe presentarse el formulario de inscripción así como el certificado de existencia y representación se hará efectivo. Estos trámites se realizan en la actualidad dentro de la misma Cámara de Comercio.

- **Registro de los libros de contabilidad:**

El proceso de registro de los Libros en la Cámara se puede realizar cuando se haya matriculado la sociedad, el propietario o el representante legal debe presentar y solicitar el registro de los libros de contabilidad con una carta dirigida a la Cámara de Comercio y diligenciar el formulario de solicitud respectivo.

- **Licencia Sanitaria y de Seguridad**

La Secretaria de Salud Municipal y el Departamento de Bomberos son los organismos encargados de expedir estas licencias respectivamente. Para obtenerlas es necesario solicitar por escrito las visitas de ambos organismos donde se indique la dirección, teléfono y nombre del representante legal; una vez hecha las visitas y de haberse constatado las normas establecidas se expiden las licencias³⁹.

8.1.3 Obligaciones laborales y de seguridad social para los empleados

Los requisitos que se describen a continuación deben realizarse una vez la empresa entra en funcionamiento para garantizar la seguridad social de sus empleados:

³⁹ Ver más detalle en el Estudio Legal que hace parte de este documento.

- Inscribirse ante la Administración de Riesgos Profesional (Privada o ISS).
- Es necesario que el empleador inscriba a sus empleados en una Caja Compensación Familiar (Pagar ICBF (3% del valor de la Nómina), SENA (2%), y Cajas de compensación familiar (4%)).
- Afiliar a los trabajadores al Sistema de Seguridad Social y de Pensiones ante las Entidades Promotoras de Salud (EPS) y Fondo de Pensiones.
- Afiliar a los trabajadores a los Fondos de Cesantías.

8.1.4 Obligaciones comerciales

- Cumplir con las obligaciones con sus proveedores y clientes que se deriven del ejercicio naturaleza de su actividad económica.
- Abstenerse de ejecutar actos de competencia desleal.
- Llevar la contabilidad de su negocio conforme a las normas y principios de contabilidad legalmente establecidos en Los decretos 2649 y 2650 de 1993.
- Conservar la correspondencia, libros y soportes de sus operaciones.

8.1.5 Obligaciones Tributarias

- **Declarar**

Presentar las declaraciones de renta, ingresos y patrimonio (renta para los no contribuyentes), ventas y retención, dentro de los plazos que cada año fija el gobierno mediante decreto, en los formularios indicados para tal fin y en los lugares que les corresponda de acuerdo con su jurisdicción y dirección, informando su identificación, los factores y las firmas del declarante, de revisor fiscal en el caso de personas obligadas de acuerdo al código de comercio, o por contador público cuando el declarante haya superado los topes previstos en la ley 43 de 1990 y artículos del Estatuto Tributario o cuando en la declaración de IVA

tenga un saldo a favor; en algunos casos autorizados por la DIAN la presentación de las declaraciones es electrónica y solo quienes están expresamente contemplados en el art. 598 del Estatuto Tributario, son no contribuyentes no obligados a declarar ingresos y patrimonio y en el art. 601 se afirma que solo los responsables del régimen simplificado no están obligados a declarar IVA, igualmente el art. 606 del Estatuto Tributario, contempla que los agentes retenedores cuando no han practicado retención en un mes determinado están obligados a presentar declaración mensual de retención en la fuente. Las declaraciones presentadas por los no obligados a declarar no producirán efecto legal alguno.

- **Informar su Dirección y Actividad Económica**

El art. 612 contempla esta obligación formal así como informar los cambios. La importancia radica en que el mantener actualizada la dirección garantiza que el sujeto pasivo se entere de las actuaciones que le profieran y pueda ejercer el derecho a la defensa. La actividad económica es vital para la aplicación de índices que hace la DIAN, para correr programas de fiscalización.

- **Inscribirse en el RUT**

Es el registro que lleva la DIAN, para conocer identificación, domicilio, NIT, tipo de contribuyente, actividad económica y responsabilidades.

- **Informar el cese de actividades**

Se debe hacer dentro de los 30 días siguientes; mientras no se informe subsiste la obligación de declarar ventas.

- **Facturar**

Están obligados a facturar todos los comerciantes, quienes ejerzan profesiones liberales o presten servicios inherentes a estas, quienes enajenen bienes producto de la actividad agrícola o ganadera, independientemente de su calidad de

contribuyentes o no. Están excluidos quienes pertenezcan al régimen simplificado, los bancos, las corporaciones financieras, corporaciones de ahorro y vivienda, compañías de financiamiento comercial, las cooperativas de ahorro y crédito, los organismos cooperativos de grado superior, las instituciones auxiliares del cooperativismo, las cooperativas multiactivas e integrales y los fondos de empleados en relación con las operaciones financieras, los distribuidores minoristas de combustible, las empresas de servicio público de transporte de pasajeros, el servicio de baños públicos, la relación laboral, las personas naturales que vendan bienes o servicios excluidos cuando no superen los topes para pertenecer al régimen común y en las enajenaciones y arrendamientos de bienes que constituyan activos fijos y que no sea comerciante.

- **Certificar**

Quienes sean agentes de retención sea por renta, IVA o timbre, deben expedir un certificado donde conste lo retenido, en el evento de que deban devolver retención deben anular los certificados. Así para el asalariado no declarante, el certificado de ingresos y retenciones, reemplaza para todos los efectos a la declaración de renta y debe expedírsele a mas tardar el 15 de marzo de 2005; tratándose de IVA debe expedirse bimestralmente o por cada operación y en el timbre cada vez que el retenedor perciba el pago del impuesto.

- **Llevar el libro fiscal de registro de operaciones diarias**

En el caso de los responsables del régimen simplificado, este libro debe reposar en el establecimiento de comercio y estar al día

- **Corregir**

Una vez presentada una declaración el contribuyente cuenta con 1 año si desea corregir bajando impuesto y de 2 años si desea incrementarlo, en el primer caso no hay sanción y se dirige la solicitud a la Administración de Impuestos, en el

segundo caso se debe liquidar una sanción del 10% del mayor valor y se presenta directamente en los bancos autorizados,

- **Llevar contabilidad**

Esta es una obligación contemplada en el código de comercio, que constituye tanto para el contribuyente como para la DIAN, una de las mejores pruebas tributarias siempre que se lleve en debida forma y que es sancionable en algunos casos previstos por la normatividad tributaria.

- **Pagar**

Todos los contribuyentes deben pagar el impuesto que les corresponda en los plazos señalados, de lo contrario se hacen acreedores al cobro de los intereses de mora, que para el cuatrimestre marzo a junio de 2005, esta en 25.22% anual y que se contemplan en el art. 634 del E.T., a partir de la reforma tributaria de 2002, se hace de forma diaria. Pero también se puede compensar, condonar, revocar o prescribir.

- **Atender Requerimientos**

Contemplado en el art. 686 del E.T., tanto para contribuyentes como no contribuyentes.

- **Responsabilidad penal por no consignar la retención en la fuente**

Cuando pasados 2 meses de la presentación de la declaración de retención en la fuente, no se han consignado, se incurre en el delito de peculado por apropiación.

- **Corrección de las declaraciones**

La corrección de las declaraciones tributarias, por parte de los contribuyentes, puede realizarse de dos formas:

- 1 En forma Voluntaria: Antes de que se haya notificado requerimiento especial o pliego de cargos, liquidándose la sanción por corrección correspondiente.
- 2 Por la Administración: Cuando se hace en respuesta al pliego de cargos, al emplazamiento para corregir, al requerimiento especial o a su ampliación o a la liquidación de revisión.

- **Tipos de corrección:**

- 1 Correcciones que aumentan el valor a pagar o disminuyen el saldo a favor.
- 2 Correcciones que no implican modificación del valor a pagar.
- 3 Corrección de inconsistencias que hacen tener la declaración como no presentada.
- 4 Corrección que implican menor valor a pagar o mayor saldo a favor.
- 5 Correcciones del anticipo
- 6 Obligaciones tributarias.

8.1.6 Contratos

- **Contrato escrito de trabajo:** Para éste tipo de contrato, se requiere un documento donde se especifique toda la relación laboral entre empleador y trabajador siendo en puntuales en la labor a desarrollar, duración, remuneración y demás requisitos que pueden consultarse en el artículo 39 del código sustantivo de trabajo.
- **Requisitos del contrato escrito de trabajo:** Los elementos mínimos que debe contener el contrato escrito de trabajo se encuentran en el artículo 39 del Código Sustantivo del Trabajo. Veamos:

1. Contrato escrito.

El contrato de trabajo escrito se extiende en tantos ejemplares cuantos sean los interesados, destinándose uno para cada uno de ellos, está exento de impuestos

de papel sellado y de timbre nacional y debe contener necesariamente, fuera de las cláusulas que las partes acuerden libremente, las siguientes: la identificación y domicilio de las partes; el lugar y la fecha de su celebración; el lugar en donde se haya contratado el trabajador y en donde haya de prestar el servicio; la naturaleza del trabajo, la cuantía de la remuneración, su forma y períodos de pago, la estimación de su valor, en caso de que haya suministros de habitación y de alimentación como parte del salario; y la duración del contrato, su desahucio y terminación.

2. Contrato a término fijo

Este tipo de contratos contempla una duración entre mínimo un día y máximo tres años, según acuerden las partes. Es indispensable que el contrato quede por escrito; debe respetar el rango de tiempo establecido por la Ley 50 de 1.9901, y para la terminación del contrato se recomienda dejar por escrito el preaviso correspondiente de mínimo 30 días.

8.1.7 Obligaciones Laborales

En la relación laboral se debe cumplir con unas obligaciones, las cuáles deben pagarse en diferentes épocas del año según sea el caso.

Al iniciar un contrato laboral, el empleador está en la obligación de realizar la afiliación del trabajador y sus beneficiarios, al sistema de salud (EPS), pensión, riesgos profesionales (ARP), Caja de compensación familiar. Existen diferentes entidades que prestan éstos servicios y de común acuerdo, entre empleador y trabajador, se puede escoger la empresa que va a cubrir el respectivo sistema.

Este tipo de obligaciones deben pagarse mensualmente y el porcentaje correspondiente de cada una de las partes, de acuerdo con la ley laboral.

- **Salud (EPS)**

Mensualmente se paga a la entidad el 12.5% del salario del trabajador, del cual, 8.5% lo paga el empleador y 4% el trabajador.

- **Pensión**

Mensualmente se paga a la entidad el 15.5% del salario del trabajador, del cual, 11.625% lo paga el empleador y 3.875% el trabajador.

- **Riesgos Profesionales (ARP)**

Cada empresa se encuentra clasificada en un nivel de riesgo según actividad económica y labores desempeñadas por los trabajadores. De acuerdo con el porcentaje asignado, el cuál varía entre el 0.5% y el 8.7%; la empresa paga mensualmente a la entidad dicha suma del total de la nómina.

- **Horas Extras**

Este pago es mensual, y el porcentaje varía dependiendo de la jornada. Para una jornada diurna, el recargo que debe pagarse al trabajador es del 25% sobre el valor ordinario de la hora. Para jornada nocturna, será del 75%. Los empleados que tienen un salario integral no tienen derecho a ésta acreencia.

- **Prima de servicios:**

Semestralmente, la empresa debe pagar a sus trabajadores la prima de servicios la cuál corresponde a 30 días de salario por año.

- **Cesantías**

Las cesantías correspondientes a 30 días de salario por año se deben consignarse en el fondo escogido por el trabajador, anualmente, antes del 14 de Febrero de cada año. El 31 de Diciembre de cada año, se liquida el 12%

correspondiente al interés de Cesantías y se consignan al trabajador. Tanto las Cesantías como sus intereses, no aplican para salarios integrales.

- **Vacaciones**

Otro derecho anual con el que cuenta el trabajador, son las vacaciones que pueden programarse con la empresa según el cronograma interno establecido, y deben ser de 15 días hábiles de descanso, remunerados.

- **Dotación**

Se deberá suministrar cada cuatro (4) meses, en forma gratuita, un (1) par de zapatos y un (1) vestido de labor al trabajador cuya remuneración mensual sea hasta dos (2) veces el salario mínimo más alto vigente. Tiene derecho a esta prestación el trabajador que en la fecha de entrega de calzado y vestido haya cumplido más de tres (3) meses al servicio del empleador".

9. ESTUDIO FINANCIERO

9.1 COSTOS DE INVERSION

En esta sección se incluyen los costos asociados a la inversión del Proyecto. Estos costos tienen la particularidad de que son realizados una sola vez ya sea al inicio del Proyecto, como inversión inicial, o en algún momento de la vida útil de la empresa a fin de expandir las operaciones o modernizar procesos, por ejemplo.

No obstante lo anterior, en este capítulo sólo se mencionará los costos de inversión asociados al inicio de las actividades de la planta, es decir, a la inversión inicial. Si bien se mencionó anteriormente en el estudio técnico Aspectos Generales relacionado a la capacidad productiva, se realizarán expansiones en la capacidad de trabajo cada 5 años con el fin de hacer frente al creciente aumento de la producción de basura en la comuna. Dichas expansiones se traducen en inversiones que se detallan más adelante.

En la tabla No.58 se indica la distribución de este dinero.

Es importante resaltar que todos los valores de este estudio son estimados y solamente pueden ser tomados como parte de un ejercicio académico, además para efectos de este proyecto se considera una depreciación lineal aplicada durante la vida útil del proyecto para los activos depreciables.

Tabla 58 – Costo Inversión Total.

ACTIVO FIJO	\$
Terreno 1 ha	19.000.000
Construcción de instalaciones	400.000.000
Maquinaria y equipo	450.800.000
Vehiculos	212.000.000
Muebles y enseres	13.500.000
Equipos de computo	16.000.000
Software contable	5.000.000
Costos preoperativos	92.000.000
Capital de trabajo inicial	80.000.000
TOTAL INVERSIÓN ACTIVOS FIJOS	1.288.300.000

Fuente: [Elaboración Propia]

9.1.1 Activos fijos

Las inversiones en activos fijos corresponden a todos los elementos e instalaciones necesarias para conformar un soporte para la operación de la planta. Dentro de este grupo se incluyen, por ejemplo, los vehículos de transporte, computadores, mobiliarios, instalaciones y equipos.

9.1.2 Capital de trabajo

El capital de trabajo corresponde a todos los recursos monetarios o económicos que se requieren para que el sistema opere en forma normal, conceptualmente es la caja o el efectivo que se necesita para la puesta en marcha de las operaciones hasta que se normalicen los retornos esperados.

9.1.3 Construcción de Instalaciones.

La construcción de las instalaciones tanto para la ubicación de la maquinaria como para la zona administrativa se ha estimado en un valor de \$400.000.000 de pesos e incluye los trabajos que se indican a continuación en la tabla No. 59

Tabla 59 – Obras de Construcción.

Zona	Obras
Planta	Construcción de bases y drenajes
	Estructura columnas
	Estructura cubierta
	Instalaciones eléctricas
	Instalaciones hidráulicas
	Bases para equipos
	Construcción de bases y drenajes
Administración	Estructura columnas
	Muros en ladrillo
	Instalación de techo
	Instalaciones eléctricas
	Instalaciones hidráulicas
	Puertas y ventanas
Otros	Cerramiento
	Adecuación de accesos

Fuente: [Elaboración Propia]

9.1.4 Costos preoperativos

En este apartado se incluyen todos aquellos egresos necesarios para que entre en funcionamiento la planta, tal como se detallan en en la tabla No.60

Tabla 60 – Costos Pre operativos

COSTOS PREOPERATIVOS	\$
Licencias ambiental	2.000.000
Constitución empresa	5.000.000
Permiso para construcción	3.000.000
Organización, gestión de proyecto	12.000.000

COSTOS PREOPERATIVOS	\$
Ingeniería detallada, contratación	3.000.000
Publicidad	5.000.000
Sensibilización de recicladores materia prima	12.000.000
Imprevistos	5.000.000
Adecuación del terreno	5.000.000
Gastos de puesta en marcha	10.000.000
Adecuación de vías de acceso e internas	30.000.000
Total inversión Activo Nominales	92.000.000

Fuente: [Elaboración Propia]

9.1.5 Maquinaria y equipo.

En la tabla No. 61 se presenta la maquinaria y los equipos, indicando su valor de fabricación e instalación según cotizaciones de los fabricantes. Solo se considera la mejor opción económica.

Tabla 61 – Costos Maquinaria y Equipo

MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	Vr UNIT.	Vr. Total
Tolva	1	UDS	60.000.000	60.000.000
Cinta transportadora	2	UDS	45.000.000	90.000.000
Mesas receptoras	2	UDS	1.000.000	2.000.000
Receptáculos de rechazo	2	UDS	4.000.000	8.000.000
Receptáculos de separación	17	UDS	4.000.000	68.000.000
Montacargas	1	UDS	135.000.000	135.000.000
Contenedores de material separado	2	UDS	5.000.000	10.000.000
Camioneta diesel Toyota 4x4	1	UDS	77.000.000	77.000.000
Compactadora	1	UDS	22.800.000	22.800.000
Bascula camiones 60 ton Cap.	1	UDS	45.000.000	45.000.000
Bascula Cap. 30 ton	2	UDS	5.000.000	10.000.000
Sistema de ventilación	1	GB	15.000.000	15.000.000
Equipos de computo	8	UDS	2.000.000	16.000.000
Software contable	1	UDS	5.000.000	5.000.000
Mobiliario oficinas	1	GB	13.500.000	13.500.000
Componentes eléctricos y electrónicos	1	GB	120.000.000	120.000.000
TOTAL				697.300.000

Fuente: [Elaboración Propia]

9.2 COSTOS Y GASTOS OPERACIONALES

9.2.1 Costos de Producción

- **Materia Prima.** El costo de obtención y las cantidades requeridas de materia prima de los diferentes productos considerados en el proyecto para el año 2010 son los descritos en la tabla No. 62.

Tabla 62 – Costos Materia Prima

Descripción	\$/Mes	\$/Año
Transporte RSD Planta	4.000.000	48.000.000
Consumo Diesel Equipos	680.000	8.160.000
Consumibles Compactación RSD	1.000.000	12.000.000
TOTAL	5.680.000	68.160.000

Fuente: [Elaboración Propia]

- **Mano de Obra.** La mano de obra se toma como un costo de producción variable, porque depende de la cantidad de material (RSD) a procesar. En consecuencia, como año tras año se espera un incremento de la oferta, esto se refleja en un aumento de la mano de obra. Luego, se ha estimado que para el año de inicio de operación de la planta, se requieren 14 operarios.

Las obligaciones laborales de ley asociadas al personal que labora en la planta, adicional al salario base, son la salud, pensión, riesgos profesionales, prima de servicios, cesantías, intereses de cesantías, vacaciones y aportes parafiscales; En la tabla No. 63 se presentan los resultados del cálculo de las obligaciones, con base al salario para el año 2010. Los porcentajes para el calculo son los estipulados por ley para el año base del proyecto.

Tabla 63 – Obligaciones laborales para el personal (Año 2010)

Costos Mano de Obra Directa	CANT.	Vr. Total Mes	Vr. Total Anual
Operarios	14	515.000	86.520.000
Supervisor	1	1.800.000	21.600.000
Sub Total Mano de Obra Directa		2.315.000	108.120.000

Prestaciones Sociales	%		
Salud	8,50%	196.775	9.190.200
Pensión	12,00%	277.800	12.974.400
Riesgos Profesionales	6,96%	161.124	7.525.152
Prima de Servicios	8,33%	192.840	9.006.396
Cesantías	8,33%	192.840	9.006.396
Intereses de Cesantías	1,00%	23.150	1.081.200
Vacaciones	4,17%	96.536	4.508.604
Aportes Parafiscales (ICBF, SENA, Caja Compensación)	9,00%	208.350	9.730.800
Auxilio de Transporte		861.000	10.332.000
Dotación del personal		1.148.000	13.776.000
TOTAL PRESTACIONES SOCIALES		3.358.414	87.131.148

Fuente: [Elaboración Propia]

9.2.2 Gastos Operativos.

En la Tabla No. 64 se indican los gastos de mantenimiento que se han estimado de manera anual para reparaciones, limpieza y lubricación de los equipos y edificios de la planta.

Tabla 64 – Gastos Operativo

Costos Operativos	Vr. Unitario	Vr. Total Anual
Mantenimiento y Repuestos	650.000	7.800.000
Mantenimiento de Oficinas	66.667	800.000
Transporte Material Deshecho Planta a Relleno	1.000.000	12.000.000
Subtotal Costos Operativos	1.716.667	20.600.000

Fuente: [Elaboración Propia]

9.2.3 Gastos nomina Administración.

Al igual que con la nomina del personal de producción, se calculan e indican en la tabla No. 65 los cargos económicos que por ley debe cumplir una empresa con las personas que contrata.

Tabla 65 – Gastos nómina administración

Costos Mano de Obra Indirecta	CANT.	Vr. Total Mes	Vr. Total Anual
Secretaria Contable	1	1.000.000	12.000.000
Administrador	1	2.000.000	24.000.000
Aux Servicios Generales	1	515.000	6.180.000
Sub Total Mano de Obra Directa		3.515.000	42.180.000

Prestaciones Sociales	%		
Salud	8,50%	298.775	3.585.300
Pensión	12,00%	421.800	5.061.600
Riesgos Profesionales	6,96%	244.644	2.935.728
Prima de Servicios	8,33%	292.800	3.513.594
Cesantías	8,33%	292.800	3.513.594
Intereses de Cesantías	1,00%	35.150	421.800
Vacaciones	4,17%	146.576	1.758.906
Aportes Parafiscales (ICBF, SENA, Caja Compensación)	9,00%	316.350	3.796.200
Auxilio de Transporte		61.500	738.000
Dotación del personal		82.000	984.000
TOTAL PRESTACIONES SOCIALES		2.192.394	26.308.722

Fuente: [Elaboración Propia]

9.2.4 Otros Gastos de administración.

Se indican en la tabla No. 66 los costos estimados para gestión de ventas y en la tabla No. 67 los demás gastos administrativos requeridos para la operación de la Planta.

Tabla 66 – Costos Ventas

Costos de Distribución y Ventas	UNID	CANT.	Vr. Total Mes	Vr. Total Anual
Publicidad	Gl	1	500.000	6.000.000
Vendedor	Gl	1	825.000	9.900.000
Fletes Comercialización	Gl	1	14.000.000	168.000.000
Subtotal Costos Dist. y Ventas			15.325.000	183.900.000

Fuente: [Elaboración Propia]

Tabla 67 – Otros Gastos de Administración

Costos de Administración	Vr. Total Mes	Vr. Total Anual
Servicios Públicos		-
Agua	500.000	6.000.000
Energía	3.000.000	36.000.000
Teléfono/Internet	270.000	3.240.000
Servicio de Vigilancia	2.100.000	25.200.000
Servicio de Aseo	700.000	8.400.000
Póliza cubrimiento activos	708.773	8.505.276
Impuesto de Industria y Comercio	170.000	2.040.000
Impuesto Predial	400.000	4.800.000
Plan Incentivos Recicladores (Mat. Prima)	200.000	2.400.000
Subtotal Costos de Administración	8.048.773	96.585.276

Fuente: [Elaboración Propia]

9.3 INGRESOS POR VENTAS

9.3.1 Producto Terminado

Tal como se definió en el estudio del mercado los ingresos serán la proyección de las ventas de cada uno de los productos

Las tablas No. 68 ,No. 69 y No. 70 muestran los ingresos percibidos por venta de residuos recuperados durante los 15 años de vida útil según la clasificación definida.

Tabla 68 - Estimación de Ingresos por Papel/Catón.

Año	Recuperado (ton/día)	\$ Promedio	Total/ día
2010	11,88	168.600	2.003.651
2011	12,70	168.600	2.140.780
2012	12,98	168.600	2.187.703
2013	13,26	168.600	2.235.655
2014	13,55	168.600	2.284.658
2015	13,85	168.600	2.334.735
2016	14,15	168.600	2.385.910
2017	14,46	168.600	2.438.206
2018	14,78	168.600	2.491.648
2019	15,10	168.600	2.546.262
2020	15,43	168.600	2.602.073
2021	15,77	168.600	2.659.108
2022	16,12	168.600	2.717.392
2023	16,47	168.600	2.776.954
2024	16,83	168.600	2.837.822
2025	17,20	168.600	2.900.024

Fuente: [Elaboración propia]

Tabla 69 - Estimación de Ingresos por Plástico.

Año	Recuperado (ton/día)	\$/ kg	Total/ día
2010	9,84	261,43	2.572.268
2011	10,41	278,98	2.904.029
2012	10,64	297,69	3.166.711
2013	10,87	317,67	3.453.320
2014	11,11	338,99	3.765.858
2015	11,35	361,76	4.106.898
2016	11,60	386,01	4.478.250
2017	11,86	411,92	4.883.589

2018	12,12	439,56	5.325.504
2019	12,38	469,05	5.807.352
2020	12,65	261,43	3.307.736
2021	12,93	278,97	3.607.051
2022	13,21	297,69	3.933.452
2023	13,50	317,67	4.289.388
2024	13,80	338,98	4.677.533
2025	14,10	361,73	5.100.801

Fuente: [Elaboración propia]

Tabla 70 - Estimación de Ingresos por Vidrio.

Año	Recuperado (ton/día)	\$ kg	Total/ día
2010	6,68	84	560.829
2011	7,59	84	637.251
2012	7,75	84	651.219
2013	7,92	84	665.493
2014	8,10	84	680.080
2015	8,27	84	694.986
2016	8,45	84	710.219
2017	8,64	84	725.787
2018	8,83	84	741.695
2019	9,02	84	757.952
2020	9,22	84	774.565
2021	9,42	84	791.543
2022	9,63	84	808.893
2023	9,84	84	826.623
2024	10,06	84	844.741
2025	10,28	84	863.257

Fuente: [Elaboración propia]

9.4 DEPRECIACION ACUMULADA

En el Anexo No. 1 se presenta el valor de la depreciación acumulada durante los periodos de evaluación del proyecto.

9.5 SERVICIO DE LA DEUDA

Teniendo en cuenta el monto de la inversión mencionado en el presente capítulo, se estima que es necesario buscar financiación por \$1.116.300.000 que corresponde a la inversión inicial sin tener en cuenta los Costos preoperativos y el capital de Trabajo.

9.6 SUPUESTOS

9.6.1 Tasa de interés de Oportunidad

Tasa de interés de oportunidad es la tasa que refleja el costo de oportunidad de los dineros del inversionista. Así constituye la tasa de rendimiento con la cual se compararán los resultados de los proyectos de inversión.

Por lo anterior, para el modelo financiero del proyecto se define el 15% como la tasa que refleja el costo de oportunidad del dinero.

9.6.2 Determinación del Costo de Capital

El 83,58% de los recursos necesarios como inversión inicial del proyecto se obtendrán con financiación mediante un crédito por valor de \$1.116.300.000 a una tasa de DTF + 4,3⁴⁰% de 9,66% EA (incluyendo el impuesto del 33% la tasa sería de 5,41% EA) a un plazo de 5 años, sin periodo de gracia. El 16,42% restante correspondiente a 219.305.529 sería aportado por los socios a una tasa de oportunidad del 15% descrita en el numeral anterior.

Tabla 71 – Costo de Capital

⁴⁰ La tasa de interés de DTF +4,3% corresponde a la cotización promedio del sector financiero para créditos empresariales

COSTO DE CAPITAL				
	MONTO	TASA	PONDERACION	COSTO DE CAPITAL
APORTES DE CAPITAL	219.305.529	15%	16,42%	2,46%
CREDITOS	1.116.300.000	9,66%	83,58%	5,41%
TOTAL	1.335.605.529		100,00%	7,87%

Fuente: [Elaboración propia]

El balance General, Estado de Resultados, y Flujo de Caja se presentan en los Anexos No. 2, 3 y 4 respectivamente del presente documento.

10. EVALUACION FINANCIERA

“La evaluación financiera mide la rentabilidad que un determinado proyecto genera para un determinado agente, para así poder tomar una decisión sobre la bondad de ejecutarlo o participar en él.”⁴¹

10.1 CRITERIOS PRINCIPALES DE EVALUACION

Con el fin de poder decidir si el proyecto es financieramente viable, se analizarán diferentes criterios, los cuales se detallan a continuación.

10.1.1 Valor Presente Neto

El valor presente de los beneficios netos después de haber recuperado la inversión y sus correspondientes costos de oportunidad dan como resultado un valor de **\$ 913.295.834** con una tasa de descuento del 15%.

Por lo anterior es proyecto es viable financieramente.

10.1.2 Tasa Interna de Retorno

La Tasa de descuento intertemporal a la cual los ingresos netos del proyecto apenas cubren los costos de inversión, de operación y de rentabilidades sacrificadas es de **26,461%**, es decir, esta tasa indica la tasa de interés de oportunidad para la cual es proyecto apenas es aceptable ($VNP = 0$). Cualquier tasa superior a esta TIR hace que el proyecto no sea atractivo puesto que no se compensarían dichos costos de oportunidad.

⁴¹ MOKATE, Karen María. Evaluación Financiera de Proyectos de inversión. Colombia: Editorial Alfaomega Colombiana S.A, 2004. Pag.137

10.1.3 Relación Beneficio/Costo

La relación Beneficio / Costo, entendida como:

$$B/C = \left[\sum_{i=1}^N Y_i / (1+r)^i \right] / \left[I_0 + \sum_{i=1}^N c_i / (1+r)^i \right]$$

Donde;

r = Costo de Oportunidad del Capital

n = Ultimo año del período de análisis financiero del proyecto

I_0 = Inversión Inicial

Y = Ingresos brutos del proyecto

c = Costos del proyecto

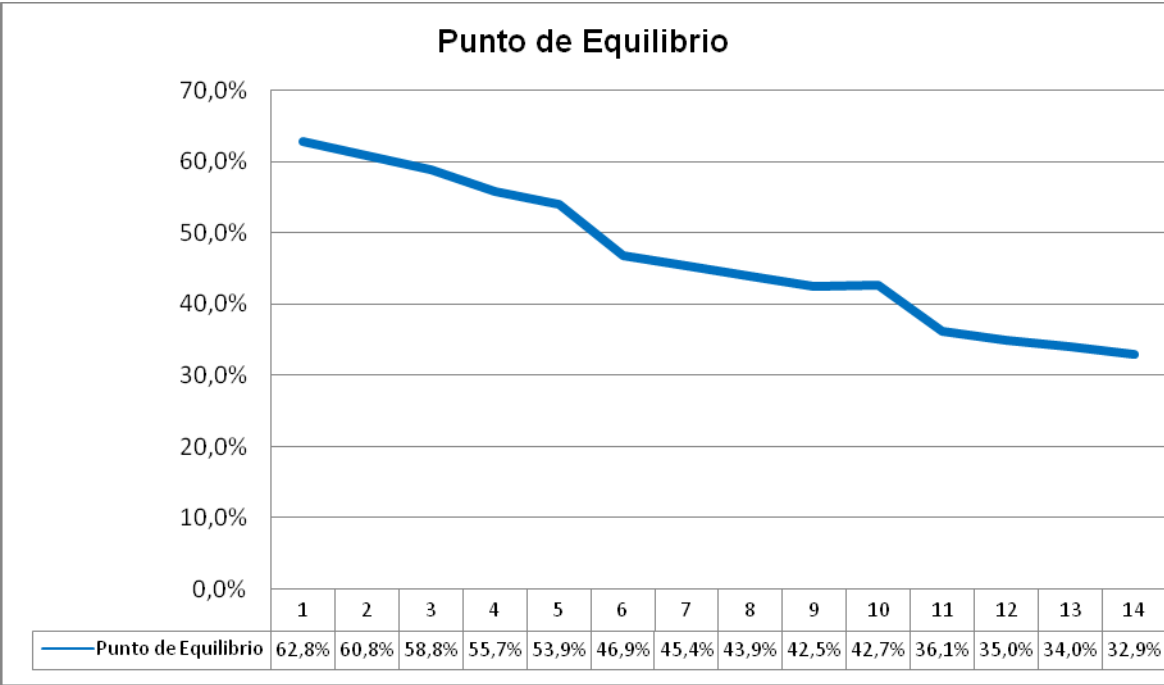
La relación Beneficio – Costo obtenida (**1,246**) indica que para una tasa de interés de oportunidad del 7,87% el proyecto es rentable, puesto que el valor presente de los beneficios es mayor que el de los costos.

10.2 OTROS INDICADORES

10.2.1 Punto de Equilibrio

Este indicador determina el momento en el cual las ventas cubren exactamente los costos, además muestra la magnitud de las utilidades o perdidas de la planta cuando las ventas excedan o estén por debajo, de tal forma que es el punto de referencia a partir del cual un incremento en el volumen de ventas genera utilidad y de igual forma, un decremento ocasionará perdidas.

Gráfico 35– Punto de Equilibrio



Fuente: [Elaboración propia]

Como se puede observar en la tabla anterior los costos fijos del proyecto están cubiertos por el margen bruto durante todos los años de operación del proyecto en el horizonte de tiempo analizado.

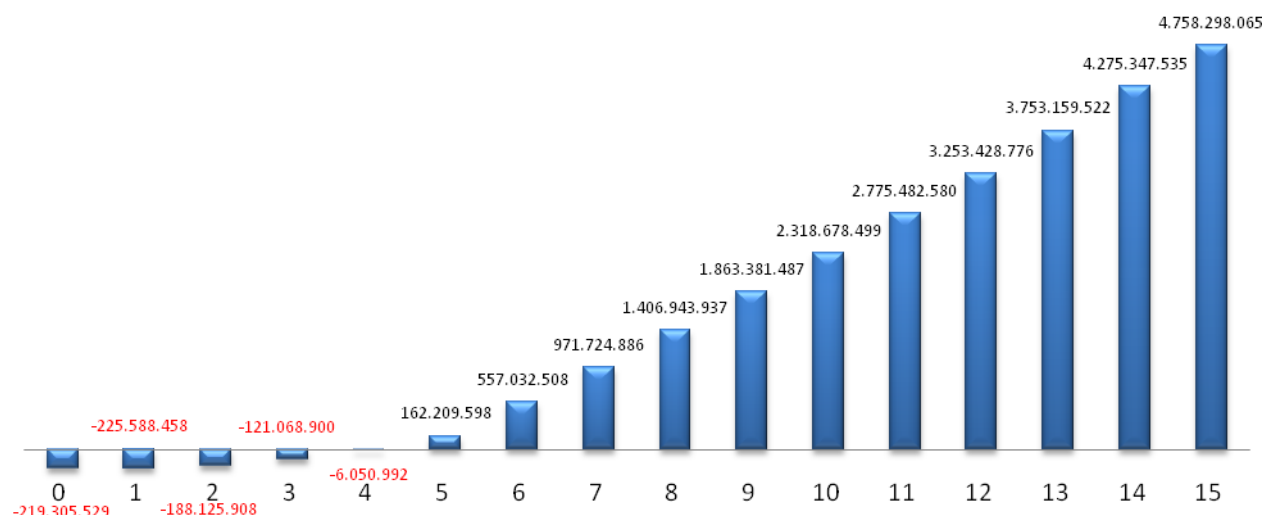
10.2.2 Pay Back

El indicador del periodo de recuperación, restitución o repago se asocia con el criterio de selección de los proyectos en los cuales el tiempo de recuperación de la inversión original es menor.

En las siguientes graficas se muestra el periodo de recuperación de la inversión con financiación y sin financiación.

Gráfico 36 – Playback con Financiación

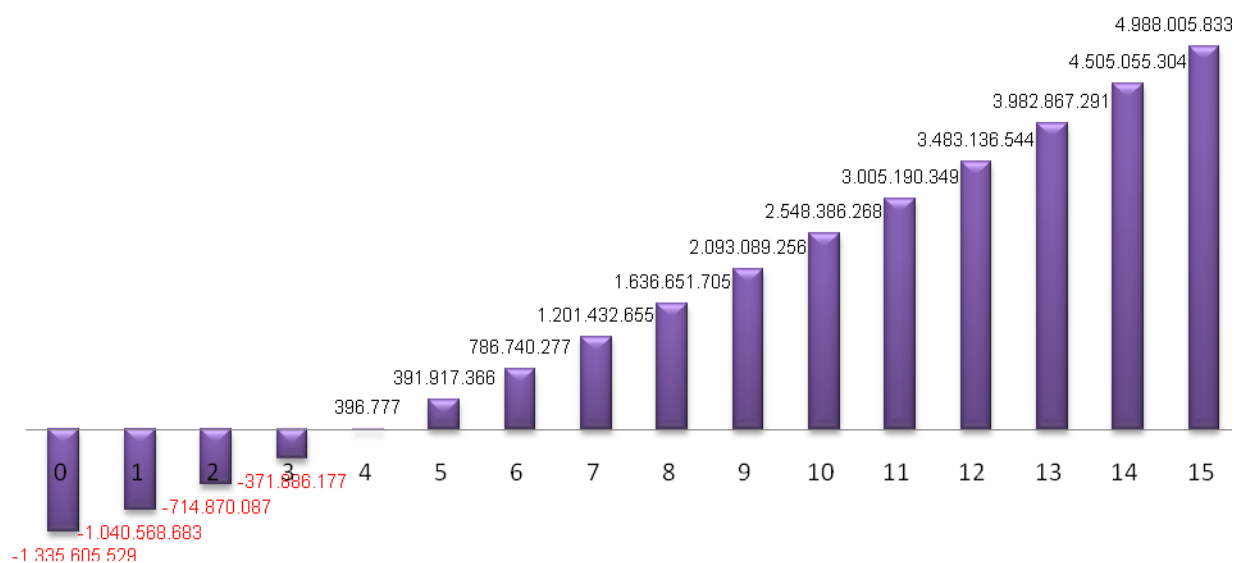
Payback Estático CON financiación (Periodo de Recuperación de la Inversión)



Fuente: [Elaboración propia]

Gráfico 37 – Payback sin Financiación

Payback Estático SIN financiación (Periodo de Recuperación de la Inversión)



Fuente: [Elaboración propia]

En las graficas anteriores se puede observar que el proyecto recupera la inversión realizada para la puesta en marcha, en el quinto año de operación para la evaluación con financiación y para la evaluación sin financiación en el cuarto año para un horizonte de 15 años, por tanto el proyecto es viable financieramente para una rentabilidad del inversionista del 15% y atractivo debido al corto tiempo de recuperación de la inversión.

10.2.3 WACC

Como se señaló en el numeral anterior, el costo de capital o WACC del proyecto es de 7,87%. Dicho costo de capital se calculó de acuerdo con la siguiente tabla

Tabla 72 – Calculo del WACC

	COSTO DE CAPITAL			
	MONTO	TASA	PONDERACION	COSTO DE CAPITAL
APORTES DE CAPITAL	219.305.529	15%	16,42%	2,46%
CREDITOS	1.116.300.000	9,66%	83,58%	5,41%
TOTAL	1.335.605.529		100,00%	7,87%

Fuente: [Elaboración propia]

El costo promedio ponderado de las fuentes de financiación del proyecto equivale al 7,87%. Esta tasa indica la mínima tasa de rendimiento que permita al proyecto hacer frente a los costos de los recursos financieros necesarios para acometer sus inversiones, es decir la tasa de descuento del proyecto.

10.2.4 EVA

El Valor Económico Agregado, entendido como:

$$\text{EVA} = \text{ACTIVOS NETOS DE OPERACIÓN} * (\text{ROA} - \text{WACC})$$

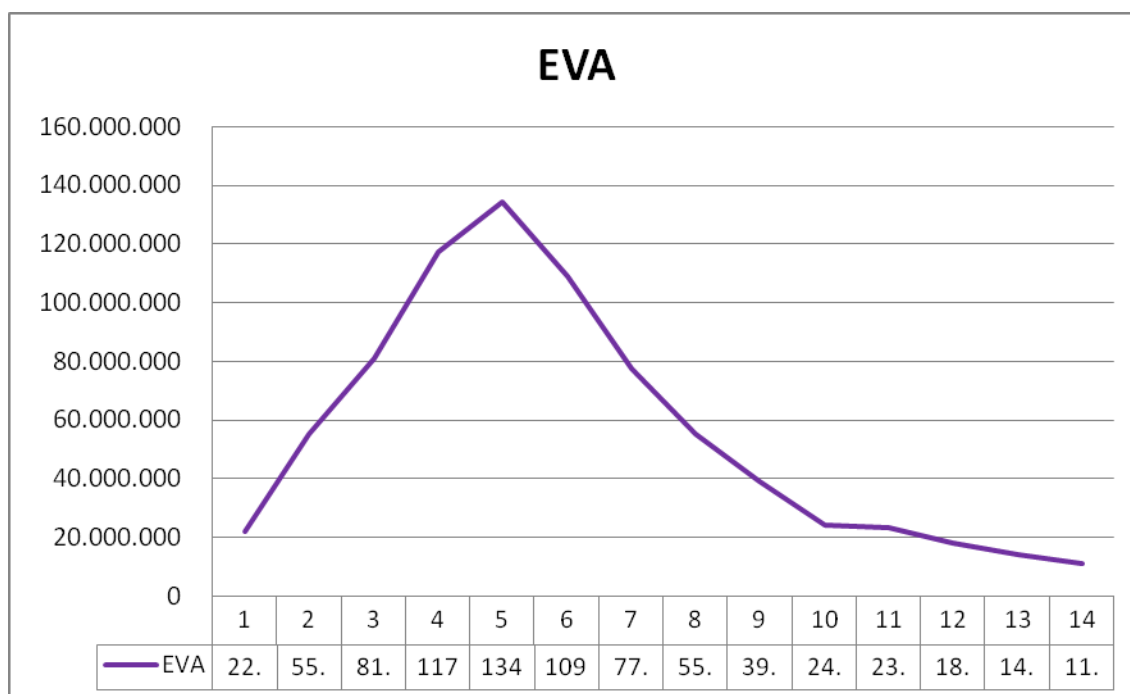
Donde,

$$\text{ROA} = \text{Rentabilidad de Activo Neto} = \text{UODI} / \text{Activos Netos}$$

$$\text{ACTIVOS NETOS DE OPERACIÓN} = \text{KTNO} + \text{A Fijos Productivos}$$

El EVA a lo largo de la vida del proyecto tiene el siguiente comportamiento:

Gráfico 38 - Valor Económico Agregado



Fuente: [Elaboración propia]

Como se observa en la grafico anterior, en el horizonte del proyecto analizado se genera valor agregado, tendiente a estabilizarse.

10.3 SENSIBILIDAD DEL MODELO

Para poder apreciar correctamente la factibilidad de un proyecto es necesario analizar su comportamiento al incluir cambios en algunos parámetros importantes, con el fin de saber cómo se comportará si no se cumplen las estimaciones o supuestos en los cuales se basa. Por tal motivo en este apartado se realizan 2

análisis de sensibilidad donde se alteran los valores de 2 parámetros importantes, dejando completamente intactos los demás.

El primer parámetro a variar es la rentabilidad del patrimonio es decir, la tasa de oportunidad.

El segundo parámetro a variar es el porcentaje de financiamiento a través de deuda con la institución bancaria.

10.3.1 Sensibilidad Tasa de Oportunidad

Con una tasa de oportunidad del 20% (incremento del 5% con respecto al modelo original) el VPN = 416.781.752, debido a que esta tasa se acerca más a la TIR del proyecto y por tanto el VPN tiende a disminuir.

Contrario a esta situación con una tasa de oportunidad del 10% (disminución del 5% con respecto al modelo original) el VPN aumenta a 1.674.935.070.

Tabla 73 - Comparación Sensibilidad Tasa de Oportunidad

	TASA OPORTUNIDAD		
	20%	15%	10%
VPN Proyecto	416.781.752	913.295.834	1.674.935.070
% Variación VPN	54,37%	0,0%	83,39%
TIR	26,46%	26,46%	26,46%
COSTO CAPITAL	8,69%	7,87%	7,05%
% Variación Costo Capital	10,43%	0%	10,43%

Fuente: [Elaboración propia]

10.3.2 Sensibilidad Porcentaje de Financiamiento

Con una variación de la DTF de 4,3% a 5%, el VPN del inversionista disminuye de 2.150.564.076 a 2.061.603.216, es varia el 4,14%, lo anterior se debe a que el costo de capital (WACC se incrementa a 8,31%) aumenta de acuerdo con el incremento de la tasa de financiamiento.

De manera inversa, con una variación de la DTF del 4,3% a 4% el VPN del inversionista aumenta en un 1,82% (VPN= 2.189.741.989) y el WACC disminuye a 7,68%.

Tabla 74 - Comparación Sensibilidad de la DTF

	DTF		
	5,00%	4,30%	4,00%
VPN INV	2.061.603.216	2.150.564.076	2.189.741.989
% Variación VPN	4,14%	0,0%	1,82%
TIR	46,31%	46,31%	46,31%
COSTO CAPITAL	8,31%	7,87%	7,68%
% Variación Costo Capital	5,61%	0%	2,39%

Fuente: [Elaboración propia]

CONCLUSIONES

De la realización de la presente monografía se concluye:

La variable exógena cultura de separación en la fuente en dos grupos (orgánico e inorgánico), considerada realizable en un 70% de acuerdo con las inversiones realizadas por el gobierno local de la ciudad de Barrancabermeja durante los últimos 10 años, es un factor crítico para el éxito de la alternativa analizada dentro del estudio de prefactibilidad, que en el evento de cambiar, implicaría redefinir el modelo nuevamente para la toma de decisiones donde se deben incluir los costos asociados al tratamiento de los RSD como compostaje, tratamiento de lixiviados, etc.

En este aspecto, el objetivo del estudio no pretendía demostrar la forma o modo de hacer cumplir dicha condición, por el contrario se realizó un análisis cuantitativo para estudiar la alternativa de más alta probabilidad de ocurrencia de acuerdo con la realidad de la ciudad y su idiosincrasia. Los tres escenarios posibles de recolección de RSD fueron separación “*in situ*”, separación en grupos y separación “*ex situ*”, resultando la separación en dos grupos de desechos la más viable.

Otro factor que resulta importante, es la actual legislación relacionada al manejo de RSD, ya que ésta no trata temas relevantes para el manejo y la disposición final de residuos sólidos urbanos, por ejemplo, un método lógico y más realista de cálculo de tarifas de recolección de desechos. No obstante, si la legislación se reformara en el ámbito mencionado anteriormente, es de suponer que los cambios que se incluyen sean enfocados a un manejo más eficiente de los recursos físicos y ambientales del país.

De acuerdo con el estudio de mercado, existen factores positivos para la implementación de una planta de recuperación de RSD, como lo son, la existencia de industrias que se inclinan a comprar materiales recuperados de los RSD para sus procesos como parte de su materia prima, lo que en general se traduce en una disminución de sus costos de producción.

El resultado de la evaluación financiera del proyecto nos muestra que la idea de tratar de un modo más sustentable los RSD de Barrancabermeja a través de una planta de recuperación que separe material reciclable, es un proyecto fuertemente factible ya que posee indicadores de rentabilidad altos como son un VPN de 913.295.834, una TIR de 26,46 % y un PRK de 4 años. Esto implica que la inversión realizada al inicio del proyecto se recupera en 4 años y los siguientes períodos sólo generarán utilidades para el proyecto. Además, el valor de la Tasa Interna de Retorno es mayor en más de 10 puntos porcentuales a la TRMA definida, lo que no hace riesgoso el funcionamiento de la planta. Lo mismo se avala con el resultado del VPN.

Para finalizar todo proyecto orientado a mejorar el entorno, permite generar alianzas estratégicas con el estado las cuales redundan en beneficios financieros del proyecto y de la comunidad en general.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES GENERALES

1. Dada la viabilidad del entorno, del Mercado, Técnica, Organizacional, Legal, Ambiental y Financiera del estudio de prefactibilidad, se recomienda continuar a la siguiente fase Factibilidad, y de esta forma obtener una decisión definitiva sobre la realización del proyecto con información primaria de cada uno de los estudios citados anteriormente.
2. Se recomienda para futuras monografías, complementar detalladamente el presente documentos con el estudio Económico y Social ya que estos últimos son de vital importancia para captar recursos con el Estado que permita maximizar el EVA del proyecto en la empresa que decida realizarlo.

RECOMENDACIONES RECICLAJE

1. Realizar una transformación legal y normativa en el área de residuos sólido domiciliarios que impliquen exigencias y obligaciones para las entidades del sector público, entidades del sector privado y a la comunidad en general, relacionadas con: Presentación de los RSD, Recolección y transporte de los RSD y disposición final de los RSD.
2. Diseñar plan de incentivos para todas las entidades que contribuyan con la separación en la fuente de los RSD, como por ejemplo: disminución de tarifas de recolección, obsequio de bolsas de recolección y bonos alimenticios para los estratos más bajos que dispongan sus basuras adecuadamente separadas.

3. Continuar con Campañas masivas de sensibilización a través de medios de comunicación (Radio, televisión y prensa) y directamente con la comunidad a través de las juntas de acción comunal, informando sobre los beneficios que conlleva el adecuado manejo de los RSD.
4. Incluir en el presupuesto municipal rubros destinados a la creación de cultura y conciencia sobre el manejo adecuado de los RSD, además de los necesarios para contar con vehículos adecuados (Vehículos con compartimientos) para realizar una recolección selectiva de los RSD.
5. Diseñar e implementar un programa de rutas de recolección selectiva con el fin de garantizar la disposición final de los RSD orgánicos y aprovechar los RSD inorgánicos.
6. Apoyar la creación y funcionamiento de cooperativas que se dediquen al reciclaje y comercialización de los RSD.
7. Asegurar un control tecnificado del relleno sanitario que permita cumplir la vida útil del mismo a través de un contratista especializado en la materia.

RECOMENDACIONES TECNICAS

1. De acuerdo con el estudio del mercado y teniendo en cuenta la capacidad instalada de la planta, se debe hacer una reinversión en virtud a que cada 5 años a partir del primer año de operación, la generación de RSD se incrementa 5 toneladas más por día tal como se muestra en la tabla No. 26. Por lo anterior, se debe ampliar la capacidad con una cinta de clasificación adicional, cinco receptáculos y cuatro operadores adicionales.

RECOMENDACIONES FINANCIERAS

1. Una vez implementada la recomendación Técnica No. 1 se debe actualizar la evaluación financiera teniendo en cuenta la reinversión a realizar, los nuevos flujos de oferta y sus correspondientes ingresos y los nuevos costos de mano de obra.

BIBLIOGRAFIA

ARISTIZABAL, Catalina. El aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios no tóxicos en Bogotá D.C. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2001.

AYALA, Jaime; JARAMILLO, L. Javier. Guía de Gestión de Proyectos de Investigación y Desarrollo. Editora Guadalupe LTDA. Programa ICFES – TECNOS. Santafé de Bogotá. 1.998.

CALDERÓN PRADILLA, Laura María. Formulación de una estrategia de gestión para los residuos sólidos domésticos en Colombia, basada en el modelo normativo, sistémico e institucional aplicado en Suecia. Bogotá: Universidad de la Salle, 2008.

CARDONA GARZON, Isabel Cristina. Reciclar, solución a un Problema Ambiental. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2009.

CARVAJAL, Alfonso. La gestión del conocimiento y sus aplicaciones. Impresiones Quirama, Medellín. 1.993.

CARVAJAL, Lizardo. Metodología de la Investigación General y Aplicada. ICONTEC, ICFES. 1993.

ECHEVERRI PERICO, Rafael. “La política del manejo de los residuos y el reciclaje”. Hacia un pacto limpio, Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje. Bogotá: Ministerio de Medio Ambiente, 1995. 237p.

FUNDACION Codesarrollo. Manual Técnico Pedagógico De Reciclaje: Hacia una gestión integral de los residuos sólidos. Tercera edición. Medellín:2005. 224P.

GRUPO de Investigación en Ingeniería Ambiental-GIIAUD. Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (SCF). Barranquilla: II Simposio Iberoamericano I de Ingeniería de Residuos, 2009.

INSTITUTO Latinoamericano de Planificación Económica y Social. Guía para la Preparación, Evaluación y Gestión de Proyectos de Residuos Sólidos Domiciliarios. Santiago: Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones, CEPAL, 1998.

JARAMILLO, Germán Alberto. Que nada ni nadie sea desecho, aspectos educativos en el manejo de residuos sólidos. Hacía un Pacto limpio, Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje. Bogotá: Ministerio de Medio Ambiente, 1995. 237p.

JARAMILLO HENAO, Gladys. Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia. Medellín: Universidad de Antioquia, 2008.

LIZARAZO, Patricia. "Manejo integral de residuos sólidos en Colombia". Memorias del IV Congreso Nacional de Reciclaje: Ministerio de Medio Ambiente, 1996. 309p.

LUNA LARA, María Gabriela. Factores involucrados en el manejo de la basura domestica por parte del ciudadano. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2003.

- LUND, Herbert F. Manual McGraw Hill de Reciclaje. España: McGraw Hill, 1996.
- MOKATE, Karen Marie. Evaluación Financiera de proyectos de inversión. Bogotá: Edit. Alfaomegega, 2004
- NUÑEZ AYALA, Felipe. Estudio Técnico, Económico y Ambiental Para una Planta de Recuperación de Residuos Sólidos Urbanos. Vina del Mar: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2004.
- PROJECT Management Institute. Guía de los fundamentos para la dirección de Proyectos. Pensilvania, E.E. U.U: Project Management Institute, Inc., 2008.
- SIGMA Consult Ltda. Declaración de Impacto Ambiental Planta de Transferencia. Valparaíso: Estudio realizado por SIGMA Consult Ltda., 1998.
- SUPERINTENDENCIA de Servicios Públicos Domiciliarios. Informe Anual de servicios Públicos en Colombia. Bogotá: Oficina Asesora de Planeación, 2009.
- TCHOBANOGLIOUS, George et al. Gestión Integral de Residuos Sólidos. España: McGraw Hill, 1994.
- TCHOBANOGLIOUS, George. Desechos sólidos principios de ingeniería y administración. España: McGraw Hill, 1982.
- W BEHRENS, P.M Hawranek. Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial. Viena: ONUDI, 1994.

CIBERGRAFIA

www.ine.gob.mx

www.minambiente.gov.co

www.bvsde.paho.org/sde/ops-sde/bvsde/e/bibliografica.php

www.munimadrid.es

www.recicla.netfirms.com

www.uesp.gov.co

www.iadb.org/sds/doc/ENV107ARossinE.pdf

www.ads.gobierno.pr/secciones/reciclaje/metodosreciclaje-5.htm

administracion.uexternado.edu.co/posgrado/gestion/matdi/reciclaje.doc

[www.sinab.unal.edu.co:2194/doi/pdf/10.1111/1467-8489.00052.](http://www.sinab.unal.edu.co:2194/doi/pdf/10.1111/1467-8489.00052)

www.conama.cl/portal/1301/find-results.html

www.epa.gov/espanol/recicla/faq.htm#reciclarobotar

<ftp://ftp.funep.es/InvEcon/paperArchive/May1996/v20i2a7.pdf>

habitat.aq.upm.es/bpes/onu04/bp1319.html

habitat.aq.upm.es/dubai/04/bp1726.html

ANEXO A TABLA DE DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES

DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	0	1	2	3	4	5	6	7
AÑO								
Terreno								
Edificios		20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000
Maquinaria y Equipo		45.080.000	45.080.000	45.080.000	45.080.000	45.080.000	45.080.000	45.080.000
Vehículos		42.400.000	42.400.000	42.400.000	42.400.000	42.400.000		
Muebles y Enseres		2.700.000	2.700.000	2.700.000	2.700.000	2.700.000		
Otras Inversiones		3.200.000	3.200.000	3.200.000	3.200.000	3.200.000		
Subtotal Deprec. Activos Fijos		113.380.000	113.380.000	113.380.000	113.380.000	113.380.000	65.080.000	65.080.000
Amortiz. Gastos Preoperativos		9.200.000	9.200.000	9.200.000	9.200.000	9.200.000	9.200.000	9.200.000
Capital de Trabajo								
Total Deprec & Amortiz		122.580.000	122.580.000	122.580.000	122.580.000	122.580.000	74.280.000	74.280.000
Acumulada Deprec & Amort		122.580.000	245.160.000	367.740.000	490.320.000	612.900.000	687.180.000	761.460.000

DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	8	9	10	11	12	13	14	Valor libros AÑO 15
AÑO								
Terreno								(19.000.000)
Edificios	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	(120.000.000)
Maquinaria y Equipo	45.080.000	45.080.000	45.080.000					-
Vehículos								-
Muebles y Enseres								-
Otras Inversiones								-
Subtotal Deprec. Activos Fijos	65.080.000	65.080.000	65.080.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	(139.000.000)
Amortiz. Gastos Preoperativos	9.200.000	9.200.000	9.200.000					-
Capital de Trabajo								(150.191.934)
Total Deprec & Amortiz	74.280.000	74.280.000	74.280.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	(289.191.934)
Acumulada Deprec & Amort	835.740.000	910.020.000	984.300.000	1.004.300.000	1.024.300.000	1.044.300.000	1.064.300.000	

ANEXO B BALANCE GENERAL

BALANCE		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AÑO									
PERIODO		0	1	2	3	4	5	6	7
ACTIVOS									
1. ACTIVO CORRIENTE									
1.1 CAJA: FINAL	0	35.039.968	21.740.601	45.305.329	95.502.512	188.801.741	330.075.346	692.748.091	1.073.300.222
1.2 CxC	12	31.047.139	34.496.821	35.332.483	36.193.721	37.682.612	38.611.865	39.570.612	40.560.702
1.3 EXISTENCIAS	0								
Materias Primas	45	1.363.200	1.514.667	1.514.667	1.514.667	1.514.667	1.514.667	1.514.667	1.514.667
Productos en Proceso	12	22.493.336	24.992.596	24.992.596	24.992.596	24.992.596	24.992.596	24.992.596	24.992.596
Productos Terminados	12	47.473.886	52.748.762	52.748.762	52.748.762	52.748.762	52.748.762	52.748.762	52.748.762
TOTAL ACTIVO CORRIENTE	0	137.417.529	135.493.446	159.893.836	210.952.258	305.740.377	447.943.236	811.574.728	1.193.116.949
ACTIVOS NO CORRIENTES									
ACUM. INV. ACTIVOS NO CORR.		1.203.300.000	1.203.300.000	1.203.300.000	1.203.300.000	1.203.300.000	1.203.300.000	1.203.300.000	1.203.300.000
ACUM. DEPRECIACIÓN		-	(122.580.000)	(245.160.000)	(367.740.000)	(490.320.000)	(612.900.000)	(687.180.000)	(761.460.000)
ACTIVOS NO CORRIENTES NETOS		1.203.300.000	1.080.720.000	958.140.000	835.560.000	712.980.000	590.400.000	516.120.000	441.840.000
TOTAL ACTIVOS		1.340.717.529	1.216.213.446	1.118.033.836	1.046.512.258	1.018.720.377	1.038.343.236	1.327.694.728	1.634.956.949
PASIVOS									
2. PASIVO CORRIENTE									
2.1 CxP (En función de Mat. Pr.)	12	5.112.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000
2.2 Otras CxP	0	-	-	-	-	-	-	-	-
2.3 Prestamo C. Plazo (Déficit de caja)									
TOTAL PASIVO CORRIENTE		5.112.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000
PRESTAMOS M&L Plazo		1.116.300.000	893.040.000	669.780.000	446.520.000	223.260.000	-	-	-
TOTAL PASIVO		1.121.412.000	898.720.000	675.460.000	452.200.000	228.940.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000
ACUM. CAPITAL SOCIAL (Equity)		219.305.529	219.305.529	219.305.529	219.305.529	219.305.529	219.305.529	219.305.529	219.305.529
RESERVAS		-	-	98.187.917	223.268.307	375.006.729	570.474.848	813.357.706	1.102.709.199
GCIAS NO DISTRIBUIDAS		-	98.187.917	125.080.390	151.738.422	195.468.119	242.882.858	289.351.492	307.262.221
TOTAL PATRIMONIO		219.305.529	317.493.446	442.573.836	594.312.258	789.780.377	1.032.663.236	1.322.014.728	1.629.276.949
TOTAL PASIVO+PATRIMONIO		1.340.717.529	1.216.213.446	1.118.033.836	1.046.512.258	1.018.720.377	1.038.343.236	1.327.694.728	1.634.956.949
		-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO B BALANCE GENERAL

BALANCE		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
AÑO									
PERIODO		8	9	10	11	12	13	14	15
ACTIVOS									
1. ACTIVO CORRIENTE									
1.1 CAJA: FINAL	0	1,472,323.082	1,890,439.141	2,307,645.959	2,720,667.356	3,152,713.595	3,604,362.727	4,076,220.044	613,443.113
1.2 CxC	12	41,583.560	42,640.923	42,525.850	43,548.601	44,601.971	45,687.373	46,806.319	-
1.3 EXISTENCIAS	0								
Materias Primas	45	1,514.667	1,514.667	1,514.667	1,514.667	1,514.667	1,514.667	1,514.667	-
Productos en Proceso	12	24,992.596	24,992.596	24,992.596	24,992.596	24,992.596	24,992.596	24,992.596	-
Productos Terminados	12	52,748.762	52,748.762	52,748.762	52,748.762	52,748.762	52,748.762	52,748.762	-
TOTAL ACTIVO CORRIENTE	0	1,593,162.666	2,012,336.089	2,429,427.834	2,843,471.982	3,276,571.591	3,729,306.124	4,202,282.388	613,443.113
ACTIVOS NO CORRIENTES									
ACUM. INV. ACTIVOS NO CORR.		1,203,300.000	1,203,300.000	1,203,300.000	1,203,300.000	1,203,300.000	1,203,300.000	1,203,300.000	-
ACUM. DEPRECIACIÓN		(835,740.000)	(910,020.000)	(984,300.000)	(1,004,300.000)	(1,024,300.000)	(1,044,300.000)	(1,064,300.000)	-
ACTIVOS NO CORRIENTES NETOS		367,560.000	293,280.000	219,000.000	199,000.000	179,000.000	159,000.000	139,000.000	-
TOTAL ACTIVOS		1,960,722.666	2,305,616.089	2,648,427.834	3,042,471.982	3,455,571.591	3,888,306.124	4,341,282.388	613,443.113
PASIVOS									
2. PASIVO CORRIENTE									
2.1 CxP (En función de Mat. Pr.)	12	5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	-
2.2 Otras CxP	0	-	-	-	-	-	-	-	-
2.3 Prestamo C. Plazo (Déficit de caja)									
TOTAL PASIVO CORRIENTE		5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	-
PRESTAMOS M&L Plazo		-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL PASIVO		5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	5,680.000	-
ACUM. CAPITAL SOCIAL (Equity)		219,305.529	219,305.529	219,305.529	219,305.529	219,305.529	219,305.529	219,305.529	219,305.529
RESERVAS		1,409,971.420	1,735,737.137	2,080,630.560	2,423,442.304	2,817,486.453	3,230,586.062	3,663,320.595	570,474.848
GCIAS NO DISTRIBUIDAS		325,765.717	344,893.423	342,811.745	394,044.148	413,099.609	432,734.534	452,976.263	174,382.736
TOTAL PATRIMONIO		1,955,042.666	2,299,936.089	2,642,747.834	3,036,791.982	3,449,891.591	3,882,626.124	4,335,602.388	964,163.113
TOTAL PASIVO+PATRIMONIO		1,960,722.666	2,305,616.089	2,648,427.834	3,042,471.982	3,455,571.591	3,888,306.124	4,341,282.388	964,163.113
		-	-	-	-	-	-	-	(350,720.000)

ANEXO C ESTADO DE RESULTADOS

ESTADO DE RESULTADOS Período	2010 0	2011 1	2012 2	2013 3	2014 4	2015 5	2016 6	2017 7
TOTAL VENTAS		1,034,904,633	1,053,974,486	1,085,811,636	1,130,478,347	1,158,355,956	1,187,118,367	1,216,821,068
COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION		284,011,148	284,011,148	284,011,148	284,011,148	284,011,148	284,011,148	284,011,148
Materia Prima		68,160,000	68,160,000	68,160,000	68,160,000	68,160,000	68,160,000	68,160,000
Mano de Obra		135,251,148	135,251,148	135,251,148	135,251,148	135,251,148	135,251,148	135,251,148
Costos Ind. de Fabricación		20,600,000	20,600,000	20,600,000	20,600,000	20,600,000	20,600,000	20,600,000
MARGEN BRUTO DE VENTAS		750,893,491	775,963,338	801,800,488	846,467,199	874,344,808	903,107,219	932,809,920
COSTOS INDIRECTOS								
Gastos de Admón, Ventas, etc.		348,973,998	348,973,998	348,973,998	348,973,998	348,973,998	348,973,998	348,973,998
DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES		122,580,000	122,580,000	122,580,000	122,580,000	122,580,000	74,280,000	74,280,000
UTILIDAD OPERACIONAL (UAI)		279,339,493	304,409,340	330,246,490	374,913,201	402,790,810	479,853,221	509,555,922
OTROS INGRESOS (Yr. Residual gravable)**								
INTERESES OPERACIONALES		116,507,126	96,973,174	78,607,316	50,753,800	-	-	-
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS (UAI)***		162,832,367	207,430,166	251,639,174	324,159,401	402,790,810	479,853,221	509,555,922
IMPUESTOS (%)		53,734,681	68,451,955	83,040,927	106,972,602	132,920,967	158,351,563	168,153,454
UTILIDAD NETA		109,097,686	138,978,211	168,598,246	217,186,799	269,869,843	321,501,658	341,402,468
DIVIDENDOS		10,909,763	13,837,821	16,859,825	21,718,680	26,986,984	32,150,166	34,140,247
GCIAS NO DISTRIBUIDAS		38,187,917	125,080,390	151,738,422	195,466,119	242,862,858	289,351,432	307,262,221
** Valor Residual gravable por ser superior al valor en libros. El valor no gravable lo registramos como Fuente en el Estado de Liquidez. La ganancia ocasional es gravable con vr igual al imponible								
*** Base tributaria negativa no paga impuestos. En tal caso el impuesto se calcula sobre el patrimonio líquido. Ver Estatuto Tributario								
Margen bruto		72,56%	73,21%	73,84%	74,88%	75,48%	76,08%	76,66%
Margen operacional		26,93%	28,72%	30,41%	33,16%	34,77%	40,42%	41,88%

ESTADO DE RESULTADOS Período	2018 8	2019 9	2020 10	2021 11	2022 12	2023 13	2024 14	2025 15
TOTAL VENTAS	1,247,506,800	1,279,227,704	1,275,775,503	1,306,458,029	1,338,059,124	1,370,621,188	1,404,189,563	-
COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION	284,011,148	284,011,148	284,011,148	284,011,148	284,011,148	284,011,148	284,011,148	-
Materia Prima	68,160,000	68,160,000	68,160,000	68,160,000	68,160,000	68,160,000	68,160,000	-
Mano de Obra	135,251,148	135,251,148	135,251,148	135,251,148	135,251,148	135,251,148	135,251,148	-
Costos Ind. de Fabricación	20,600,000	20,600,000	20,600,000	20,600,000	20,600,000	20,600,000	20,600,000	-
MARGEN BRUTO DE VENTAS	*****	995,216,556	991,764,355	1,022,446,881	*****	1,086,610,040	1,120,178,415	-
COSTOS INDIRECTOS								
Gastos de Admón, Ventas, etc.	348,973,998	348,973,998	348,973,998	348,973,998	348,973,998	348,973,998	348,973,998	-
DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	74,280,000	74,280,000	74,280,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	(283,191,934)
UTILIDAD OPERACIONAL (UAI)	*****	571,962,558	568,510,357	653,472,883	685,073,978	717,636,042	751,204,417	289,191,934
OTROS INGRESOS (Yr. Residual gravable)**								
INTERESES OPERACIONALES	-	-	-	-	-	-	-	-
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS (UAI)***	*****	571,962,558	568,510,357	653,472,883	685,073,978	717,636,042	751,204,417	289,191,934
IMPUESTOS (%)	178,279,746	188,747,644	187,608,418	215,646,051	226,074,413	236,819,834	247,837,458	35,433,338
UTILIDAD NETA	*****	383,214,914	380,901,939	437,826,831	458,999,566	480,816,148	503,366,959	193,758,596
DIVIDENDOS	36,196,191	38,321,491	38,090,194	43,782,683	45,899,957	48,081,615	50,330,696	19,375,860
GCIAS NO DISTRIBUIDAS	325,765,717	344,893,423	342,811,745	394,044,148	413,099,609	432,734,534	452,976,263	174,382,736
** Valor Residual gravable por ser superior al valor en libros. El valor no gravable lo registramos como Fuente en el Estado de Liquidez. La ganancia ocasional es gravable con vr igual al imponible								
*** Base tributaria negativa no paga impuestos. En tal caso el impuesto se calcula sobre el patrimonio líquido. Ver Estatuto Tributario								
Margen bruto	77,23%	77,80%	77,74%	78,26%	78,77%	79,28%	79,77%	
Margen operacional	43,31%	44,71%	44,56%	50,02%	51,20%	52,36%	53,50%	

ANEXO D FLUJO DE CAJA

FLUJO DE CAJA: ESTADO DE LIQUIDEZ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Período	0	1	2	3	4	5	6	7
FUENTES	1.335.605.529	401.919.493	426.989.340	452.826.490	497.493.201	525.370.810	554.133.221	583.835.922
Utilidad Operacional (UAIL)	-	279.339.493	304.409.340	330.246.490	374.913.201	402.790.810	479.853.221	509.555.922
Depreciación& amort	-	122.580.000	122.580.000	122.580.000	122.580.000	122.580.000	74.280.000	74.280.000
Préstamos	1.116.300.000	-	-	-	-	-	-	-
Capital Social	219.305.529	-	-	-	-	-	-	-
Valor Residual (desinversiones)***								
USOS	1.335.605.529	419.112.190	403.424.611	402.629.307	404.193.973	384.097.205	191.460.476	203.283.791
Inversiones en Act. no corrientes	1.203.300.000	-	-	-	-	-	-	-
Variación en Capital de Trabajo	132.305.529	14.700.614	835.662	861.238	1.488.890	929.254	958.747	990.090
Servicio de la Deuda								
Intereses		116.507.126	96.979.174	78.607.316	50.753.800	-	-	-
Abonos a Capital		223.260.000	223.260.000	223.260.000	223.260.000	223.260.000	-	-
Impuestos		53.734.681	68.451.955	83.040.927	106.972.602	132.920.967	158.351.563	168.153.454
Dividendos		10.909.769	13.897.821	16.859.825	21.718.680	26.986.984	32.150.166	34.140.247
EXCESO/DEFICIT	-	(17.192.697)	23.564.728	50.197.183	93.299.229	141.273.605	362.672.745	380.552.131
CAJA FINAL:								
ACUM. Saldo efect. (Exo/defic)	-	(17.192.697)	6.372.031	56.569.215	149.868.443	291.142.048	653.814.793	1.034.366.924
Saldo efect. req. en caja	35.039.968	38.933.298	38.933.298	38.933.298	38.933.298	38.933.298	38.933.298	38.933.298
BALANCE CAJA FINAL	35.039.968	21.740.601	45.305.329	95.502.512	188.801.741	330.075.346	692.748.091	1.073.300.222
OTRA PRESENTACION:								
CAJA INICIAL		35.039.968	21.740.601	45.305.329	95.502.512	188.801.741	330.075.346	692.748.091
INC. Mínima requerida	35.039.968	3.893.330	-	-	-	-	-	-
Exceso/Deficit	-	(17.192.697)	23.564.728	50.197.183	93.299.229	141.273.605	362.672.745	380.552.131
BALANCE CAJA FINAL	35.039.968	21.740.601	45.305.329	95.502.512	188.801.741	330.075.346	692.748.091	1.073.300.222

* Nota: Debe ser cero o mayor (positivo). Dentro del diseño del software si es positivo va a caja y si es negativo debe obtenerse un préstamo de corto plazo para equilibrar.
 No se concibe una caja negativa.
 ** Si caja final es negativa debe compensarse con credito de corto plazo
 *** Equivale a USOS negativos de incremento de cambios en el valor residual

ANEXO D FLUJO DE CAJA

FLUJO DE CAJA: ESTADO DE LIQUIDEZ	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Período	8	9	10	11	12	13	14	15
								0
FUENTES	614.521.654	646.242.558	642.790.357	673.472.883	705.073.978	737.636.042	771.204.417	289.191.934
Utilidad Operacional (UAI)	540.241.654	571.962.558	568.510.357	653.472.883	685.073.978	717.636.042	751.204.417	289.191.934
Depreciación& amort	74.280.000	74.280.000	74.280.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	-
Préstamos	-	-	-	-	-	-	-	-
Capital Social	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor Residual (desinversiones)***								
USOS	215.498.794	228.126.499	225.583.538	260.451.485	273.027.739	285.986.911	299.347.099	(174.382.736)
Inversiones en Act. no corrientes	-	-	-	-	-	-	-	(139.000.000)
Variación en Capital de Trabajo	1.022.858	1.057.363	(115.073)	1.022.751	1.053.370	1.085.402	1.118.946	(150.191.934)
Servicio de la Deuda								
Intereses	-	-	-	-	-	-	-	-
Abonos a Capital	-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos	178.279.746	188.747.644	187.608.418	215.646.051	226.074.413	236.819.894	247.897.458	95.433.338
Dividendos	36.196.191	38.321.491	38.090.194	43.782.683	45.899.957	48.081.615	50.330.696	19.375.860
EXCESO/DEFICIT	399.022.860	418.116.059	417.206.818	413.021.397	432.046.239	451.649.131	471.857.318	463.574.670
CAJA FINAL:								
ACUM. Saldo efect. (Exo/defic)	1.433.389.784	1.851.505.843	2.268.712.661	2.681.734.059	3.113.780.298	3.565.429.429	4.037.286.747	613.443.113
Saldo efect. req. en caja	38.933.298	38.933.298	38.933.298	38.933.298	38.933.298	38.933.298	38.933.298	-
BALANCE CAJA FINAL	1.472.323.082	1.890.439.141	2.307.645.959	2.720.667.356	3.152.713.595	3.604.362.727	4.076.220.044	613.443.113
OTRA PRESENTACION:								
CAJA INICIAL	1.073.300.222	1.472.323.082	1.890.439.141	2.307.645.959	2.720.667.356	3.152.713.595	3.604.362.727	188.801.741
INC. Mínima requerida	-	-	-	-	-	-	-	(38.933.298)
Exceso/Deficit	399.022.860	418.116.059	417.206.818	413.021.397	432.046.239	451.649.131	471.857.318	463.574.670
BALANCE CAJA FINAL	1.472.323.082	1.890.439.141	2.307.645.959	2.720.667.356	3.152.713.595	3.604.362.727	4.076.220.044	613.443.113

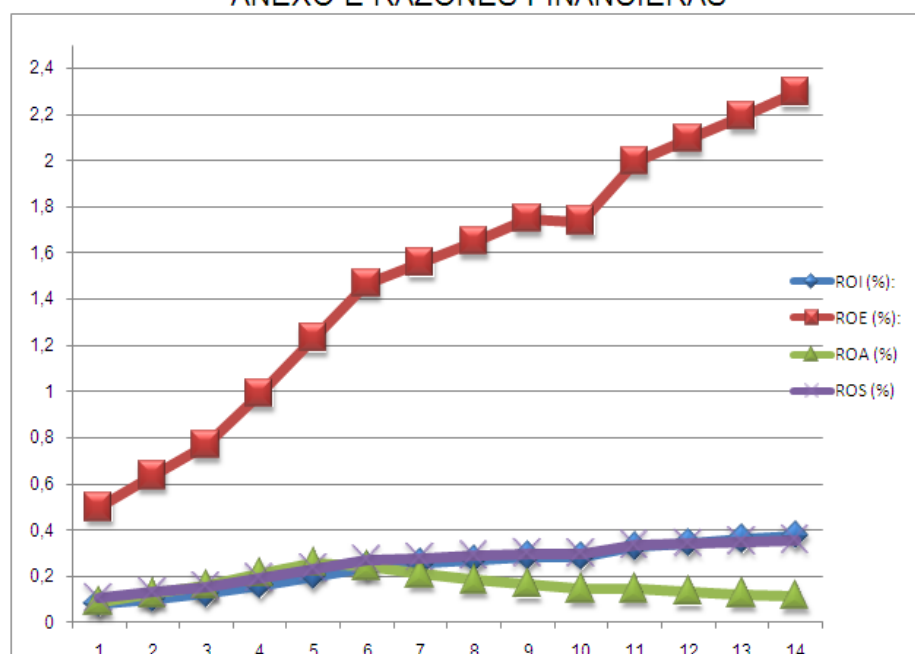
* Nota: Debe ser cero o mayor (positivo). Dentro del diseño del software si es positivo va a caja y si es negativo debe obtenerse un préstamo de corto plazo para equilibrar.

No se concibe una caja negativa.

** Si caja final es negativa debe compensarse con crédito de corto plazo

*** Equivale a USOS negativos de incremento de cambios en el valor residual

ANEXO E RAZONES FINANCIERAS



ROI (Retorno de la Inversión)

Porcentaje Calculado en función de la inversión y los beneficios obtenidos, con el fin de cuantificar la viabilidad del Proyecto.

Para el caso de estudio el modelo presenta un porcentaje mínimo del 8,2% y un máximo de 37,7% ROI se calcula con la utilidad Neta dividido entre la inversión Total

ROE (Rentabilidad sobre el Capital)

Esta razón relaciona el beneficio económico con los recursos necesarios para obtener ese lucro.

Puede verse como una medida de la forma de invertir fondos para generar ingresos.

Para el modelo en estudio, el retorno de los inversionistas en el primer año de operación es del 49%, es decir superior a su costo de oportunidad. De este punto en adelante, la rentabilidad empieza a crecer cada año, sin embargo en los años noveno y decimo se mantiene constante.

ROE se calcula con la utilidad Neta dividido entre la acumulación de capital Social

ROA (Rentabilidad sobre los Activos)

Permite analizar la rentabilidad del activo sin tener en cuenta la estructura del Pasivo.

El retorno sobre los activos alcanza su valor máximo en el quinto año de operación en 26% a partir del cual empieza a decaer.

ROA se calcula con la Utilidad Neta dividido entre el total de los activos (corrientes y no corrientes).

ROS (Rentabilidad sobre las Ventas)

Es el margen de beneficio operativo generado por el proyecto.

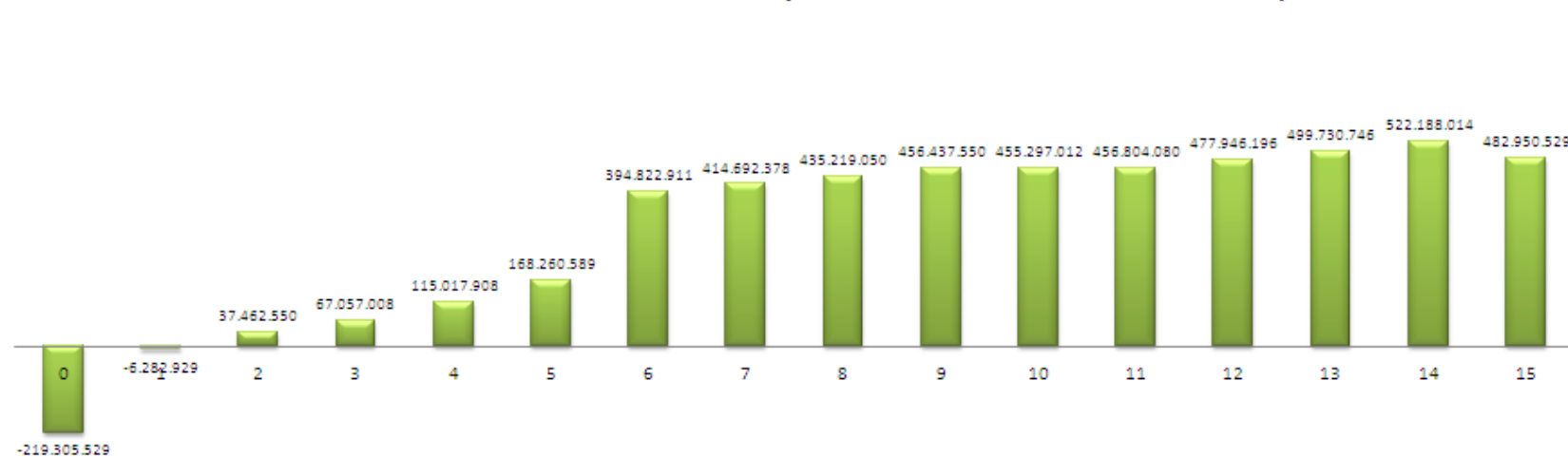
Proporciona información sobre cuanto beneficio se produce por cada peso de ventas.

Para el modelo en estudio, el máximo beneficio es del 35,8% obtenido en el último año del horizonte analizado

ROS se calcula con la Utilidad Neta dividido entre el total de ventas.

ANEXO F GRAFICO FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA Y DEL PROYECTO

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA (CON FINANCIACION DE TERCEROS)



FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (SIN FINANCIACION DE TERCEROS)

