

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA PRODUCIR Y COMERCIALIZAR
PLÁSTICO RECICLADO**

JUAN PABLO BECERRA BOJANINI
SANTIAGO CHOPERENA MEJIA

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2007

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA PRODUCIR Y COMERCIALIZAR
PLÁSTICO RECICLADO**

JUAN PABLO BECERRA BOJANINI
SANTIAGO CHOPERENA MEJIA

Proyecto de grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Asesor
JOSÉ ALFREDO VÁSQUEZ
Ingeniero Civil
MSc. Economía

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2007

Nota de aceptación:

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 2 de febrero de 2007

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres, que con sus más arduos esfuerzos nos brindaron todo su apoyo e hicieron posible que hoy seamos unos seres íntegros y capaces de aportar ideas nuevas a la construcción de una mejor sociedad.

A la Universidad EAFIT por la excelente formación académica brindada a lo largo de estos años y a todos sus docentes por compartir toda su sabiduría con nosotros.

A nuestro asesor, que con su gran experiencia y conocimiento en el tema, encaminó nuestro trabajo para poder obtener los mejores resultados.

A todos nuestros compañeros por los gratos momentos vividos durante nuestra vida universitaria.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. JUSTIFICACIÓN	23
2. OBJETIVOS	24
2.1 OBJETIVO GENERAL	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3. ESTUDIO SECTORIAL	25
3.1 PROBLEMÁTICA DEL RECICLAJE DE PLÁSTICOS	26
3.1.1 Visión general y crecimiento del reciclaje	26
3.1.1.1 Lo que es actualmente	26
3.1.1.2 Definición de reciclaje	26
3.1.1.3 Los por qué del reciclaje	27
3.1.1.4 Crecimiento	27
3.2 EL RECICLAJE DE PLÁSTICOS EN EL MUNDO	28
3.3 RECICLAJE DE MATERIALES PLÁSTICOS EN EUROPA	30
3.4 RECICLAJE DE PLÁSTICOS EN COLOMBIA	32
4. ESTUDIO DE MERCADO	37
4.1 EL PRODUCTO	37
4.1.1 Definición	37
4.1.2 Principales usos	39

4.1.3 Presentaciones del producto	42
4.1.4 Marca del producto	43
4.1.5 Empaque del producto	44
4.2 EL MERCADO	46
4.2.1 Estructura económica del mercado	46
4.2.2 Mercado proveedor	46
4.2.3 Mercado objetivo	49
4.2.4 Mercado competidor	50
4.3 EL PRECIO	52
4.3.1 Fijación del precio	52
4.3.2 Proyección de los precios	54
4.4 LA COMERCIALIZACIÓN	55
4.4.1 Canales de distribución	55
4.4.2 Comunicación	55
4.4.2.1 Canales de comunicación personal	55
4.4.2.2 Canales de comunicación no personal	56
4.4.2.3 El mensaje	56
4.5 LA DEMANDA	56
4.5.1 Demanda total del mercado	56
4.5.2 Demanda del área del mercado	57
4.5.3 Cuota del mercado	58
4.5.4 Proyección de la demanda	59

5. ESTUDIO TÉCNICO	62
5.1 TAMAÑO DEL PROYECTO	62
5.1.1 Capacidad normal viable	64
5.1.2 Capacidad máxima nominal	65
5.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	66
5.2.1 Macrolocalización	66
5.2.2 Microlocalización	67
5.2.3 Definición de la localización	68
5.3 DESCOMPOSICIÓN DEL PRODUCTO	70
5.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN	71
5.4.1 Recolección	72
5.4.2 Recepción	73
5.4.3 Almacenamiento	73
5.4.4 Clasificación por tipo de plástico y estado	73
5.4.5 Clasificación por color y acondicionamiento	74
5.4.6 Compactado	76
5.4.7 Trituración	77
5.4.8 Lavado	77
5.4.9 Secado	77
5.4.10 Aglutinado y molido	78
5.4.11 Peletizado	78
5.4.12 Empaque	79

5.4.13 Almacenamiento	80
5.4.14 Despacho	80
5.4.15 Subproceso de filtración	80
5.4.16 Subproceso de limpieza y desinfección	80
5.4.17 Subproceso de refrigeración	81
5.5 SELECCIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO SEGÚN EL PROCESO	81
5.5.1 Equipos para la recepción y almacenamiento	81
5.5.2 Maquinaria y equipos para la clasificación por tipo de plástico y estado	82
5.5.2.1 Banda transportadora	82
5.5.2.2 Contenedores para el almacenamiento del plástico clasificado por tipo y estado	83
5.5.2.3 Contenedores para el almacenamiento del plástico clasificado por color	84
5.5.3 Maquinaria para el compactado del plástico	85
5.5.4 Maquinaria para la trituración del plástico	85
5.5.5 Maquinaria para el lavado de plástico	86
5.5.6 Maquinaria para el secado de plástico	87
5.5.7 Maquinaria para el aglutinado de plástico	88
5.5.8 Maquinaria para el molido de plástico	89
5.5.9 Maquinaria para el peletizado de plástico	90
5.5.9.1 Extrusora	90
5.5.9.2 Peletizadora	91
5.5.10 Maquinaria para el empaque del producto terminado	92

5.5.11	Equipo para la filtración de las aguas residuales	93
5.5.12	Equipo para la limpieza y la desinfección de las aguas residuales	94
5.5.13	Equipo para la refrigeración de aguas de enfriamiento	95
5.6	COSTO DE INVERSIÓN EN MAQUINARIA Y EQUIPOS	95
5.7	LISTADO DE MATERIA PRIMA Y COSTOS	96
5.8	RECURSO HUMANO REQUERIDO	96
5.9	INFRAESTRUCTURA FÍSICA REQUERIDA	97
6.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y ORGANIZACIONAL	98
6.1	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	98
6.1.1	Organización para la ejecución	98
6.1.1.1	Gerente	98
6.1.1.2	Secretaria de gerencia	99
6.1.1.3	Contador público	99
6.1.1.4	Compras y ventas	99
6.1.1.5	Despacho	100
6.1.2	Organización de la operación	100
6.1.2.1	Director de producción	100
6.1.2.2	Operarios	100
6.2	COSTOS DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	101
6.3	ORGANIGRAMA EMPRESARIAL	102
7.	ESTUDIO LEGAL	103
7.1	REQUISITOS LEGALES	103

7.1.1	Licencias	103
7.2	TRÁMITES PARA LA CONFORMACIÓN DE LA EMPRESA	103
7.2.1	Determinación y verificación de la razón social	103
7.2.2	Elaboración de la minuta	103
7.2.3	Trámites en la notaría	104
7.2.4	Formulario de matrícula mercantil	104
7.2.5	Registro de libros de comercio	105
7.2.6	Trámites en la DIAN	105
7.2.7	Obligaciones patronales	106
7.2.7.1	Afiliación a una administradora de riesgos profesionales (ARP)	106
7.2.7.2	Afiliación a una entidad promotora de salud	106
7.2.7.3	Afiliación a un fondo de pensiones y cesantías	107
7.2.7.4	Aportes parafiscales	107
8.	ESTUDIO FINANCIERO	108
8.1	INVERSIONES	108
8.2	INGRESOS	109
8.3	EGRESOS	110
8.3.1	Costos de fabricación	110
8.3.1.1	Costos directos	110
8.3.1.2	Costos indirectos	112
8.3.2	Gastos de fabricación	112
8.3.2.1	Gastos indirectos	112

8.3.3 Gastos de operación	113
8.3.3.1 Personal administrativo	113
8.3.3.2 Insumos	114
8.4 CAPITAL DE TRABAJO	114
8.5 DEPRECIACIÓN DE LA MAQUINARIA	115
8.6 FLUJO DE CAJA	117
8.6.1 Flujo de caja del proyecto	117
8.6.2 Amortización de la deuda	118
8.6.3 Flujo del inversionista	118
8.7 MÉTODOS DE EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS	119
8.7.1 Valor presente neto VPN	119
8.7.2 Tasa interna de retorno TIR	119
9. CONCLUSIONES	121
BIBLIOGRAFÍA	123
ANEXOS	124

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Consumo plástico en el mundo en millones de toneladas al año	29
Cuadro 2. Composición de los residuos sólidos urbanos en Colombia	33
Cuadro 3. Evolución de la demanda de poliolefinas en Colombia 1983-2004	36
Cuadro 4. Consumo porcentual de resinas plásticas por sector	36
Cuadro 5. Disponibilidad, lista de precios y condiciones de compra proveedor 1	47
Cuadro 6. Disponibilidad, lista de precios y condiciones de compra proveedor 2	48
Cuadro 7. Posibles empresas representantes del mercado objetivo del proyecto	49
Cuadro 8. Pequeñas y medianas empresas competidoras	51
Cuadro 9. Cooperativas de recicladores competidoras	52
Cuadro 10. Precios para la comercialización de pellet plástico post consumo	53
Cuadro 11. Proyección de los precios durante la vida útil del proyecto	54
Cuadro 12. Incremento en producción durante la vida útil del proyecto por tipo de plástico	61
Cuadro 13. Incremento en producción durante la vida útil del proyecto por tipo de pellet	61
Cuadro 14. Incremento en producción durante la vida útil del proyecto por tipo de plástico	63
Cuadro 15. Incremento en producción durante la vida útil del proyecto por tipo de pellet	64

Cuadro 16. Días efectivos al año	64
Cuadro 17. Producción normal viable por hora de la planta	65
Cuadro 18. Producción normal viable por año de la planta	65
Cuadro 19. Producción máxima nominal por año de la planta	66
Cuadro 20. Calificación de alternativas por medio del análisis dimensional	69
Cuadro 21. Elección de la mejor alternativa por medio de los índices de comparación	70
Cuadro 22. Resumen características y costos de inversión maquinaria y equipos	95
Cuadro 23. Listado de materia prima y costos para producir 1 Kg. de pellet	96
Cuadro 24. Distribución de mano de obra según procesos	96
Cuadro 25. Costo mensual de los empleados	101
Cuadro 26. Maquinaria y equipos	108
Cuadro 27. Ingresos de ventas proyectados durante la vida útil del proyecto	109
Cuadro 28. Costos materia prima e insumos	111
Cuadro 29. Costos mano de obra directa	111
Cuadro 30. Salarios personal administrativo	113
Cuadro 31. Costos de insumos	114
Cuadro 32. Capital de trabajo	115
Cuadro 33. Depreciación de maquinaria y equipos	116
Cuadro 34. Flujo de caja del proyecto	117
Cuadro 35. Amortización de la deuda	118
Cuadro 36. Flujo de caja del inversionista	118

Cuadro 37. Valor presente neto	119
Cuadro 38. Tasa interna de retorno	120

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Cajas plásticas para almacenamiento	40
Figura 2. Estibas plásticas	40
Figura 3. Madera plástica	40
Figura 4. Bolsas plásticas	41
Figura 5. Mangueras	41
Figura 6. Película plástica	41
Figura 7. Presentación pellet transparente	42
Figura 8. Presentación pellet negro	42
Figura 9. Presentación pellet color	42
Figura 10. Logotipo de la marca	43
Figura 11. Unidad de empaque pellet transparente	44
Figura 12. Unidad de empaque pellet negro	44
Figura 13. Unidad de empaque pellet color	45
Figura 14. Medidas del empaque	45
Figura 15. Computador Compaq Presario PEM.	82
Figura 16. Banda transportadora para clasificación por tipo de plástico y estado	83
Figura 17. Recipiente plástico para la separación por tipo y estado	84
Figura 18. Recipiente para separación por color	84
Figura 19. Compactadora de plástico	85

Figura 20. Trituradora de plástico	86
Figura 21. Lavadora de plástico	87
Figura 22. Secadora de plástico	88
Figura 23. Aglutinadora de plástico	89
Figura 24. Molino de plástico	90
Figura 25. Extrusora de plástico	91
Figura 26. Peletizadora de plástico	92
Figura 27. Báscula para el empaque de producto terminado	92
Figura 28. Filtro de arena para la filtración de aguas residuales	93
Figura 29. Filtro de carbón para la limpieza y desinfección de aguas residuales	94

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Reciclaje de plásticos en Alemania	32
Gráfico 2. Porcentaje de producción bruta de productos de plásticos por región en Colombia	57
Gráfico 3. Evolución de la demanda de poliolefinas en Colombia 1983-2004	60
Gráfico 4. Diagrama de bloques proceso de producción	72
Gráfico 5. Proceso de extrusión	79
Gráfico 6. Distribución de la planta	97
Gráfico 7. Organigrama empresarial	102

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Evolución de la demanda de poliolefinas en Colombia 1983-2004	59
Tabla 2. Clase de riesgo y su valor porcentual	106
Tabla 3. Porcentaje de las obligaciones patronales	107

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Reevaluación financiera	125
Anexo B. Ingresos de ventas proyectados a 10 años de vida útil	126
Anexo C. Flujo de caja del proyecto proyectado a 10 años de vida útil	127
Anexo D. Flujo de caja del inversionista proyectado a 10 años de vida útil	128
Anexo E. Evaluación financiera proyectada a 10 años de vida útil	129

GLOSARIO

AGLUTINADO: material que se puede obtener de residuos plásticos flexibles de película, como envases o bolsas. Consiste en transformar piezas plásticas grandes en pequeños cuerpos compactos. En el medio, el aglutinado también se conoce como crispeta, dada su similitud en forma.

MOLIDO: material que se obtiene a partir de cortar y triturar piezas plásticas rígidas, para obtener diminutas piezas del mismo.

PEAD: polietileno de alta densidad.

PEBD: polietileno de baja densidad.

PELLET PLÁSTICO POST CONSUMO: pellet obtenido a partir de residuos plásticos post consumo.

PELLET PLÁSTICO: pequeñas cápsulas plásticas homogenizadas que se obtienen a partir del corte en partes iguales del “cordón” plástico que produce una extrusora. Principal materia prima para la fabricación de piezas plásticas.

POLIOLEFINAS: grupo de resinas plásticas conformadas por PEAD, PEBD, PP.

PP: polipropileno.

RECICLAJE: grupo de actividades que permite el reaprovechamiento de los desechos como materia prima para nuevos productos.

INTRODUCCIÓN

Al analizar y conocer ciertos aspectos relacionados con el entorno de un proyecto, el estudio de prefactibilidad determina la viabilidad de llevar a cabo una serie de actividades que permitan ponerlo en marcha en un futuro. Un proyecto se puede entender como la materialización de una solución a un problema o a una necesidad insatisfecha. Cuando un proyecto genera mayores beneficios que costos, se entiende que el proyecto soluciona dichos problemas.

Para la realización del proyecto, se pretende empezar por fortalecer los conocimientos actuales en el reciclaje de plásticos para luego entrar a estudiar el entorno en donde se llevaría a cabo el proyecto. Con este análisis se pretende conocer tanto las variables políticas, sociales, legales y económicas como los aspectos relacionados con el medio ambiente.

Posteriormente se pretende estudiar su mercado con todas sus variables como demanda, producto, precio, distribución, comunicación, mercado objetivo, competencia, proveedores, etc.

Más adelante se realizará una investigación del proceso de producción de plástico reciclado y las tecnologías utilizadas actualmente para determinar un proceso de producción eficiente, efectivo y con una óptima utilización de recursos. Además se determinarán qué equipos e infraestructura serían necesarios para cumplir con estos requisitos.

Una vez sean realizados estos estudios, se pretende conocer las leyes ambientales, tributarias, comerciales y laborales que afectarían al proyecto, para luego seguir con la determinación de los aspectos administrativos que aseguren

una óptima utilización de los recursos humanos y financieros. Finalmente se pretende evaluar financieramente el proyecto para determinar su viabilidad.

Después de las etapas de estudio se llega a la implementación del proyecto. Es la puesta en operación lo que permite obtener los beneficios que motivaron su ejecución a lo largo de su vida útil.

A pesar de que actualmente existen diferentes metodologías para la evaluación de proyectos se optó por seguir la metodología propuesta por la ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial). Ésta presenta una evaluación clara y concreta del problema y es mundialmente aceptada especializándose en proyectos de tipo industrial.

1. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día el plástico es uno de los materiales más utilizados en el mundo, tiene diversas aplicaciones y su uso se incrementa cada vez más. El plástico genera muchos beneficios para la vida humana, pero desafortunadamente la historia es otra cuando éste es desechado.

Motivado por los inconvenientes que genera el desecho del plástico, el hombre ideó una forma de reutilizarlo: el reciclaje, el cual hoy en día se ha convertido en una gran industria.

La posibilidad de generar empresa dentro del sector del reciclaje, motivó la realización de este proyecto de grado, el cual consiste en realizar un estudio de prefactibilidad para producir y comercializar plástico reciclado. Al analizar y conocer ciertos aspectos relacionados con el entorno del proyecto, el estudio determina la viabilidad de llevar a cabo una serie de actividades que permitirán ponerlo en marcha.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de prefactibilidad para producir y comercializar plástico reciclado en la ciudad de Medellín y el área metropolitana.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio sectorial de la producción de plástico reciclado en la ciudad de Medellín.
- Realizar un estudio de mercado de la producción de plástico reciclado en la ciudad de Medellín.
- Realizar un estudio técnico acerca de la producción de plástico reciclado.
- Efectuar un estudio organizacional para el proyecto de producir y comercializar plástico reciclado.
- Determinar todos los aspectos de tipo legal que permitan el correcto funcionamiento del proyecto de producción de plástico reciclado.
- Realizar una evaluación financiera para determinar la viabilidad del proyecto de producción y comercialización de plástico reciclado.
- Conocer el proceso de producción de plástico reciclado y las tecnologías utilizadas actualmente para determinar un proceso de producción eficiente, efectivo y con una óptima utilización de recursos.

3. ESTUDIO SECTORIAL

En esta etapa se muestra el comportamiento del sector económico de los plásticos y su reciclaje, dándole en principio un enfoque global para después llevarlo al ámbito local, teniendo así una base o punto de partida, que permita ubicar el proyecto dentro de dicho sector.

3.1 PROBLEMÁTICA DEL RECICLAJE DE PLÁSTICOS

Los residuos sólidos plásticos, forman parte de los residuos sólidos urbanos que se generan en casas, comercios, instituciones y áreas públicas. La acumulación de residuos sólidos plásticos es un problema ambiental, que sin reciclar, reutilizar o reducir se desaprovecha su valor potencial. La creciente escasez de materias primas para la síntesis de plásticos, su recuperación y la protección del ambiente, son razones suficientes para su reciclaje.

Desde la década de los 70's ha cambiado el criterio y la actitud de la población mundial, al igual que sus gobernantes, para la gestión de residuos sólidos urbanos con propósitos económicos y ambientales.

Todo comenzó como una gran problemática ambiental, las normativas ambientales han sido las grandes impulsoras para el crecimiento de dicho sector; en principio éste era visto como solo una forma de evitar sanciones o de obtener beneficios tributarios pero de un tiempo para acá se ha encontrado dentro de ésta una gran oportunidad de negocio.

El plástico es un material artificial versátil, para su producción se utiliza gas natural o petróleo crudo. El valor del plástico en la economía mundial depende de sus propiedades fisicoquímicas distintas a materiales naturales: elasticidad, maleabilidad, resistencia química y mecánica, impermeabilidad, resistencia a la corrosión, ductilidad, etc. Estas propiedades hacen del plástico una materia prima adecuada en ingeniería, en la fabricación de objetos diversos. Su manejo requiere de tecnología para su producción, reciclaje y disposición final.

3.1.2 Visión general y crecimiento del reciclaje

3.1.1.1 Lo que es actualmente. El reciclaje hoy en día es y debe entenderse como una estrategia de gestión de residuos sólidos. Un método para la gestión de residuos sólidos igual de útil que el vertido o la incineración, y ambientalmente, más deseable. En la actualidad es, claramente el método de gestión de residuos sólidos ambientalmente preferido.

3.1.1.2 Definición de reciclaje. El reciclaje sigue siendo uno de esos conceptos evasivos sobre el que todo el mundo piensa que tiene idea clara hasta que empieza a practicarlo. Aunque la mayoría de gente comprende las tareas necesarias para participar, las sutilezas para la interacción de los sectores públicos y privados, imprescindibles para devolver los materiales a la industria en forma de materias primas y los métodos empleados para hacerlo requieren definiciones que no procedan del lenguaje común y sean elaborados mediante la ley.

Los términos materiales reciclables, materiales recuperados y materiales reciclados son importantes para definir el concepto de reciclaje, y generalmente requieren su propia definición a través de diversas regulaciones estatales.

3.1.1.3 Los por qué del reciclaje. El reciclaje se produce por tres razones básicas: razones altruistas, imperativos económicos y consideraciones legales. En la primera de ellas es evidente que la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos responden a los intereses generales de todo el mundo. En la segunda, el coste evitado para una evacuación de residuos ambientalmente aceptable se ha incrementado tanto que, cuando se combina con otros costes asociados al reciclaje, adquiere sentido, desde el punto de vista económico, el reciclaje de muchos de los materiales. Finalmente, en respuesta a las exigencias del público y a la creciente falta de métodos alternativos para la evacuación, el gobierno está obligado a reciclar y posibilitando una amplia diversidad de penalizaciones económicas y civiles, además de establecer incentivos para estimular el reciclaje.

3.1.1.4 Crecimiento. El apoyo estatal y federal al reciclaje sigue siendo explosivo, y, generalmente, responde a un amplio apoyo y demanda por parte del público. Se trata de una demanda que en muchas instancias ha superado la capacidad de los sectores públicos y privados de la economía para cumplir con los requisitos y/o intentos de legislación. En el ímpetu por obligar el reciclaje, a menudo, se ha ignorado o malentendido el mercado para estos materiales. La entrada del sector público en una actividad bien establecida dentro del sector privado ha creado severos estreses y dificultades para los materiales reciclados dentro del mercado de materias primas. El mercado de materias primas es el lugar donde el comercio y la industria consiguen la materia prima. Es un elemento de la

economía tradicionalmente volátil y muy sensible a las relaciones de oferta y demanda de materiales.

3.2 EL RECICLAJE DE PLÁSTICOS EN EL MUNDO

En el mundo existe un problema causado por la creciente cantidad de residuos sólidos urbanos plásticos que en general se depositan en tiraderos municipales o rellenos sanitarios, desaprovechando su potencial económico.

El análisis de este problema, indica que en los países desarrollados existe conciencia sobre el manejo de los residuos sólidos, especialmente plásticos, que incluso representan una alternativa explotable comercialmente que, resuelve el problema ambiental y la pérdida de recursos naturales. En contraste, en países en vía de desarrollo, no existe conciencia sobre la cultura del reciclaje, lo que causa contaminación ambiental y el desaprovechamiento de su uso potencial.

En los países desarrollados, las estrategias de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos plásticos, se emplean para generar energía eléctrica por incineración. En contraste en países en vías de desarrollo, no existe conciencia para su uso, unido al desinterés, la ignorancia por el reciclaje de los residuos sólidos, los convierte en basura, a pesar del actual avance tecnológico al respecto.

Sobre una base volumétrica, los plásticos son unos de los materiales mas usados en el mundo, especialmente en los sectores industriales y comerciales de fabricación.

Pero, mientras el uso del plástico ha crecido dramáticamente durante los últimos 20 años, también se ha incrementado el volumen de desperdicios de plásticos que terminan en rellenos sanitarios y que alcanzan casi el 20%. Por eso ellos ocupan

el 8% de los desperdicios en rellenos sanitarios, dando la industria del plástico importantes pasos para disminuir la cantidad de plásticos que entran al ciclo de desechos.

Las cifras del crecimiento se evidencian en la siguiente tabla la cual muestra el crecimiento en cuatro períodos desde el año 1972 hasta el 2001.

Cuadro 1. Consumo plástico en el mundo en millones de toneladas al año

REGION	AÑO			
	1972	1986	1991	2001
Norte América	13	23	28	64
Europa	14	31	39	54
Asia	7	15	20	60
Sur América	2	4	6	18
África	1	1	2	4
TOTAL	37	74	126	200

Fuente: Notas del curso reciclaje de materiales plásticos semestre 2006-2

Los gobiernos, a todos los niveles, parecen estar dirigiéndose cada vez más hacia una legislación que asegure mercados, creando una demanda para los productos reciclados mediante prácticas de adquisición preferencial. Además, el concepto de incentivo fiscal, para fomentar el reciclaje y el uso de productos que contienen materiales reciclados, sigue ganando popularidad.

3.3 RECICLAJE DE MATERIALES PLÁSTICOS EN EUROPA

Entre 1991 y 2002, el consumo de plásticos per cápita se incrementó en Europa Occidental desde los 64 hasta los 95 kg/habitante/año, un crecimiento medio del 3 por ciento por año.

Resulta ilustrativo el ejemplo de la evolución de los residuos municipales de París. En 1940, el ciudadano de París originaba 240 kg anuales de residuos sólidos urbanos (RSU). Éstos casi no contenían plásticos, los que empezaron a aparecer en la década de 1950. Para 1970, la generación de residuos había aumentado (hasta los 415 kg por habitante y por año) y los plásticos constituían casi el 5 por ciento del cubo de la basura medio. En 1980, la proporción había ascendido hasta el 8 por ciento (de 477 kg). En 1990, el 11 por ciento (de 558 kg) de los residuos estaba formado por plásticos y en el año 2000 la cifra había alcanzado el 13 por ciento (de 588 kg).¹

Para el caso español el consumo de plásticos ha aumentado durante los últimos cinco años, en este período también se ha experimentado una reducción significativa (32%) de la cantidad de plásticos que fueron a parar a vertederos. El motivo ha sido el espectacular incremento (251%) en el reciclado, durante el período 1996 - 2001. Y es que la relación entre consumo y reciclaje plástico comienza a evolucionar de forma pareja. Mientras que el consumo de plásticos en España aumentó un 4,2% durante el año 2002 respecto al año anterior, el reciclado de los residuos plásticos creció un 8,9%, alcanzando la cifra de 303.700 toneladas de plástico reciclado en 2002.²

¹ <http://www.acrplus.org/upload/documents/document83.pdf>

² <http://www.plastunivers.com/tecnica/hemeroteca/articulocompleto.asp?ID=7173>

El consumo de plásticos varía considerablemente de un país europeo a otro. Con un consumo per cápita de 127 kg/habitante/año, el belga medio consume tres veces más que un griego (38 kg/habitante/año). Sin embargo, dentro del mismo país, se observan también diferencias regionales. Por ejemplo, en España, el cultivo bajo plástico está muy extendido en Andalucía, pero no en el norte de España.³

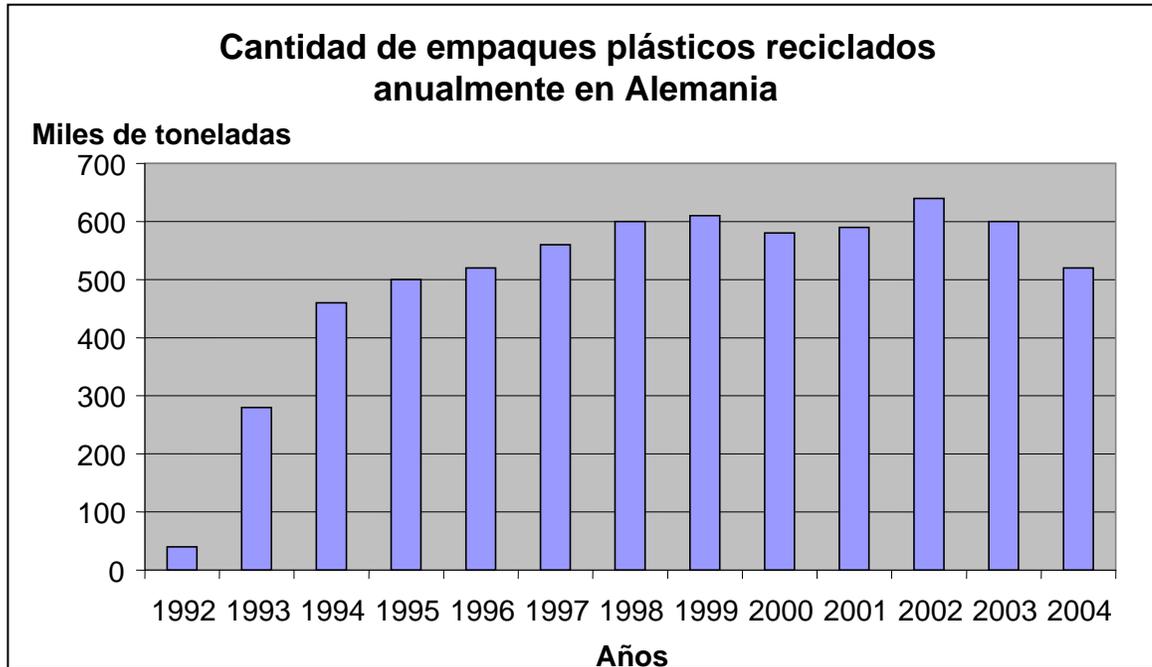
La base de todos estos adelantos en materia de reciclaje comenzó en Alemania, el país que mayor volumen de basura produce en la Unión Europea. La implementación de un plan llamado Duales System Deutschland AG que consiste en que una vez recuperados los desperdicios de los empaques, las empresas del Sistema Duales realizan la separación de los materiales y los entregan en forma separada a otras empresas industriales especializadas en el reciclaje de cada tipo de material, dentro de la Unión Europea. De esta manera se cierra el círculo ecológico de uso, desecho, recuperación y reutilización de los materiales de empaque.

Los Sistemas Duales garantizan el cumplimiento de este ciclo para los empaques que llevan el sello Punto Verde. El público en general de la Unión Europea reconoce la bondad de este servicio y prefiere los productos cuyos empaques llevan el sello.

La puesta en marcha de este sistema a comienzos de los años 90 arrojó unos excelentes resultados, donde se comienza con la recuperación de menos de 100 mil toneladas, hasta llegar en 2004 a la recuperación de poco más de 500 mil toneladas, lo que representa cerca de un 82% de los empaques plásticos que estuvieron en el mercado para ese año. En el gráfico siguiente se evidencia este crecimiento.

³ <http://www.acrplus.org/upload/documents/document83.pdf>

Gráfico 1. Reciclaje de plásticos en Alemania



Fuente: Revista tecnológica de plásticos <http://www.plastico.com/>

3.4 RECICLAJE DE PLÁSTICOS EN COLOMBIA

A lo largo de muchos años, se ha dado en Colombia un crecimiento del consumo de los plásticos y la generación de la basura per-cápita/día oscila entre 0.5 y 0.8 Kg, de los cuales 0.056 Kg corresponden a desechos plásticos, representando el 20% del volumen y de un 5 a un 7% del peso total de desechos generados a nivel urbano. La distribución porcentual de la composición de los residuos sólidos se muestra a continuación.

Cuadro 2. Composición de los residuos sólidos urbanos en Colombia

TIPO	CANTIDAD
Residuos orgánicos	58.0%
Papel y cartón	20.8%
Vidrio	9.4%
Plásticos	4.0%
Metales	1.8%
Otros	6.0%

Fuente: Acoplásticos 2001-2002

Este crecimiento en el volumen de generación de basuras en el país ha llegado a niveles alarmantes, lo cual convierte su manejo a través de estrategias como el reciclaje, en una actividad prioritaria, debido entre otras razones a:

- Cuando el plástico cumple su “ciclo de vida inicial” presenta problemas de almacenamiento ya que su relación peso/volumen es baja y la disponibilidad de rellenos sanitarios es cada vez menor.
- Aunque los plásticos, se les pueden aplicar los métodos de tratamiento utilizados para el resto de los residuos sólidos (incineración, enterramiento en vertederos controlados), estos métodos no están exentos de inconvenientes cuando se aplican a los residuos plásticos.
- Los residuos orgánicos tardan entre 10 y 15 años para degradarse de un 25 a un 50%, y el problema de manejo generado por residuos no biodegradables, como ciertos plásticos, es considerablemente superior.

En nuestro país el crecimiento en el uso de estos materiales no ha sido acorde con la tecnología desarrollada para el aprovechamiento y desarrollo de estos, por lo cual ha surgido la necesidad de crear diferentes opciones para el proceso de reciclaje con el fin de disminuir los niveles de impacto en el entorno y ofrecer nuevas alternativas de empresa.

En Colombia se ha practicado el reciclaje del plástico, hace ya algunos años, como una de las alternativas de la empresa, pero algunas de estas no han alcanzado a mantenerse o a crecer a lo largo del tiempo, debido a que una gran parte comenzó sus actividades de forma empírica, ocasionando que no se de un desarrollo sostenible, debido a la falta de inversión en investigación y desarrollo en procesos.

En la actividad se cuenta en la ciudad de Medellín con institutos como el SENA y el Instituto del Plástico en la Universidad EAFIT, en los cuales se da asesoría técnica a estudiantes y a empresas relacionadas con este campo; de esta manera se asegura de alguna forma que se genere un desarrollo sostenible para este tipo de industria, sin embargo muchas empresas no se acercan a esta institución por falta de conocimiento o de recurso para ello.

En el reciclaje del plástico se dan como puntos críticos: el conocimiento y/o la metodología como se realizan ciertas actividades, como por ejemplo la selección, el lavado, sistemas de molino, aglutinado y distribución de plantas entre otros.

El plástico reciclado es de gran importancia, ya que algunas empresas lo usan como materia prima, este basa su importancia en la diferencia de precios que mantiene con el plástico original, en algunas ocasiones se mezclan los dos para obtener mejor calidad y mejor precio, ya que productos terminados solo con material reciclado poseen apariencia física y propiedades mecánicas menores que los trabajados con plásticos originales.

Debido a lo anterior la industria del plástico ha venido preparándose para colaborar con el manejo de los desechos sólidos en Colombia. La mayoría de las aplicaciones no durables de los plásticos, y en particular del sector de envases y empaques, se puede adaptar a las tecnologías disponibles para cualquiera de los sistemas recomendados de disposición de desechos plásticos.

En el sector de envases rígidos, las botellas desechables de polietilentereftalato, PET, están siendo recicladas para convertirlas en fibras cortas de poliéster. Las botellas y los envases rígidos de PEAD son recolectados, seleccionados, procesados y el material obtenido, de buena calidad, es vendido para elaboración de botellas, llantas de triciclo u otros artículos. A las botellas de PVC también se les están realizando el mismo procedimiento, y el material recuperado en forma de escamas se exporta a estados unidos para emplearlo, en proporción hasta de un 40% en botellas para envases de productos distintos de los de consumo humano. Los vasos desechables de bebidas y lácteos elaborados en poliestireno, PS, y polipropileno, PP, se vienen reciclando para ser utilizados en la producción de pegantes, zunchos, láminas y ciertos artículos de inyección. Otros ejemplos comunes son las mangueras para jardín de PVC reciclado flexible, los perfiles y conductos eléctricos elaborados con PVC rígido reciclado, los tapetes flexibles y los baldes usados en la construcción fabricados en PVC recuperado.

Se nota entonces que la mayoría de las resinas son fácilmente reciclables y útiles como materia prima para nuevos procesos, por tanto es importante mostrar la distribución de consumo de estas en el país, para tener así una idea del potencial de residuos que servirán como suministro.

Cuadro 3. Evolución de la demanda de poliolefinas en Colombia 1983-2004

RESINA PLÁSTICA	1983 (ton)	1993 (ton)	2000 (ton)	2001 (ton)	2002(ton)	2003(ton)	2004 (ton)	Crecimiento Promedio por año
PEBD	56.800	130.000	140.000	140.000	148.000	136.000	140.000	46.884
Porcentaje de crecimiento de consumo	0	128,87%	7,69%	0,00%	5,71%	-8,11%	2,94%	7,22%
PEAD	24.200	45.000	74.000	78.000	86.000	88.000	92.000	25.642
Porcentaje de crecimiento de consumo	0	85,95%	64,44%	5,41%	10,26%	2,33%	4,55%	9,10%
PP	27.000	55.000	115.000	122.000	145.000	173.000	170.000	42.474
Porcentaje de crecimiento de consumo	0	103,70%	109,09%	6,09%	18,85%	19,31%	-1,73%	13,44%

Fuente: Acoplásticos 2003-2004, Productores locales y estadísticas oficiales secundarias. Pg. 95.

Cuadro 4. Consumo porcentual de resinas plásticas por sector

SECTOR DE CONSUMO	MATERIAS PLÁSTICAS CONSUMIDAS % EN PESOS (PROMEDIO)
1. Empaques y envases	54
2. Construcción	18
3. Agricultura	10
4. Institucional/consumidor: calzado, artículos de hogar	10
5. Otros: láminas, partes industriales e industria automotriz, deportes	8

Fuente: Acoplásticos 2003-2004, Productores locales y estadísticas oficiales secundarias Pg. 95.

La industria de plástico debe estar en condiciones de reprocesar o reciclar parte de sus materias primas. El mayor desafío para el futuro inmediato es la educación del consumidor para lograr su apoyo a sistemas de recolección eficientes que permitan disponer adecuadamente de los desechos plásticos. La separación en la fuente es el primer paso.

4. ESTUDIO DE MERCADO

Con el objetivo de dimensionar adecuadamente el tamaño del proyecto y de diseñar una forma correcta y certera de comercializar el producto que se fabricara, en esta primera fase se realizo una investigación del área de influencia del mercado del proyecto.

4.1 EL PRODUCTO

4.1.1 Definición. Los polímeros que abarcan materiales tan diversos como los plásticos, el hule, el caucho y los adhesivos; se pueden clasificar en tres tipos: los termoplásticos⁴, los termofijos⁵ y los elastómeros⁶. 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.

Dentro de la familia de los termoplásticos se han clasificado siete tipos estándar: poliestireno (PS), polipropileno (PP), polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (PEAD), polietileno de baja densidad (PEBD), cloruro de polivinilo (PVC), y por ultimo el grupo que incluye plásticos como el policarbonato (PC), la poliamida (PA), el ABS, el poliuretano (PU); el Acrílico (PMMA), etc.

⁴ Polímeros que una vez son moldeados y usados, pueden ser sometidos a altas temperaturas para luego ser transformados y moldeados nuevamente y por ende reutilizados.

⁵ Polímeros que una vez son moldeados y usados no recuperan su capacidad de ser moldeados nuevamente así se les someta a altas temperaturas.

⁶ Polímeros que poseen la capacidad de deformarse elásticamente en grandes cantidades sin cambiar su forma.

Las poliolefinas agrupan plásticos tales como el polietileno de alta densidad (PEAD), el polietileno de baja densidad (PEBD), y el polipropileno (PP). Según las cifras de ACOPLÁSTICOS este grupo representa el 62.96% del total de los plásticos consumidos en Colombia⁷ para realizar materiales de empaque, recipientes y piezas plásticas entre otras. Por esta razón, el proyecto solo se enfocara a recuperar materiales plásticos post consumo que estén contenidos dentro del grupo ya mencionado.

En el mercado de plásticos post consumo, las poliolefinas se comercializan en tres tipos de presentaciones: aglutinado, molido y peletizado.

El aglutinado de plástico es un material que se puede obtener de residuos plásticos flexibles de o película, como envases o bolsas. Consiste en transformar piezas plásticas grandes en pequeños cuerpos compactos. En el medio, el aglutinado también se conoce como crispeta, dada su similitud en forma. Por otro lado, el molido de plástico es un material que se obtiene a partir de cortar y triturar piezas plásticas rígidas, para obtener diminutas piezas del mismo. Por ultimo, el peletizado son pequeñas cápsulas plásticas que se obtienen a partir del corte en partes iguales del “cordón” de plástico que produce una extrusora. El peletizado se obtiene a partir del aglutinado o el molido.

Según ACOPLÁSTICOS, las empresas del mercado en Colombia prefieren las presentaciones de las poliolefinas en molido y en peletizado⁸ debido a la facilidad que tienen de incorporarse a nuevos procesos de transformación.

El peletizado en las poliolefinas, se comercializa en el medio en cuatro presentaciones básicas: transparente, negro, y color.

⁷ Plásticos en Colombia 2003-2004

⁸ Plásticos en Colombia 2003-2004

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se decidió orientar el proyecto a la venta de peletizado, ya que se estima que este puede presentar una mayor rentabilidad y además puede significar un mercado no penetrado y poco competido. Solo se limitara a peletizar plásticos del grupo de las poliolefinas, tales como: el polietileno de alta densidad (PEAD), el polietileno de baja densidad (PEBD), y el polipropileno (PP); debido a que son el grupo de plásticos, mas demandados por el mercado. Por ultimo, para estar dentro de los parámetros del mercado del plástico post consumo, se comercializara peletizado transparente, negro y de colores.

4.1.2 Principales usos. El peletizado que se desea fabricar y comercializar, conformaría la materia prima para la realización de productos plásticos que no tengan contacto directo con los alimentos, productos del sector farmacéutico o juguetes, que sean fabricados con plásticos que estén dentro del grupo de las poliolefinas y que generalmente sean fabricados por medio del proceso productivo de la extrusión, moldeo por extrusión y moldeo por inyección. Estos son algunos de los principales productos que se podrían fabricar a partir del mismo:

- Cajas plásticas para almacenamiento.
- Cajas plásticas para botellas.
- Estibas plásticas.
- Pisos.
- Madera plástica.
- Envases.
- Tapas para envases.
- Baldes.
- Papeleras.
- Bolsas plásticas.
- Películas plásticas.
- Mangueras.

Figura 1. Cajas plásticas para almacenamiento



Fuente: www.estra.com

Figura 2. Estibas plásticas



Fuente: www.maderaplasticarexco.8m.com/catalog.html

Figura 3. Madera plástica



Fuente: www.maderaplasticarexco.8m.com/catalog.html

Figura 4. Bolsas plásticas



Fuente: www.barrameda.com.ar/noticias/medeco01.htm

Figura 5. Mangueras



Fuente: hftyre.en.alibaba.com/product/50115806/505264...

Figura 6. Película plástica



Fuente: www.americanacrylics.com/films.htm

4.1.3 Presentaciones del producto. Como ya se ha explicado anteriormente, para estar dentro de los parámetros del mercado del plástico post consumo, los pellets se comercializaran en tres presentaciones básicas: transparente, negro y de colores. Los colores que se comercializaran serán: amarillo, azul, rojo, verde, blanco, gris, negro y transparente; ya que son los de más alta rotación en el mercado.

Figura 7. Presentación pellet transparente



Figura 8. Presentación pellet negro



Figura 9. Presentación pellet color



4.1.4 Marca del producto. En el mercado de los pellets de plástico post consumo, la mayoría de los productores, dejan un alto porcentaje de impurezas tales como residuos diminutos de etiquetas de papel, pequeños pedazos de metal, polvo, agua, jabón, etc. El cliente a la hora de producir artículos plásticos con estos pellets puede obtener como resultado: piezas opacas, de textura brusca, con burbujas y con una notable disminución en varias de sus propiedades.

Por esta razón el cliente a la hora de efectuar la compra de los pellets post consumo para fabricar productos plásticos, siempre busca alta pureza y está dispuesto a pagar más por obtenerla. Se puede decir que el atributo de la pureza en el pellet post consumo, presenta dos ventajas a la hora de ser comercializado. La primera ventaja se ve reflejada en forma como el pellet puede ser diferenciado de los demás y la segunda radica en la preferencia de los clientes hacia un producto más puro. Por esta razón el proyecto se enfocará en producir pellets de plástico post consumo con un alto grado de pureza.

La marca de un producto debe sugerir algo sobre los beneficios y las cualidades del producto, además debe ser fácil de pronunciar, reconocer y recordar. La marca escogida para manejar la línea de los pellets post consumo fue CRISTAL PELLET y se divide en las diferentes presentaciones que se manejarán; CRISTAL PELLET TRASPARENTE, CRISTAL PELLET NEGRO, Y CRISTAL PELLET ROJO, VERDE, AZUL, etc.

Figura 10. Logotipo de la marca



4.1.5 Empaque del producto. Para empacar los gránulos de pellet plástico post consumo se utilizarán costales capaces de contener 50 Kg., que tendrán el logotipo de la marca diferenciado por el color, y de 500 mm. de largo por 400 mm. de ancho y de 100 mm. de espesor.

Figura 11. Unidad de empaque pellet transparente



Figura 12. Unidad de empaque pellet negro



4.2 EL MERCADO

4.2.1 Estructura económica del mercado. El mercado en el que se encuentra el producto se compone de unos pocos vendedores que conocen perfectamente las estrategias de mercado y los precios del resto. Cada vendedor esta atento a las estrategias y movimientos de la competencia. Si una empresa baja sus precios los compradores rápidamente pueden pasarse a este proveedor. Los otros fabricantes deberán responder rebajando sus precios o aumentando sus servicios. Por otro lado, si alguno de los vendedores aumenta sus precios, la competencia puede no seguirlo.

4.2.2 Mercado proveedor. Para obtener pellet plástico post consumo es necesario utilizar como materia prima los residuos sólidos de plástico que se generen ya sea a nivel industrial o a nivel domestico. Estos residuos sólidos se comercializan de la siguiente manera en la ciudad de Medellín:

- Polímero rígido o flexible sucio: Bolsas, películas plásticas, envases, canastas, recipientes, y piezas plásticas varias sucias sin ser separadas por tipo de plástico.
- Polímero rígido o flexible limpio y separado: Bolsas y películas plásticas, envases, canastas, recipientes, y piezas plásticas varias limpias, separadas por tipo de plástico.

El proyecto solo se limitara a comprar polímero rígido o flexible sucio. Cabe aclarar que los polímeros que se compraran solo serán poliolefinas, es decir, polietileno de alta densidad (PEAD), polietileno de baja densidad (PEBD), y polipropileno (PP).

En la ciudad de Medellín existen varios proveedores de esta materia prima compuestos por pequeñas y medianas empresas, cooperativas de recicladores, y empresas estatales. Las pequeñas y medianas empresas que existen en el mercado manejan precios que varían con la oferta y la demanda, no manejan una cantidad mensual fija de materia prima y venden a la persona que mejor precio ofrezca.

Debido a que el proyecto debe asegurar unos precios y cantidades fijas, las empresas que se escogieron para suplir la materia prima para fabricar el pellet plástico post consumo son los siguientes:

EVAS Enviambientales S.A. E.S.P.

Centro industrial ambiental “El Guacal”

Km. 22 Vía Glorieta Pilsen.

Itagüí-Antioquia

Teléfono: 339 20 00

Pagina web: www.evas.com.co

Cuadro 5. Disponibilidad, lista de precios y condiciones de compra proveedor 1.

Kilos disponibles de polímero rígido o flexible sucio mensual	60.000
Kilos disponibles de polímero rígido o flexible sucio semanal	15.000
Precio unitario polímero rígido o flexible sucio.	250 + IVA
Condiciones de pago	Contado
Lugar de entrega	Centro industrial ambiental “El Guacal”

Cooperativa Recuperar

Cra. 46 No. 51-58

Itagüí-Antioquia

Teléfono: 372 07 20

E-mail: recupera@recuperar.com.co

Pagina Web: www.recuperar.com.co

Cuadro 6. Disponibilidad, lista de precios y condiciones de compra proveedor 2.

Kilos disponibles de polímero rígido o flexible sucio mensual	16.000
Kilos disponibles de polímero rígido o flexible sucio semanal	4.000
Precio unitario polímero rígido o flexible sucio.	400 + IVA
Condiciones de pago	Contado
Lugar de entrega	Cooperativa Recuperar

La empresa escogida como proveedor principal de materia prima fue EVAS Enviambientales S.A. E.S.P, debido a que maneja mejores precios y una mayor cantidad disponible, en caso tal que esta cantidad se disminuya o aumenten los precios, se comprara la materia prima a la Cooperativa Recuperar. Como condiciones especiales esta empresa exige pago de contado y recolección por parte del cliente.

4.2.3 Mercado objetivo. Como ya se expuso anteriormente el pellet plástico post consumo es la materia prima principal para la fabricación de productos plásticos que no tengan contacto directo con los alimentos, que sean fabricados con plásticos que estén dentro del grupo de las poliolefinas y que generalmente sean fabricados por medio del proceso productivo de la extrusión, moldeo por extrusión y moldeo por inyección. Por lo tanto el mercado objetivo del proyecto son empresas que fabriquen productos de este tipo. La siguiente tabla muestra algunas de las empresas más representativas del sector, localizadas en la ciudad de Medellín, que por el tipo de productos que fabrican representan parte del mercado objetivo del proyecto.

Cuadro 7. Posibles empresas representantes del mercado objetivo del proyecto.

Empresa	Productos fabricados
Industrias Estra	Canastas para envases, cajas plásticas para almacenamiento, pisos, estibas plásticas, baldes y papeleras.
Berplast	Mangueras de polietileno.
Wiplast	Mangueras de polietileno.
Extruciones plásticas E.U.	Mangueras de polietileno, tubos y perfiles.
Codiplx S.A.	Película de PEAD y PEBD.
Ingepol S.A.	Estacones, cercas, rejillas, sumideros, estibas plásticas, madera plástica, parques infantiles y tapas para alcantarillado.
Plásticos Darma S.A.	Rollos y bolsas de polietileno y polipropileno Impresa y sin impresión.
Ceba	Madera plástica.
Industrias plásticas Guier-s	Envases, baldes, poncheras y papeleras.
Carliplast	Rollos y bolsas de polietileno y polipropileno Impresa y sin impresión.
Incolpa Ltda.	Rollos y bolsas de polietileno y polipropileno Impresa y sin impresión.
Sellarte Ltda.	Rollos y bolsas de polietileno y polipropileno Impresa y sin impresión.
Interplas S.A.	Envases para pintura, cajas plásticas y tapas roscadas.
Incodi	Envases para la industria química y el aseo
Paraplasticos	Canecas Industriales para pinturas, estucos, grasas, aceites y químicos
Pavaplast Ltda.	Fracos y tapas plásticas roscadas.

4.2.4 Mercado competidor. Los competidores directos del proyecto son cooperativas de recicladores y pequeñas y medianas empresas, que se encargan de comprar o recolectar la materia prima, de separarla en las diferentes familias de plásticos, lavarla, secarla y transformarla en pellets plásticos post consumo.

Las pequeñas y medianas empresas 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. Sus procesos de producción 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.

Un pellet plástico post consumo con un bajo grado de homogeneidad, es decir, producido con más de un tipo de plástico; con un alto índice de impurezas, de humedad y de olores fuertes, puede traer como consecuencia lotes enteros de producción de piezas plásticas perdidos por completo.

Estas pequeñas y medianas empresas al no manejar de forma eficiente sus recursos y producción, presentan grandes retrasos en los plazos de entrega y a veces hasta el incumplimiento en los pedidos por falta de materia prima. 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.

En estas empresas generalmente el gerente es el encargado de administrar la planta de producción, conseguir la materia prima y efectuar las ventas, lo cual hace que se pierdan varios negocios por no invertir en personal para cada

actividad. En otros casos la fuerza de ventas de estas empresas son personas no capacitadas, con poco dominio del tema e incapaces de prestarle un servicio de asesoría al cliente. La mayoría no manejan pagina Web, ni anuncios publicitarios. No manejan distribución, los productos tienen que ser recogidos por el consumidor.

El siguiente cuadro presenta una lista de las posibles pequeñas y medianas empresas competidoras del proyecto y sus precios.

Cuadro 8. Pequeñas y medianas empresas competidoras

Tipo de pellet / Empresa	B-PLAST	Pellets Ltda.	Plásticos Maya	Plastirios	Polimeri	Recycling S.A.
Pellet PEAD transparente	N/A	\$ 2.400	N/A	\$ 2.200	N/A	\$ 2.600
Pellet PEAD negro	N/A	\$ 2.000	\$ 1.200	\$ 1.700	N/A	\$ 2.100
Pellet PEAD color	\$ 1.800	\$ 2.200	\$ 1.500	\$ 1.800	N/A	\$ 2.300
Pellet PEBD transparente	N/A	\$ 2.700	N/A	\$ 2.000	N/A	\$ 2.700
Pellet PEBD negro	N/A	N/A	N/A	\$ 2.100	N/A	\$ 2.500
Pellet PEBD color	N/A	N/A	N/A	\$ 2.200	\$ 3.000	\$ 2.800
Pellet PP transparente	\$ 2.300	\$ 2.800	N/A	N/A	N/A	\$ 2.400
Pellet PP negro	\$ 1.800	N/A	\$ 1.600	N/A	N/A	\$ 2.000
Pellet PP color	\$ 1.900	N/A	\$ 1.800	N/A	N/A	\$ 2.100

Las cooperativas de recicladores generalmente ofrecen un buen producto pero a precios mucho más altos, ya que son empresas que poseen una gran cantidad de empleados, infraestructura y tecnología. Estas empresas generalmente consiguen la materia prima a un costo mucho menor, por ser una cooperativa de recicladores. Sus pedidos normalmente son entregados a tiempo. Su fuerza de ventas tiene un nivel medio de capacitación. Manejan pagina Web, y algunos anuncios publicitarios. No manejan distribución, los productos tienen que ser recogidos por el consumidor.

El siguiente cuadro presenta una lista de las posibles cooperativas competidoras del proyecto y sus precios.

Cuadro 9. Cooperativas de recicladores competidoras

Tipo de pellet / Empresa	Codesarrollo
Pellet PEAD transparente	\$ 2.800
Pellet PEAD negro	\$ 2.200
Pellet PEAD color	\$ 2.400
Pellet PEBD transparente	\$ 2.900
Pellet PEBD negro	\$ 2.500
Pellet PEBD color	\$ 2.700
Pellet PP transparente	\$ 2.600
Pellet PP negro	\$ 2.000
Pellet PP color	\$ 2.200

4.3 EL PRECIO

4.3.1 Fijación del precio. El principal argumento de venta y las cualidades diferenciadoras del producto serán la calidad, la pureza y la entrega a tiempo. Si este es el objetivo, el producto no puede tener precios mucho más bajos que todos los demás productores, ya sean malos o buenos, ya que se daría una imagen de producto barato que no concordaría con el objetivo al cual se quiere llegar.

Como ya se menciona anteriormente, el mercado en el que se encuentra el producto se compone de unos pocos vendedores que conocen perfectamente las estrategias de mercado y los precios del resto. Cada vendedor esta atento a las estrategias y movimientos de la competencia. Si una empresa baja sus precios los compradores rápidamente pueden pasarse a este proveedor. Los otros fabricantes deberán responder rebajando sus precios o aumentando sus servicios. Por otro

lado, si alguno de los vendedores aumenta sus precios, la competencia puede no seguirlo.

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. El cual consiste en fijar los precios según los precios de la competencia en lugar de basarlos en los costos propios.

Ya que se espera transmitir una imagen de un producto de buena calidad, pureza y entrega a tiempo, se fijarán los precios un poco más bajos que la empresa Coodesarrollo, quien es reconocida en el medio por producir pellet post consumo de más alta calidad que los demás.

El siguiente cuadro muestra los precios escogidos para comercializar el pellet plástico post consumo.

Cuadro 10. Precios para la comercialización de pellet plástico post consumo

Tipo de pellet	Precio
Pellet PEAD transparente	\$ 2.600
Pellet PEAD negro	\$ 2.100
Pellet PEAD color	\$ 2.300
Pellet PEBD transparente	\$ 2.800
Pellet PEBD negro	\$ 2.400
Pellet PEBD color	\$ 2.600
Pellet PP transparente	\$ 2.500
Pellet PP negro	\$ 2.000
Pellet PP color	\$ 2.100

4.3.2 Proyección de los precios. El precio de la resina plástica actualmente esta 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. Por lo tanto se eligió proyectar los precios en un 3% 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 fueron las metas de inflación establecidas por el Banco de la República. Estas metas comprenden un 4% para el 2007 y un 3% +/- 1 punto para el largo plazo.⁹ El siguiente cuadro ilustra como evolucionarán los precios durante la vida útil del proyecto.

Cuadro 11. Proyección de los precios durante la vida útil del proyecto

Tipo de pellet	Precio Año 0	Precio Año 1	Precio Año 2	Precio Año 3	Precio Año 4	Precio Año 5
Pellet PEAD transparente	\$ 2.600	\$ 2.678	\$ 2.758	\$ 2.841	\$ 2.926	\$ 3.014
Pellet PEAD negro	\$ 2.100	\$ 2.163	\$ 2.228	\$ 2.295	\$ 2.364	\$ 2.434
Pellet PEAD color	\$ 2.300	\$ 2.369	\$ 2.440	\$ 2.513	\$ 2.589	\$ 2.666
Pellet PEBD transparente	\$ 2.800	\$ 2.884	\$ 2.971	\$ 3.060	\$ 3.151	\$ 3.246
Pellet PEBD negro	\$ 2.400	\$ 2.472	\$ 2.546	\$ 2.623	\$ 2.701	\$ 2.782
Pellet PEBD color	\$ 2.600	\$ 2.678	\$ 2.758	\$ 2.841	\$ 2.926	\$ 3.014
Pellet PP transparente	\$ 2.500	\$ 2.575	\$ 2.652	\$ 2.732	\$ 2.814	\$ 2.898
Pellet PP negro	\$ 2.000	\$ 2.060	\$ 2.122	\$ 2.185	\$ 2.251	\$ 2.319
Pellet PP color	\$ 2.100	\$ 2.163	\$ 2.228	\$ 2.295	\$ 2.364	\$ 2.434

⁹ http://www.banrep.gov.co/informes-economicos/ine_pre_frec4.htm#11

4.4 LA COMERCIALIZACIÓN

4.4.1 Canales de distribución. Como se indicó anteriormente, uno de los mayores problemas de la competencia, radica en el incumplimiento de las fechas de entrega de los pedidos. Esto se debe a que la mayoría de los productores de pellets plásticos post consumo no manejan un stock de producción si no que una vez se les hace el pedido, se produce, esto les puede tardar entre una y tres semanas dependiendo del tamaño del pedido. Para tener un elemento diferenciador, que impulse la preferencia de compra de los clientes y que además permita al proyecto cobrar un poco más por el kilogramo de pellet, se piensa tener un stock de producción que permita una entrega inmediata del producto.

En el medio la distribución del producto terminado generalmente se maneja una recolección por medio del cliente. Por lo tanto, una vez se tenga la orden de compra debidamente diligenciada por el cliente, se procede a sacar el producto terminado del stock de producción y se prepara el pedido para que este listo cuando el cliente venga a recogerlo. La única demora que debe existir, debe ser el embalaje del producto terminado al camión. Esta forma de operar permitirá una venta directa hacia el consumidor final, lo que significa que no existirán ni mayoristas ni minoristas compren y revendan la mercancía.

4.4.2 Comunicación

4.4.2.1 Canales de comunicación personal. Para los canales de comunicación personal, se utilizará un vendedor con un alto nivel de capacitación en materia de plásticos y sus procesos productivos. Esto, con el fin de prestarle al cliente más que la venta de un producto una asesoría personalizada. Como herramienta principal, el vendedor llevará consigo un catálogo en el cual se muestren los diferentes tipos de productos que se manejan, sus especificaciones técnicas y su

aplicaciones en el mercado de los plásticos, además una completa información de la ubicación de la planta de producción y como contactarse. Este catálogo siempre debe quedar en la empresa que sea visitada para efectuar la venta.

4.4.2.2 Canales de comunicación no personal. Inicialmente se pagará extra por tener un anuncio publicitario tanto en las páginas amarillas del directorio como en el sitio de Internet: www.paginasamarillas.com.co. También se piensa, estar afiliado a diferentes paginas Web, utilizadas para la transacción de materiales ingenieriles, especialmente las que se dediquen a comercializar materias primas para la fabricación de piezas plásticas. Por último, se piensa conseguir una afiliación en el directorio colombiano de reciclaje de residuos plásticos de ACOPLÁSTICOS.

4.4.2.3 El mensaje. Como ya se ha mencionado anteriormente, el mensaje que siempre se debe transmitir al consumidor, por todos los canales de comunicación, debe ser pureza, calidad y entrega a tiempo. Siempre se hará especial énfasis en este tema para así poderse diferenciar de los demás productores de pellet plástico post consumo.

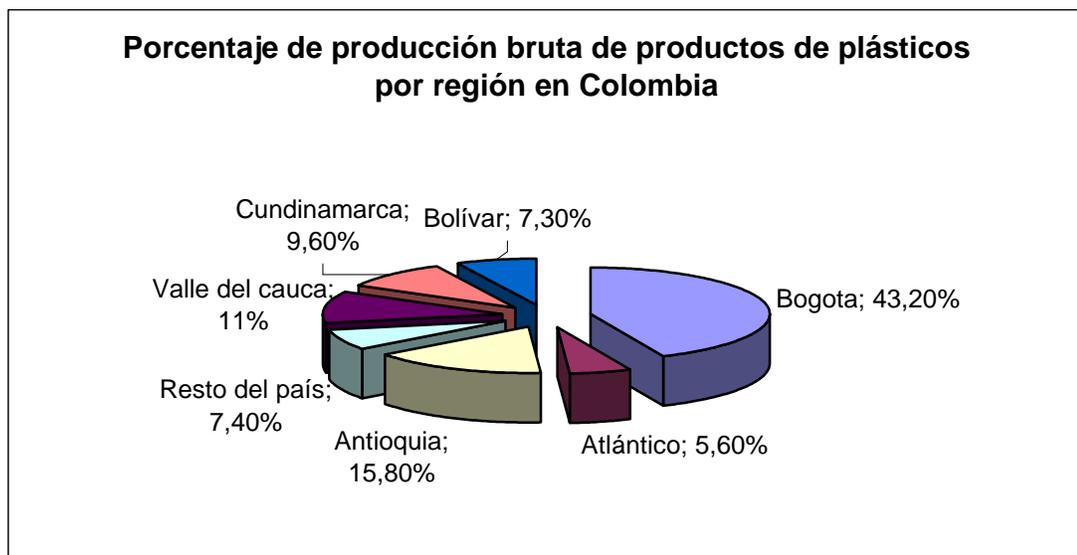
4.5 LA DEMANDA

4.5.1 Demanda total del mercado. Según un estudio realizado por el DANE en su encuesta anual manufacturera para el año 2004, en todo el territorio colombiano, se consumieron un total de 140,000 toneladas de polietileno de baja densidad, 92,000 toneladas de polietileno de alta densidad y 170,000 toneladas de polipropileno¹⁰.

¹⁰ Plásticos en Colombia 2003-2004

4.5.2 Demanda del área del mercado. Según la encuesta anual manufacturera realizada por el DANE, mencionada anteriormente, para el 2004 los productores de plástico en Colombia se dividen en participación de producción bruta según el siguiente gráfico.

Grafico 2. Porcentaje de producción bruta de productos de plásticos por región en Colombia



Fuente: Acoplásticos 2003-2004 Encuesta anual manufacturera 2000 productores locales estadísticas oficiales secundarias. Pg. 54.

Para la estimación de la demanda del área del mercado del proyecto, se tomo como punto de partida la siguiente grafica y los datos ya mencionados de la demanda total del mercado. Es decir, como Antioquia representa el 15.8 % de la producción bruta del país, se estimo que la demanda total del departamento representaría el 15.8 % de la demanda total para cada tipo de plástico contenido dentro de la familia de las poliolefinas. Esto significa que la demanda total en el departamento de Antioquia de polietileno de baja densidad asciende a las 22,120 toneladas anuales, la del polietileno de alta densidad a 14,536 toneladas anuales y la de polipropileno de 26,860 toneladas anuales.

Debido a que los datos anteriores representan la demanda total de las diferentes poliolefinas en Antioquia tanto de resina plástica virgen como reciclada, se debe aclarar que el porcentaje de esta demanda correspondiente a la resina plástica reciclada es de aproximadamente 10%.¹¹

Los datos anteriores sugieren que la demanda del área del mercado de las poliolefinas recicladas tendría un valor de 2210 toneladas anuales para el polietileno de alta densidad, de 1453.6 toneladas anuales para el polietileno de baja densidad, y de 2686 toneladas anuales para el polipropileno.

4.5.3 Cuota del mercado. La cuota del mercado es definida por factores como el mercado, los costos de inversión y de operación y la disponibilidad de los insumos.

Como se mencionó anteriormente el mercado del proyecto sugiere una demanda total, para el 2004 y en el departamento de Antioquia, de polietileno de baja densidad, de 2212 toneladas, de polietileno de alta densidad, de 1453.6 toneladas y de polipropileno, de 2686 toneladas.

Debido a las siguientes razones se ha decidido cubrir solo el 6.5% de la misma:

Mercado: Actualmente existen cooperativas de recicladores y pequeñas y medianas empresas, que se encargan de comprar o recolectar la materia prima, de separarla en las diferentes familias de plásticos, lavarla, secarla y transformarla en pellets plásticos post consumo. La Cooperativa Codesarrollo, sería un fuerte competidor ya que cubre gran parte de la demanda del mercado debido a su gran facilidad de conseguir la materia prima y su gran infraestructura. Como ya se mencionó, actualmente la empresa Codesarrollo es una cooperativa de recicladores que recogen los residuos sólidos en gran parte de la ciudad, además

¹¹ Plásticos en Colombia 2003-2004

tienen contratos con grandes generadores de residuos plásticos para que estos se los provean.

Costos de inversión y operación: Construir una infraestructura para cubrir más del 6.5% de la demanda actual de pellets plásticos post consumo en Antioquia, implicaría una mayor inversión y costos de operación que inicialmente el proyecto no tendría la capacidad de cubrir, debido a los límites que impone el sistema financiero para proyectos nuevos.

Disponibilidad de insumos: Debido a la incertidumbre en precios que maneja el mercado de los residuos plásticos post consumo (materia prima del proyecto) y a la gran dificultad que existe por la sobre demanda que maneja este mercado, se decidió que es prudente manejar solo un 6.5 % de la demanda actual de pellets plásticos post consumo en Antioquia.

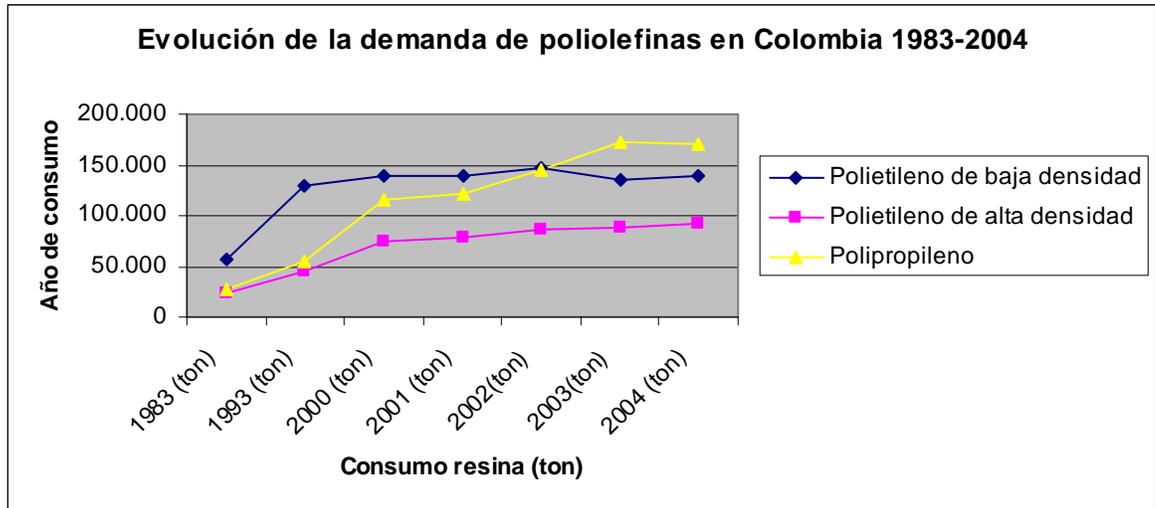
4.5.4 Proyección de la demanda. Según las cifras recolectadas por el DANE a lo largo de los últimos 19 años, la demanda de las poliolefinas ha evolucionado según el siguiente cuadro.

Tabla 1. Evolución de la demanda de poliolefinas en Colombia 1983-2004

RESINA PLÁSTICA	1983 (ton)	1993 (ton)	2000 (ton)	2001 (ton)	2002(ton)	2003(ton)	2004 (ton)	Crecimiento Promedio por año
PEBD	56.800	130.000	140.000	140.000	148.000	136.000	140.000	46.884
Porcentaje de crecimiento de consumo	0	128,87%	7,69%	0,00%	5,71%	-8,11%	2,94%	7,22%
PEAD	24.200	45.000	74.000	78.000	86.000	88.000	92.000	25.642
Porcentaje de crecimiento de consumo	0	85,95%	64,44%	5,41%	10,26%	2,33%	4,55%	9,10%
PP	27.000	55.000	115.000	122.000	145.000	173.000	170.000	42.474
Porcentaje de crecimiento de consumo	0	103,70%	109,09%	6,09%	18,85%	19,31%	-1,73%	13,44%

Fuente: Acoplásticos 2003-2004, Productores locales y estadísticas oficiales secundarias Pg. 95.

Gráfico 3. Evolución de la demanda de poliolefinas en Colombia 1983-2004



Fuente: Acoplásticos 2003-2004, Productores locales y estadísticas oficiales secundarias Pg. 95.

Lo anterior sugiere que durante los últimos 19 años el polietileno de baja densidad, ha incrementado en promedio su consumo en un 7.22 % equivalente a 46.884 toneladas anuales. El polietileno de alta densidad en un 9.10 % equivalente a 25.642 toneladas anuales y el polipropileno en un 13.44 % equivalente a 42.474 toneladas anuales. Por otro lado, la información anterior nos muestra que el polipropileno ha venido incrementando su demanda a una rata más alta que los demás.

Para el proyecto de producción y comercialización de plástico reciclado en la ciudad de Medellín se estima que durante su vida útil, tenga un crecimiento en producción, equivalente al consumo promedio anual que se ha venido experimentando en los últimos 19 años. Es decir, se estima que durante la vida útil del proyecto, la producción de polietileno de baja densidad, se aumentara en un 7.22% anualmente, la de polietileno de alta densidad, en un 9.10% y la de polipropileno en un 13.44%. Cabe anotar que el proyecto durante su vida útil

cubrirá solo el 6.5% de la demanda del área del mercado (Antioquia). Por lo tanto la producción del proyecto se incrementará según el siguiente cuadro.

Cuadro 12. Incremento en producción durante la vida útil del proyecto por tipo de plástico

Tipo de Plastico	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
PEAD (Kg.)	0	94.484	103.082	112.463	122.697	133.862
PEBD (Kg.)	0	143.780	154.161	165.291	177.225	190.021
PP (Kg.)	0	174.590	198.055	224.673	254.870	289.124
Total (Kg.)	0	412.854	455.298	502.427	554.792	613.007

Cuadro 13. Incremento en producción durante la vida útil del proyecto por tipo de pellet.

Tipo de Pellet	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Pellet PEAD transparente (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621
Pellet PEAD negro (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621
Pellet PEAD color (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621
Pellet PEBD transparente (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340
Pellet PEBD negro (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340
Pellet PEBD color (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340
Pellet PP transparente (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375
Pellet PP negro (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375
Pellet PP color (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375
Total (Kg.)	0	412.854	455.298	502.427	554.792	613.007

5. ESTUDIO TÉCNICO

Con el objetivo encontrar la forma más adecuada y eficiente de operar el proyecto, en esta fase se pretende determinar los factores como la localización del proyecto, proceso productivo a utilizar, distribución de mano de obra, inversión en equipos, y distribución física.

5.1 TAMAÑO DEL PROYECTO

La dimensión de un proyecto es definido por factores como el mercado, los costos de inversión y de operación, la disponibilidad de los insumos, la localización y el financiamiento.

Como se mencionó anteriormente el mercado del proyecto sugiere una demanda total, para el 2004 y en el departamento de Antioquia, de polietileno de baja densidad, de 2212 toneladas, de polietileno de alta densidad, de 1453.6 toneladas y de polipropileno, de 2686 toneladas.

Debido a las siguientes razones se ha decidido cubrir sólo el 6.5% de la misma, con incrementos del 7.22 % para el polietileno de baja densidad, de 9.10 % para el polietileno de alta densidad, y de 13.44 % para el polipropileno.

Mercado: Actualmente existen cooperativas de recicladores y pequeñas y medianas empresas, que se encargan de comprar o recolectar la materia prima, de separarla en las diferentes familias de plásticos, lavarla, secarla y transformarla en pellets plásticos post consumo.

La Cooperativa Codesarrollo, sería un fuerte competidor ya que cubre gran parte de la demanda del mercado debido a su gran facilidad de conseguir la materia prima y su gran infraestructura. Como ya se mencionó, actualmente la empresa Codesarrollo es una cooperativa de recicladores que recogen los residuos sólidos en gran parte de la ciudad, además tienen contratos con grandes generadores de residuos plásticos para que estos se los provean.

Costos de inversión y operación: Construir una infraestructura para cubrir más del 6.5 % de la demanda actual de pellets plásticos post consumo en Antioquia, implicaría una mayor inversión y costos de operación. Que inicialmente el proyecto no tendría la capacidad de cubrir debido a los límites que impone el sistema financiero para proyectos nuevos.

Disponibilidad de insumos: Debido a la incertidumbre en precios que maneja el mercado de los residuos plásticos post consumo (materia prima del proyecto) y a la gran dificultad que existe por la sobre demanda que maneja este mercado, se decidió que es prudente manejar solo un 6.5 % de la demanda actual de pellets plásticos post consumo en Antioquia.

Los valores en kilogramos correspondientes a la producción durante la vida útil del proyecto, se muestran en los siguientes cuadros.

Cuadro 14. Incremento en producción durante la vida útil del proyecto por tipo de plástico

Tipo de Plastico	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
PEAD (Kg.)	0	94.484	103.082	112.463	122.697	133.862
PEBD (Kg.)	0	143.780	154.161	165.291	177.225	190.021
PP (Kg.)	0	174.590	198.055	224.673	254.870	289.124
Total (Kg.)	0	412.854	455.298	502.427	554.792	613.007

Cuadro 15. Incremento en producción durante la vida útil del proyecto por tipo de pellet

Tipo de Pellet	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Pellet PEAD transparente (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621
Pellet PEAD negro (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621
Pellet PEAD color (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621
Pellet PEBD transparente (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340
Pellet PEBD negro (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340
Pellet PEBD color (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340
Pellet PP transparente (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375
Pellet PP negro (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375
Pellet PP color (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375
Total (Kg.)	0	412.854	455.298	502.427	554.792	613.007

5.1.1 Capacidad normal viable. Para la estimación de la capacidad normal viable, se tuvieron en cuenta los factores que se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 16. Días efectivos al año

Concepto	Número de días
Días/año	365
Concepto	Número de días
Domingos	52
Festivos	18
Vacaciones	15
Incapacidad	3
Total	88
Días laborales/año	277
Inactividad normal 8%	22
Días efectivos laborales/año	255

Considerando un solo turno de 8 horas por día de lunes a sábado, y 255 días al año, la planta estaría en capacidad de producir por hora, pellets plásticos post consumo, según el siguiente cuadro.

Cuadro 17. Producción normal viable por hora de la planta

Tipo de Plástico	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
PEAD (Kg./hora)	0,00	46,32	50,53	55,13	60,15	65,62
PEBD (Kg./hora)	0,00	70,48	75,57	81,03	86,88	93,15
PP (Kg./hora)	0,00	85,58	97,09	110,13	124,94	141,73
Total (Kg./hora)	0,00	202,38	223,19	246,29	271,96	300,49

Cuadro 18. Producción normal viable por año de la planta

Tipo de Plástico	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
PEAD (Kg.)	0	94.484	103.082	112.463	122.697	133.862
PEBD (Kg.)	0	143.780	154.161	165.291	177.225	190.021
PP (Kg.)	0	174.590	198.055	224.673	254.870	289.124
Total (Kg.)	0	412.854	455.298	502.427	554.792	613.007

La forma de obtener los valores de producción por hora fue dividiendo la producción total anual por la cantidad de horas trabajadas durante el turno y los días efectivos (255 días * 8 horas)

5.1.2 Capacidad máxima nominal. Para que la planta trabaje a su capacidad máxima nominal, sería necesario utilizar los tres turnos de 8 horas que se pueden realizar por día, a la misma rata de producción por hora mencionada en el cuadro anterior. La cual está limitada en este caso por la capacidad instalada de los equipos. Lo anterior significa que la planta estaría en capacidad de producir pellets plásticos post consumo según el siguiente cuadro.

Cuadro 19. Producción máxima nominal por año de la planta

Tipo de Plastico	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
PEAD (Kg./hora)	0,00	283.452	309.246	337.388	368.090	401.586
PEBD (Kg./hora)	0,00	431.340	462.483	495.874	531.676	570.063
PP (Kg./hora)	0,00	523.770	594.165	674.020	764.609	867.372
Total (Kg./hora)	0,00	1.238.562	1.365.894	1.507.282	1.664.375	1.839.021

5.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

5.2.1 Macrolocalización. La macrolocalización elegida para el proyecto fue Colombia, Departamento de Antioquia, Valle del Aburrá. Para tomar esta decisión fueron tomados en cuenta los siguientes factores:

- **Costumbres:** La cultura paisa siempre se ha caracterizado por tener personas que valoran excesivamente el trabajo, con altos niveles de compromiso, honestidad y eficiencia.
- **Clima:** El Valle del Aburrá presenta un clima calido, con temperaturas promedio de 28 ° C, y moderadas corrientes de vientos, que lo convierten en un lugar cómodo para trabajar.
- **Situación de orden público:** A comparación de otras ciudades del país, la situación de orden público en el Valle del Aburrá es muy estable debido a que la política de seguridad democrática ha permitido bajar los altos índices de robo y homicidio.
- **Normas:** Las normas que regirán el proyecto son básicamente las mismas para todo el país. Por lo tanto no existe punto de comparación.
- **Disponibilidad de mano de obra:** El Valle del Aburrá se ha caracterizado por tener un gran conocimiento en materia de reciclaje. Las cooperativas como Codesarrollo y Recuperar se han encargado de capacitar de una manera mas técnica a los recicladores afiliados a las cooperativas. Se puede decir que a

diferencia de otras ciudades del país, Medellín cuenta con una disponibilidad adecuada de mano de obra.

- **Número de competidores:** En el Valle del Aburrá existen algunas empresas que se dedican a producir pellet plástico post consumo, Pero dentro de estas empresas existen solo dos que podrían representar una fuerte competencia para el proyecto. En zonas del país como Bogota D.C. la competencia es mucho mayor y de un nivel mas alto de calidad.
- **Transporte:** La materia prima y los clientes potenciales del proyecto están ubicados dentro de los límites Valle del Aburrá. Por lo tanto no existiría un gasto excesivo en transporte ya que los trayectos no serian muy extensos. Cabe anotar que el transporte tanto de insumos, materia prima y producto terminado, se hace por vía terrestre.
- **Insumos y materia prima:** Comparado con ciudades de menor tamaño como Barranquilla, Cúcuta, Pereira, Manizales, etc. El Valle de Aburrá en este aspecto presenta grandes facilidades de obtención de materia prima ya que es una ciudad con una gran cantidad de habitantes e industrias que todos los días están generando residuos plásticos.
- **Mercado (cercanía a los clientes):** Como ya se menciona anteriormente, los clientes potenciales del proyecto, se encuentran ubicados dentro de los límites del Valle del Aburrá.

5.2.2 Microlocalización. Para el Valle del Aburrá, el plan de ordenamiento territorial, ha definido varias zonas para la ubicación de empresas del sector industrial. Para el proyecto, existen varias alternativas de ubicación que estarían dentro de los límites de estas zonas y que fueron elegidas por razones de disponibilidad de materia prima, mano de obra, servicios públicos o cercanía con los clientes. Sabaneta, Itagüí y Medellín (Barrio Naranjal), son las tres alternativas escogidas. A continuación, se presentarán los factores que incidieron en la elección de estas tres alternativas:

- **Disponibilidad de servicios públicos:** A comparación de las zonas rurales, Medellín, Itagüí y Sabaneta, gozan de excelentes servicios públicos.
- **Zona urbana:** Al estar ubicadas en zona urbana, Las localidades de Medellín, Itagüí y Sabaneta, cuentan con un mejor transporte, mercado laboral, disponibilidad de materias primas, y cercanía con los clientes potenciales
- **Nivel de vida:** La vida en la zona urbana presenta mayores beneficios y facilidades que la zona rural. Esto es salubridad, hospitales, educación, etc.
- **Costos de los terrenos:** El único aspecto negativo de las tres localidades escogidas es el precio que se maneja en los terrenos en comparación de los de la zona rural. Sin embargo esto se puede ver compensado por los servicios públicos que se encuentran en la zona urbana. Es decir, en un terreno de zona rural donde no se tenga acceso a los servicios públicos es necesario invertir en obras y licencias ambientales para permitir dotar el terreno de acueducto, alcantarillado y disposición final de residuos sólidos.
- **Calidad de las vías:** Al estar ubicadas en zona urbana, Las localidades de Medellín, Itagüí y Sabaneta, cuentan con una excelente red vial.

5.2.3 Definición de la localización. Para encontrar la mejor alternativa de localización, fue necesario tener en cuenta los factores de la macro y micro localización. A continuación, se presenta el análisis que se utilizó para escoger la mejor opción de las tres alternativas ya mencionadas; Sabaneta, Itagüí, y Medellín (Barrio Naranjal). Se hizo por medio del método de análisis dimensional. La calificación de cada factor subjetivo será de 1 a 10, siendo 1 la mejor calificación. En el factor de prioridad la escala estará comprendida entre 1 y 3, siendo el mayor el más importante. El índice de comparación es hallado por medio de la siguiente ecuación:

$$I_{ab} = \pi_k * [C_{ak}/C_{bk}]^{pk}$$

Donde:

I_{ab} = Índice de comparación.

C_{ak} = Calificación para la alternativa A del factor K.

C_{bk} = Calificación para la alternativa B del factor K.

P_k = Prioridad del factor K.

Los criterios de decisión para escoger la mejor alternativa son:

SI, $I_{ab} > 1$, La alternativa B es mejor que la alternativa A.

SI, $I_{ab} < 1$, La alternativa A es mejor que la alternativa B.

SI, $I_{ab} = 1$, Son indiferentes

El siguiente cuadro ilustra la calificación de las alternativas y el establecimiento de prioridades de acuerdo a cada factor subjetivo.

Cuadro 20. Calificación de alternativas por medio del análisis dimensional

Factor de localización Subjetivo	Unidad de medida	Opción de localización			
		Itagui	Sabaneta	Medellin (Barrio Naranjal)	Factor prioridad
Disponibilidad Mano de obra	Unidades poblacionales	3	5	2	2
Numero competidores	Puntos	5	2	8	2
Facilidades de transporte	Puntos	3	4	2	1
Insumos y materia prima	Unidades de peso	2	5	1	3
Cercanía con proveedores y costo de transporte	UM	1	5	5	3
Cercanía de los clientes	Puntos	2	5	1	3
Facilidad de distribución	Puntos	2	5	1	3
Arriendos	UM	2	3	6	2
Costo servicios publicos	UM	4	3	5	2

Una vez se tienen calificadas las alternativas y establecidas las prioridades de acuerdo a cada factor subjetivo, se procede a encontrar la mejor alternativa por

medio de los índices de comparación. El siguiente cuadro ilustra lo anteriormente expuesto.

Cuadro 21. Elección de la mejor alternativa por medio de los índices de comparación

Alternativa A	Alternativa B	Indice de comparación AB	Alternativa opcionada
Itagüí	Sabaneta	2,7962E-06	Itagüí
Itagüí	Medellín	0,384	Itagüí
Sabaneta	Medellín	137329,1016	Medellín

Según los criterios de decisión anteriormente mencionados, la mejor alternativa para la localización del proyecto es el municipio de Itagüí, debido a factores como su gran cercanía con proveedores y clientes, bajos costos de arriendo y disponibilidad de mano de obra.

5.3 DESCOMPOSICIÓN DEL PRODUCTO

Como ya se ha descrito anteriormente, el producto que comercializará el proyecto, corresponde al pellet plástico post consumo de polietileno de alta y baja densidad y de polipropileno; en presentaciones tales como transparente, negro y color.

Para obtener este tipo de producto es necesario obtener resina plástica post consumo de los diferentes tipos de plásticos de los que se hará el pellet, realizarle los tratamiento de molienda, limpieza y secado adecuados y luego fundirla con los diferentes pigmentos necesarios para obtener el pellet del color esperado. Debido a que la resina plástica post consumo que se consigue en el mercado contiene una gran cantidad de contaminantes, se ha estimado que el porcentaje de

desperdicios es del 20 %¹², lo que significa que para obtener un kilogramo de pellets plásticos post consumo, es necesario obtener 1.20 kilogramos de resina plástica post consumo. Por otro lado, para obtener un kilogramo de pellet de color o negro, es necesario agregar 40 gramos de pigmento.

5.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción seleccionado para fabricar pellets plásticos post consumo, fue el reciclado mecánico secundario¹³.

Este proceso fue modificado y complementado con nuevas propuestas que hacen que el proceso asegure estándares de calidad en cuanto a pureza y a homogeneidad, superiores a los de la competencia.

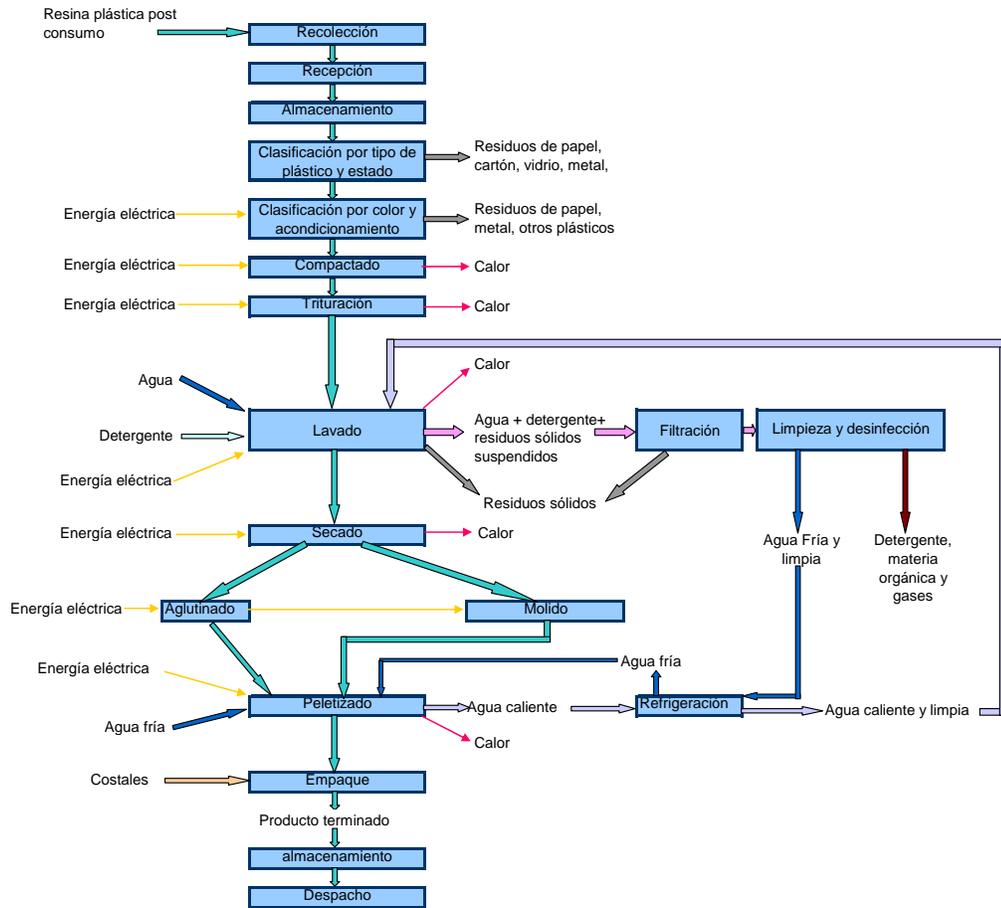
Por otro lado, este proceso permite el aprovechamiento del agua residual, para así obtener menores consumos de la misma.

El siguiente gráfico ilustra el diagrama de bloques para el proceso de producción seleccionado.

¹² Plásticos en Colombia 2003-2004

¹³ Proceso para recuperar los residuos con productos hechos con materiales de plástico, una vez han terminado su vida útil., permitiendo su posterior utilización

Gráfico 4. Diagrama de bloques proceso de producción



A continuación se encontrará una breve explicación del proceso de producción paso a paso.

5.4.1 Recolección. En esta primera fase del proceso, se recoge por medio de un camión subcontratado la materia prima para fabricar el pellet plástico post consumo. La recolección se efectuara en “Parque industrial “El Guacal”.

5.4.2 Recepción. En esta etapa se efectúa el descargue de la materia prima y se registra en el sistema de inventarios la cantidad en kilogramos y fecha de entrada. Esta actividad es realizada por el encargado de la recepción y los despachos.

5.4.3 Almacenamiento. Una vez la materia prima se registra en el sistema de inventarios, se ubica en la bodega de recepción, de tal manera que ésta sea la primera en utilizarse para la producción. Lo anterior sugiere que se utilizará un sistema FIFO¹⁴ para la entrega de materia prima a producir, de esta manera se asegura que la materia prima no adquiera más impurezas de las que ya contiene. Esta actividad es realizada por el encargado de la recepción y los despachos.

5.4.4 Clasificación por tipo de plástico y estado. En esta etapa del proceso, un operario se encarga de ubicar la materia prima en una banda transportadora de baja velocidad, donde tres operarios mas se encargan de separara la materia prima por tipo de poliolefina (PEAD, PEBD, PP) y simultáneamente por el estado del plástico, es decir, rígido o flexible. El plástico seleccionado por tipo y estado es almacenado en seis grandes contenedores plásticos de la siguiente manera:

Contenedor 1:	PEAD rígido.
Contenedor 2:	PEAD flexible.
Contenedor 3:	PEBD rígido.
Contenedor 4:	PEBD flexible.
Contenedor 5:	PP rígido.
Contenedor 6:	PP flexible.
Contenedor A:	Residuos

¹⁴ First in, first out: Primero en entrar, primero en salir.

Cabe anotar que la materia prima puede venir mezclada con residuos de papel, cartón, vidrio, y metal. Los operarios solo retiran de la banda los materiales plásticos y dejan sobre la banda los demás residuos. Al final de la banda se ubicara un contenedor plástico grande para que se encargue de recolectar todos estos residuos.

5.4.5 Clasificación por color y acondicionamiento. Una vez la materia prima es clasificada por tipo de plástico y estado, tres operarios se encargarán de cada uno de los contenedores anteriormente mencionados y separarán la materia prima por color mientras eliminan etiquetas, anillos metálicos y plásticos de otro tipo. Los residuos generados son recolectados en contenedores plásticos ubicados junto a la persona encargada de la clasificación y acondicionamiento. El plástico seleccionado, se almacenará en contenedores plásticos por tipo de color de la siguiente manera:

PEAD rígido:

- Contenedor 1: PEAD rígido amarillo.
- Contenedor 2: PEAD rígido azul.
- Contenedor 3: PEAD rígido rojo.
- Contenedor 4: PEAD rígido blanco.
- Contenedor 5: PEAD rígido gris.
- Contenedor 6: PEAD rígido verde.
- Contenedor 7: PEAD rígido transparente.
- Contenedor 8: PEAD rígido negro.
- Contenedor A: Residuos.

PEAD flexible:

- Contenedor 9: PEAD flexible amarillo.
- Contenedor 10: PEAD flexible azul.

Contenedor 11: PEAD flexible rojo.
Contenedor 12: PEAD flexible blanco.
Contenedor 13: PEAD flexible gris.
Contenedor 14: PEAD flexible verde.
Contenedor 15: PEAD flexible transparente.
Contenedor 16: PEAD flexible negro.
Contenedor B: Residuos.

PEBD rígido:

Contenedor 17: PEBD rígido amarillo.
Contenedor 18: PEBD rígido azul.
Contenedor 19: PEBD rígido rojo.
Contenedor 20: PEBD rígido blanco.
Contenedor 21: PEBD rígido gris.
Contenedor 22: PEBD rígido verde.
Contenedor 23: PEBD rígido transparente.
Contenedor 24: PEBD rígido negro.
Contenedor C: Residuos.

PEBD flexible:

Contenedor 25: PEAD flexible amarillo.
Contenedor 26: PEAD flexible azul.
Contenedor 27: PEAD flexible rojo.
Contenedor 28: PEAD flexible blanco.
Contenedor 29: PEAD flexible gris.
Contenedor 30: PEAD flexible verde.
Contenedor 31: PEAD flexible transparente.
Contenedor 32: PEAD flexible negro.
Contenedor D: Residuos.

PP rígido:

Contenedor 33:	PP rígido amarillo.
Contenedor 34:	PP rígido azul.
Contenedor 35:	PP rígido rojo.
Contenedor 36:	PP rígido blanco.
Contenedor 37:	PP rígido gris.
Contenedor 38:	PP rígido verde.
Contenedor 39:	PP rígido transparente.
Contenedor 40:	PP rígido negro.
Contenedor E:	Residuos.

PP flexible:

Contenedor 41:	PP flexible amarillo.
Contenedor 42:	PP flexible azul.
Contenedor 43:	PP flexible rojo.
Contenedor 44:	PP flexible blanco.
Contenedor 45:	PP flexible gris.
Contenedor 46:	PP flexible verde.
Contenedor 47:	PP flexible transparente.
Contenedor 48:	PP flexible negro.
Contenedor F:	Residuos.

5.4.6 Compactado. Una vez el material está debidamente separado se procede a ser compactado en, valga la redundancia, una máquina compactadora. Esto, con el objetivo que la máquina trituradora pueda efectuar su trabajo adecuadamente y no sufra daños por atasques causados por bolsas. Por otro lado la compactación se hace especialmente necesaria cuando las piezas plásticas son muy pequeñas y no alcanzan a ser trituradas por las cuchillas. Para la operación de esta máquina,

se tendrá un operario encargado de introducir el material a compactar y evacuar el material compactado.

5.4.7 Trituración. En esta etapa, cuando el material está debidamente compactado, se procede a disminuir su volumen en una máquina trituradora con el objetivo de aumentar la eficiencia del proceso del lavado que se realice posteriormente. La trituradora es capaz de reducir el tamaño del plástico a pequeñas piezas de 10 a 20 mm. de largo. Para la operación de esta máquina, se tendrá un operario encargado de introducir el material a triturar y evacuar el material triturado. Este operario será el mismo que se encarga del proceso de compactado.

5.4.8 Lavado. Durante este proceso, se adicionan las piezas plásticas trituradas a un gran recipiente metálico con agua y detergente de tipo alquilbencenosulfato de baja espuma para desprender la grasa que retiene las suciedades del plástico y soda cáustica. Interiormente este tanque posee unas grandes mayas giratorias que se encargan de agitar el agua junto con el plástico para así obtenerse una mejor limpieza. Para la operación de esta máquina, se tendrá un operario encargado de introducir el material a lavar y evacuar el material lavado.

5.4.9 Secado. Una vez se tiene el plástico lavado y libre de impurezas, se procede a introducir el mismo en un gran recipiente giratorio que se encargará de secarlo por medio de la fuerza centrífuga y el aire caliente que le entre. Este proceso es quizás uno de los más importantes, ya que un alto grado de humedad en los pellets puede repercutir en una pésima calidad de los productos que se fabriquen a partir de los mismos. Para la operación de esta máquina, se tendrá un

operario encargado de introducir el material a secar y evacuar el material secado. Este operario será el mismo que se encarga del proceso de lavado.

5.4.10 Aglutinado y molido. Las piezas plásticas de grandes tamaños tardan más tiempo en derretirse y pueden generar atascos en la máquina extrusora debido a su gran tamaño. Es por eso que en esta etapa, los pequeños plásticos triturados y lavados deben reducir su volumen aun más para obtener una mayor homogeneidad a la hora de fabricar los pellets.

Si el plástico que ya ha sido secado es de tipo flexible, debe introducirse en una aglutinadora, la cual se encarga de disminuir el volumen del material. La acción de corte genera calor por los efectos de la fricción entre las cuchillas y el material. Como resultado queda una gran masa plástica, que al someterla a un choque térmico con agua se solidifica y luego las cuchillas la trituran.

Por otro lado si el plástico es de tipo rígido, se debe introducir en un molino. Este es básicamente un recipiente metálico que contiene grandes cuchillas en su interior, las cuales se encargan de moler el plástico para convertirlo en diminutas piezas.

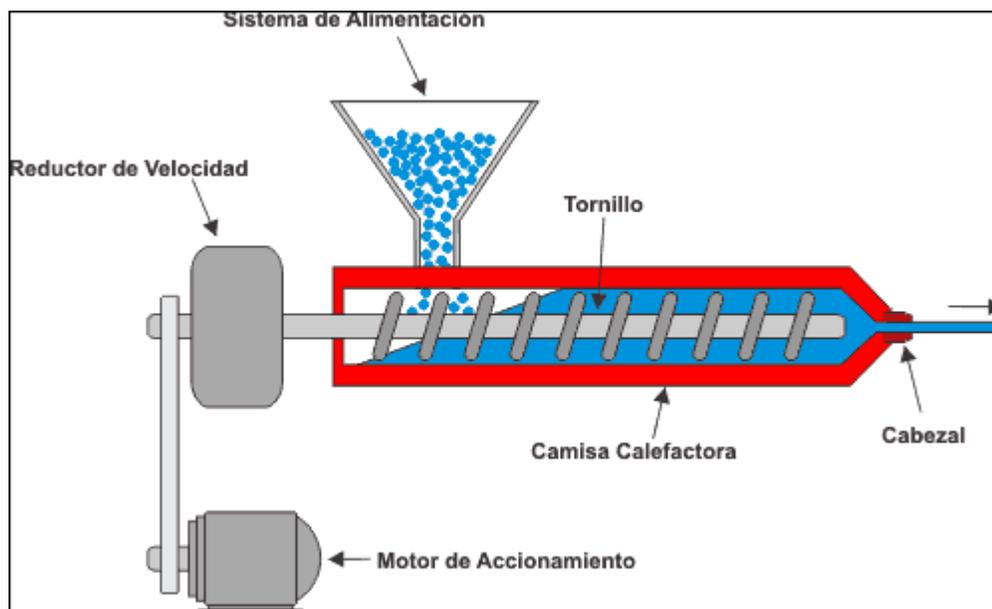
Para la operación de estas dos máquinas, se tendrá un operario encargado de introducir el material a aglutinar o moler y evacuar el material aglutinado o molido.

5.4.11 Peletizado. El peletizado consiste en introducir las pequeñas piezas plásticas obtenidas por medio del aglutinado y el molino en una máquina extrusora, que por medio del calor generado por resistencias eléctricas hace que se derritan. La acción de un tornillo extrusor, hace que el plástico derretido sea forzado a través de una pequeña boquilla circular, lo que da como resultado un

“espagueti” plástico que posteriormente será cortado en trozos de aproximadamente 3 mm. de largo por medio de una peletizadora. En este punto el pellet plástico post consumo es obtenido. Cabe anotar que una vez el “espagueti” plástico sale de la máquina extrusora, este debe ser enfriado con agua para poder ser cortado.

Para la operación de esta máquina, se tendrá un operario encargado de introducir el material a peletizar y evacuar el producto terminado. El siguiente gráfico ilustra el proceso de extrusión mencionado.

Gráfico 5. Proceso de extrusión



Fuente: www.textoscientificos.com/polimeros/moldeado

5.4.12 Empaque. Una vez es obtenido el pellet plástico post consumo este se procede a empacar en sus respectivos costales de acuerdo al tipo de plástico y al color. El empacado de los costales se realizara por medio de un operario que con

la ayuda de una bascula, empacara los costales de a 50 kilogramos. Este operario será el mismo que se encarga del proceso de peletizado.

5.4.13 Almacenamiento. Los costales ya empacados son transportados a la zona de almacenamiento de producto terminado, donde se organizarán separadamente por tipo de plástico y de color. Esta labor es realizada por un operario del área de despachos.

5.4.14 Despacho. Una vez ventas entrega la orden de compra por parte del cliente, el operario de despachos prepara el pedido para cuando el cliente venga, la única demora que exista, es el embalaje del producto terminado hacia su camión.

5.4.15 Subproceso de filtración. El agua que sale del proceso de limpieza esta contenido de agua con detergente y residuos sólidos suspendidos. Con el objetivo de reutilizar el agua en el proceso de lavado y de refrigeración del agua que se utiliza para enfriar el “espagueti” de plástico que sale de la extrusora, esta agua debe ser sometida a un riguroso proceso de limpieza. La primera etapa de este proceso es la filtración. Esta se hace por medio de un filtro de arena que se encarga de remover los residuos sólidos suspendidos que tenga el agua que sale del proceso de lavado.

5.4.16 Subproceso de limpieza y desinfección. El color, olor, el detergente y la materia orgánica que posee el agua que sale del proceso de lavado se elimina por medio de un filtro de carbón activado que estaría ubicado a la salida del filtro de arena. Esta es la segunda etapa del proceso de limpieza del agua de lavado. El

agua que sale de este filtro es conducida a un intercambiador de calor de coraza y tubos para enfriar el agua caliente proveniente del enfriamiento del “espagueti” de plástico. El agua caliente que sale de este intercambiador es reincorporada al proceso de lavado nuevamente.

5.4.17 Subproceso de refrigeración. El agua utilizada para enfriar el “espagueti” de plástico que sale de la extrusora, gana calor y por ende aumenta su temperatura. Con el objetivo de reincorporar esta agua al proceso productivo, es necesario disminuir su temperatura. Esto se hace por medio de un intercambiador de calor de coraza y tubos al cual le entra agua fría proveniente del subproceso de limpieza y desinfección.

5.5 SELECCIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO SEGÚN EL PROCESO

5.5.1 Equipos para la recepción y almacenamiento. Con el objetivo de manejar un sistema de inventarios es necesario un computador para almacenar la información. El computador elegido es un Compaq Presario PEM con las siguientes características:

- Sistema Operativo Windows XP Home Original.
- Procesador Intel Pentium 4, 524 habilitado para tecnología HT (3.06 GHz).
- 1MB de memoria caché integrada L2.
- Bus de sistema 533 MHz
- Memoria 512MB (1 x 512) PC2-4200 DDR2, expandible a (2 x 1024) 2 GB.
- Disco Duro 80 GB 7200 rpm PATA.
- Disco Óptico CD-RW / DVD-ROM Combo.
- Monitor Compaq MV7540e de 17 pulgadas.
- Módem Integrado de 56K ITU V.90.

- Teclado multimedia Compaq.
- Mouse PS/2 Optical Scroll
- Precio: \$ 1 399 000

Figura 15. Computador Compaq Presario PEM.



Fuente: <http://www.virtualexito.com/ProductoTienda.aspx?CurrentCatalog=Tienda&Product=037744>

5.5.2 Maquinaria y equipos para la clasificación por tipo de plástico y estado.

5.5.2.1 Banda Transportadora. Para la selección adecuada de los plásticos es necesaria una banda transportadora de baja velocidad con las siguientes características.

Ancho:	600 mm.	Voltaje:	220 V
Largo:	6000 mm.	Potencia motor:	1.5 HP
Alto:	1200 mm.	Tipo:	Banda sobre rodillos.
Velocidad:	8 metros/minuto	Precio:	\$4'500.000

Figura 16. Banda transportadora para clasificación por tipo de plástico y estado



Fuente: www.allproducts.com/machine/pulian/32-auto_co...

5.5.2.2 Contenedores para el almacenamiento del plástico clasificado por tipo y estado. Como ya se ha descrito anteriormente, una vez el plástico es clasificado por tipo (PEAD, PEBD, PP) y estado (flexible, rígido), es necesario almacenarlo en contenedores plásticos para que luego se pueda clasificar por color.

A continuación se presentan sus principales características.

Medidas Externas:	Ancho:	1000 mm.
	Largo:	1200 mm.
	Alto:	760 mm.

Medidas Internas:	Ancho:	920 mm.
	Largo:	1120 mm.
	Alto:	580 mm.

Material:	Plástico reciclado.
-----------	---------------------

Precio:	\$ 240.000
---------	------------

Figura 17. Recipiente plástico para la separación por tipo y estado



Fuente: www.etypack.com/es/bins.php

5.5.2.3 Contenedores para el almacenamiento del plástico clasificado por color.

En esta etapa la clasificación es realizada según el color. Para Almacenar el plástico ya clasificado y luego transportarlo hasta la máquina compactadota, es necesario obtener recipientes móviles como el que se presenta en la siguiente figura. A continuación se presentan sus principales características.

Medidas Externas:	Ancho:	700 mm.
	Largo:	1400 mm.
	Alto:	710 mm.
Medidas internas:	Ancho:	660 mm.
	Largo:	1360 mm.
	Alto:	670 mm.
Material:	Plástico reciclado.	
Precio:	\$120.000	

Figura 18. Recipiente para separación por color



Fuente: www.talleresperanza.com.ar/Especiales.htm

5.5.3 Maquinaria para el compactado del plástico. Para reducir el volumen del plástico y prensarlo para luego poderlo triturar, es necesario una compactadora de plástico con las siguientes características:

Ancho: 650 mm.

Voltaje: 220 V

Largo: 880 mm.

Potencia motor: 2.0 HP

Alto: 1950 mm.

Precio: \$ 8'500'000

Figura 19. Compactadora de plástico



Fuente: produto.mercadolivre.com.br/MLB-44830767-_JM

5.5.4 Maquinaria para la trituración del plástico. En esta etapa, cuando el material está debidamente compactado, se procede a disminuir su volumen en una máquina trituradora con el objetivo de aumentar la eficiencia del proceso del lavado que se realice posteriormente. La máquina trituradora elegida consta de un motor que hace girar a altas revoluciones una serie de cuchillas para que se pueda disminuir el tamaño del plástico. La alimentación de esta máquina se hace por medio de una tolva.

La máquina seleccionada debe cumplir con las siguientes características:

Ancho: 870 mm.

Largo: 1850 mm.

Alto: 1950 mm.

Voltaje: 220 V

Potencia motor: 12.5 HP

Capacidad: 150 Kg. / hora

Precio: \$ 11'000'000

Figura 20. Trituradora de plástico



Fuente: www.udt.cl/.../mavanzados-infraestructura-p5.htm

5.5.5 Maquinaria para el lavado de plástico. Para realizar este proceso, se deben adicionar las piezas plásticas trituradas a un gran recipiente metálico con agua, detergente y soda cáustica. Interiormente este tanque posee unas grandes mayas giratorias que se encargan de agitar el agua junto con el plástico para así obtenerse una mejor limpieza. El agua residual que la lavadora produce, es enviada al sistema de filtración y limpieza para luego reincorporarla al proceso.

Para llevar a cabo el proceso de limpieza de la forma descrita, se eligió una máquina lavadora de las siguientes características:

Ancho: 1700 mm.

Largo: 2100 mm.

Alto: 1855 mm.

Voltaje: 220 V

Potencia motor: 20 HP

Capacidad: 150 Kg. / hora

Precio: \$ 14'000'000

Figura 21. Lavadora de plástico



Fuente: www.ledarecycling.it/pics.htm

5.5.6 Maquinaria para el secado de plástico. Para efectuar un correcto secado del plástico, es necesario hacer girar el material para extraer el agua por la acción de la fuerza centrífuga. Esto se hace posible por medio de un rotor de paletas ubicado en la parte interior de un cilindro perforado. El rotor de paletas fuerza el material contra las paredes del cilindro para eliminar el agua y posibles impurezas.

Para realizar la tarea de secado, se requiere una máquina secadora de las siguientes características:

Ancho: 855 mm.
Largo: 855 mm.
Alto: 1780 mm.
Voltaje: 220 V

Potencia motor: 10 HP
Capacidad: 150 Kg. / hora
Precio: \$ 17'000'000

Figura 22. Secadora de plástico



Fuente: www.promotoramx.com/maquinaria_industria_plastico.htm

5.5.7 Maquinaria para el aglutinado de plástico. Una máquina aglutinadora se encarga de disminuir el volumen del material a pedazos más pequeños de los que le entran. La acción de corte genera calor por los efectos de la fricción entre las cuchillas y el material. Como resultado queda una gran masa plástica, que al someterla a un choque térmico con agua se solidifica y luego las cuchillas la trituran.

Ancho: 1100 mm.
Largo: 1100 mm.
Alto: 1810 mm.
Voltaje: 220 V

Potencia motor: 25 HP
Capacidad: 150 Kg. / hora
Precio: \$ 13'500'000

Figura 23. Aglutinadora de plástico



Fuente: www.promotoramx.com/maquinaria_industria_plastico.htm

5.5.8 Maquinaria para el molido de plástico. Una máquina para moler plástico rígido es básicamente un recipiente metálico que contiene grandes cuchillas girando a altas revoluciones en su interior; las cuales se encargan de moler el plástico para convertirlo en diminutas piezas.

El molino elegido para desempeñar esta función tiene las siguientes características:

Ancho: 780 mm.

Largo: 1400 mm.

Alto: 1560 mm.

Voltaje: 220 V

Potencia motor: 7.5 HP

Capacidad: 150 Kg. / hora

Precio: \$ 21'000'000

Figura 24. Molino de plástico



Fuente: www.allproducts.com/machine/wedlon/

5.5.9 Maquinaria para el peletizado de plástico. En una extrusora, la acción de un tornillo extrusor, hace que el plástico derretido sea forzado a través de una pequeña boquilla circular, lo que da como resultado un “espagueti” plástico que posteriormente será cortado en trozos de aproximadamente 3 mm. de largo por medio de una peletizadora.

5.5.9.1 Extrusora. Una máquina extrusora consiste de una gran cámara cilíndrica y horizontal, por medio de la cual viaja el plástico, que derrite una serie de resistencias, por medio de un tornillo extrusor. La máquina adecuada para llevar a cabo el proceso de extrusión del proyecto presenta las siguientes características:

Ancho: 1100 mm.

Largo: 2750 mm.

Alto: 1520 mm.

Voltaje: 220 V

Potencia motor: 75 HP

Capacidad: 150 Kg. / hora

Precio: \$ 78'000'000

Figura 25. Extrusora de plástico



Fuente: www.seibt.com.br/inicial.asp

5.5.9.2 Peletizadora. Una máquina peletizadora básicamente consiste en una serie de cuchillas giratorias que cortan el hilo o “espagueti” que sale de la máquina extrusora. La peletizadora elegida para realizar esta tarea tendrá las siguientes características:

Ancho: 670 mm.

Largo: 2200 mm.

Alto: 1425 mm.

Voltaje: 220 V

Potencia motor: 5 HP

Capacidad: 300 Kg. / hora

Precio: \$ 14'000'000

Figura 26. Peletizadora de plástico



Fuente: <http://www.plastico.com/pragma/documenta/tp/formas/43563/BT-25.pdf>

5.5.10 Maquinaria para el empaque del producto terminado. Para el empaque del pellet plástico post consumo es necesario utilizar una báscula que indique la cantidad exacta de producto terminado por costal. La báscula elegida para el proyecto posee las siguientes características.

Tipo: Báscula de piso

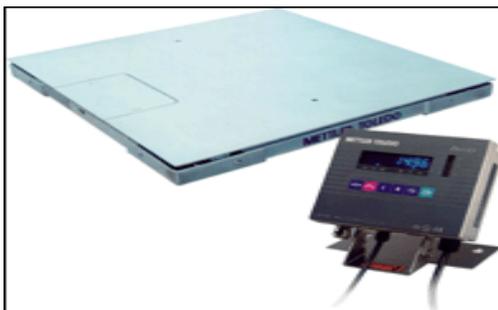
Capacidad máxima de carga: 500 Kg.

Ancho: 1000 mm.

Precio: \$ 1'200'000

Largo: 1200 mm.

Figura 27. Báscula para el empaque de producto terminado



Fuente: www.franjosa.com/balanzas/mettler.html

5.5.11 Equipo para la filtración de las aguas residuales. Para remover los residuos sólidos suspendidos que tenga el agua que sale del proceso de lavado se utilizará un filtro de arena el cual está compuesto de un tanque en fibra de vidrio que contendrá el lecho filtrante de arena de cuarzo. Este tendrá las principales características:

Ancho: 800 mm.

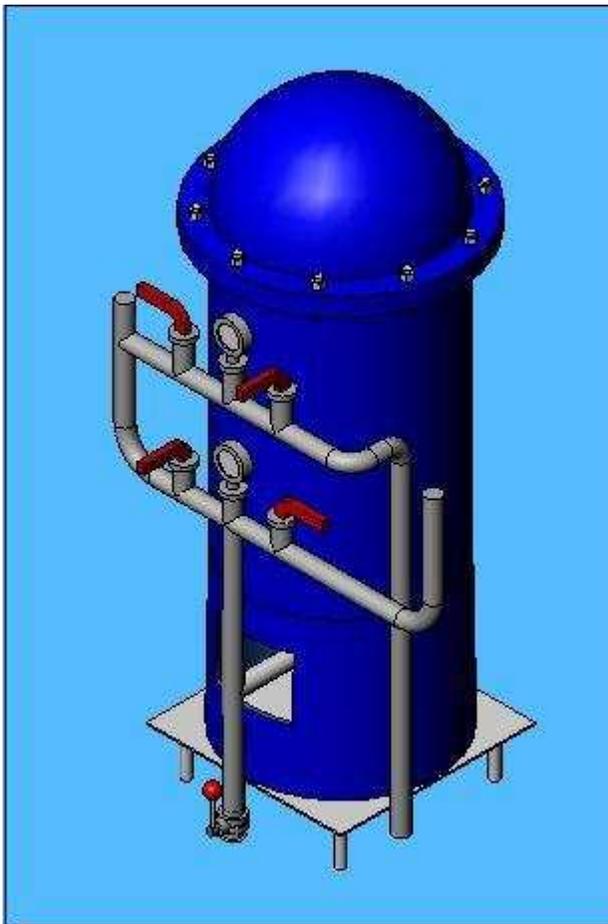
Capacidad: 5 GPM

Largo: 800 mm.

Precio: \$ 5'900'000

Alto: 1700 mm.

Figura 28. Filtro de arena para la filtración de aguas residuales



5.5.12 Equipo para la limpieza y desinfección de las aguas residuales. Para remover el color, olor, el detergente y la materia orgánica que posee el agua que sale del proceso de lavado se utilizará un filtro de carbón el cual está compuesto de un tanque en fibra de vidrio que contendrá el lecho filtrante de carbón activado. Este tendrá las principales características:

Ancho: 800 mm.

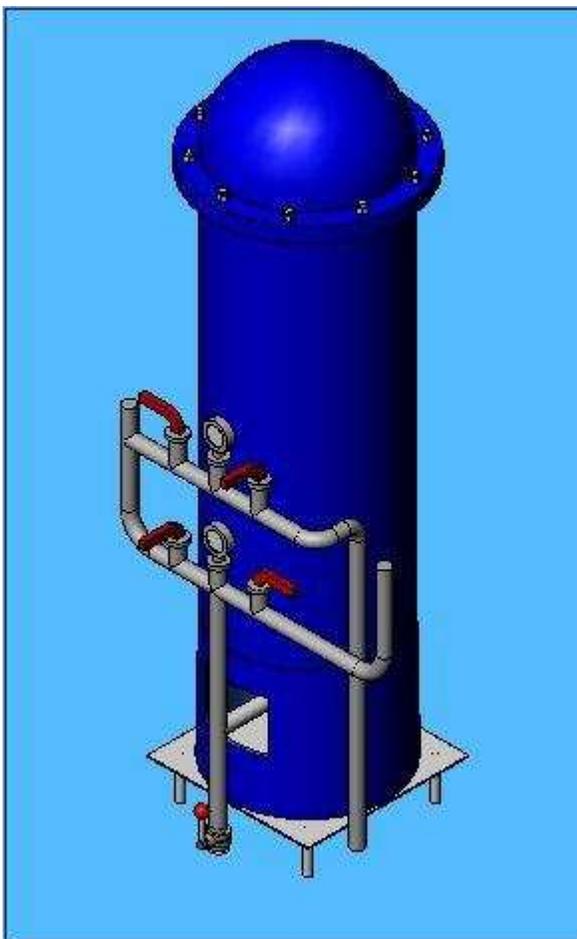
Capacidad: 5 GPM

Largo: 800 mm.

Precio: \$ 6'800'000

Alto: 2800 mm

Figura 29. Filtro de carbón para la limpieza y desinfección de aguas residuales



5.5.13 Equipo para la refrigeración de aguas de enfriamiento. Para refrigerar las aguas de enfriamiento del “espagueti” de plástico que sale de la extrusora, se utilizará un intercambiador de calor de coraza y tubos con las siguientes características:

Ancho: 500 mm.

Capacidad: 5 GPM

Largo: 800 mm.

Precio: \$ 700.000

Alto: 500 mm.

5.6 COSTO DE INVERSIÓN EN MAQUINARIA Y EQUIPOS

El cuadro que se muestra a continuación contiene la informaron sobre el costo total de la inversión en maquinaria y equipos, adicionalmente contiene un resumen de sus principales características.

Cuadro 22. Resumen características y costos de inversión maquinaria y equipos

Equipo	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Potencia motor (HP)	Capacidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Computadores	-	-	-	-	-	4	\$ 1.399.000	\$ 5.596.000
Impresora multiusos	-	-	-	-	-	1	\$ 400.000	\$ 400.000
Banda transportadora	600	6000	1200	1,5	-	1	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
Conterdores plasticos	1000	1200	760	-	-	7	\$ 240.000	\$ 1.680.000
Carro contenedor	700	1400	710	-	-	54	\$ 120.000	\$ 6.480.000
Compactadora	650	880	950	2,0	-	1	\$ 8.500.000	\$ 8.500.000
Trituradora	870	1850	1950	12,5	150 Kg/h	2	\$ 11.000.000	\$ 22.000.000
Lavadora	1700	2100	1855	20	150 Kg/h	2	\$ 14.000.000	\$ 28.000.000
Secadora	855	855	1780	10	150 Kg/h	2	\$ 17.000.000	\$ 34.000.000
Aglutinadora	1100	1100	1810	25	150 Kg/h	2	\$ 13.500.000	\$ 27.000.000
Molino	780	1400	1560	7,5	150 Kg/h	2	\$ 21.000.000	\$ 42.000.000
Extrusora	110	2750	1520	75	150 Kg/h	2	\$ 78.000.000	\$ 156.000.000
Peletizadora	670	2200	1425	5	300 Kg/h	1	\$ 14.000.000	\$ 14.000.000
Bascula	1000	1200	250	-	500 Kg	1	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Estibador	750	1400	1100	-	1000 Kg	1	\$ 650.000	\$ 650.000
Filtro de arena	800	800	1700	-	5 GPM	1	\$ 5.900.000	\$ 5.900.000
Filtro de carbon activado	800	800	2800	-	5 GPM	1	\$ 6.800.000	\$ 6.800.000
Intercambiador de calor	500	800	500	-	5 GPM	1	\$ 700.000	\$ 700.000
Total								\$ 365.406.000

5.7 LISTADO DE MATERIA PRIMA Y COSTOS

Según datos consultados con empresas del sector, para producir un kilogramo de pellet plástico post consumo, las cantidades de resina plástica post consumo, detergentes de lavado, soda cáustica, pigmento y costales son las siguientes:

Cuadro 23. Listado de materia prima y costos para producir 1 Kg. de pellet

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Polimero rigido o flexible sucio	Kg.	1,2	\$ 290	\$ 348
Detergentes para lavado	Lt.	0,02	\$ 2.700	\$ 54,00
Soda cáustica	Kg.	0,026	\$ 1.850	\$ 48
Pigmento	Gramos	40	\$ 5	\$ 200
Costales	Unidad	0,02	\$ 270	\$ 5,40
			Total	\$ 656

5.8 RECURSO HUMANO REQUERIDO

Según la descripción del proceso de producción anteriormente expuesta la cantidad de operarios por proceso productivo se distribuyen así:

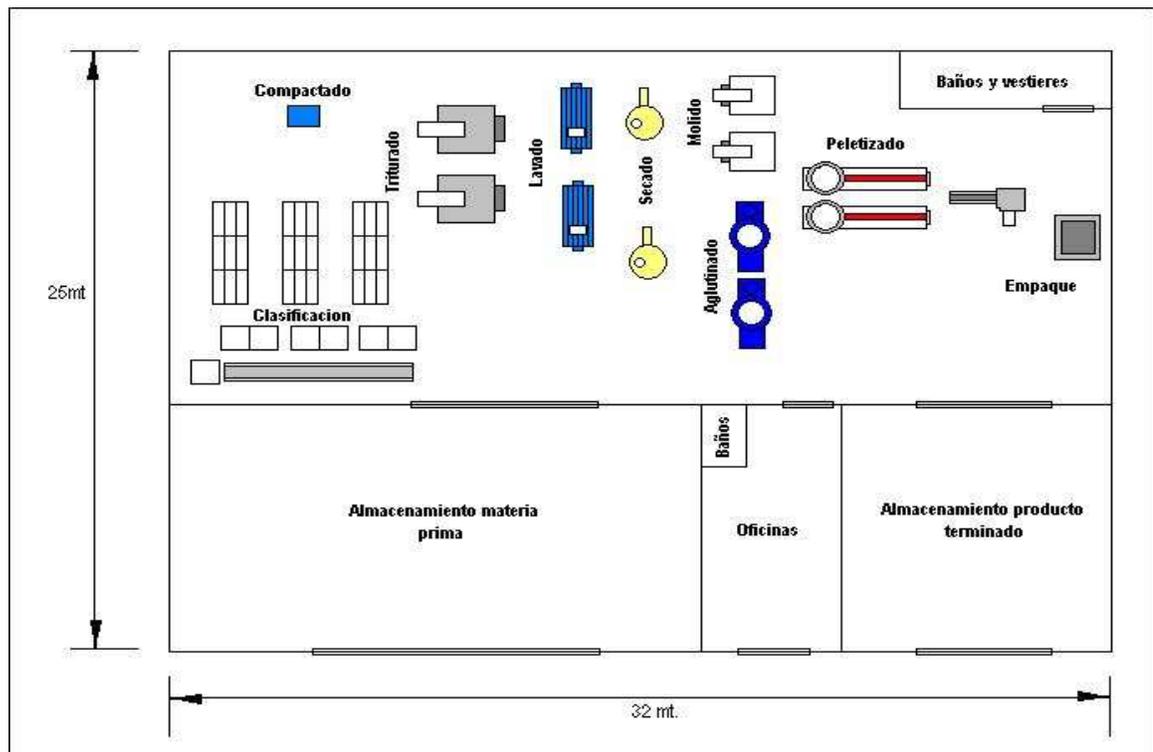
Cuadro 24. Distribución de mano de obra según procesos

Descripción del proceso	Cantidad de operarios
Clasificación por tipo y estado	3
Clasificación por color y acondicionamiento	3
Compactado y trituración	1
Lavado y secado	1
Aglutinado y molido	1
Peletizado y empaque	1
Total	10

5.9 INFRAESTRUCTURA FÍSICA REQUERIDA

Para el proyecto se estimó que la infraestructura más adecuada debe ser una bodega con un área total de 800 m² en donde se distribuirán maquinaria y equipos, bodega de almacenamiento y producto terminado, oficinas, baños y vestieres según el siguiente gráfico.

Gráfico 6. Distribución de la planta



6. ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y ORGANIZACIONAL

Después de tener definidas las actividades para el proceso productivo y las metas a alcanzar; este estudio plantea las alternativas necesarias para coordinar y controlar las tareas que permiten desarrollar los objetivos propuestos, además de cómo administrar los recursos humanos que se utilizaran en el proyecto.

6.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Está constituida por la junta de socios, quienes son los que aportan el capital y comparten por igual las obligaciones para la conformación y el mantenimiento del proyecto, estos mismos son los encargados de seleccionar el gerente y en conjunto con éste conformarán la junta directiva.

6.1.1 Organización para la ejecución. Se describe cada uno de los cargos administrativos que hacen parte de la entidad.

6.1.1.1 Gerente. Se encarga de la dirección general de la empresa, delegando y distribuyendo, funciones y tareas a los empleados; además realiza un control y seguimiento permanente, clasificando las actividades entre importantes, urgentes y secundarias.

Realiza el presupuesto anual de gasto y determina un plan o estrategia de compras y ventas.

En lo que refiere a los movimientos financieros y transacciones bancarias realizadas, además del registro de ingreso de utilidades, es de su responsabilidad informar al contador.

Presentará informes periódicos a la junta de socios acerca del funcionamiento y comportamiento de la microempresa, apoyándose en diferente documentación.

6.1.1.2 Secretaria de gerencia. Asiste las tareas gerenciales que lo demanden, se encarga de la atención al público. Aparte de esto esta en comunicación permanente con los proveedores y en la promoción de las ventas, internamente se encarga de la gestión correcta de los contratos y el pago de nóminas.

6.1.1.3 Contador público. Trabajando bajo la modalidad de outsourcing, recibiendo remuneración por cada corte contable que realice la empresa, se encarga de brindar información acerca del comportamiento económico y financiero al gerente, por medio de las herramientas contables al final de cada período, además de suministrar información necesaria para el pago de impuestos y obligaciones legales.

6.1.1.4 Compras y ventas. Área comercial que está a cargo de una persona con habilidades para la negociación y las relaciones interpersonales, puesto que de su gestión depende la promoción del producto y la consecución de la materia prima; esto implica además que debe estar adecuadamente capacitada en el tema de los plásticos y el reciclaje de ellos, para brindar así una correcta información a los clientes.

Esta persona se encarga de radicar las órdenes de compra diligenciadas por los clientes, de hacer la compra de la materia prima al proveedor y de registrar además las adquisiciones que no estén relacionadas directamente con el proceso productivo.

6.1.1.5 Despacho. Un operario se encargara de alistar tanto los lotes de venta como de hacer la recepción de la materia prima bajo las órdenes del área de compras y ventas.

6.1.2 Organización de la operación

6.1.2.1 Director de producción. No requiere un carrera profesional, puede ser preferiblemente un técnico con experiencia en plásticos; a su cargo están todos los operarios de la planta, los selecciona y realiza la distribución de tareas entre éstos de acuerdo a sus habilidades; programa la producción semanal y el mantenimiento de máquinas y equipos; además está en contacto constante con la gerencia en la planeación estratégica de actividades y la optimización en el uso de recursos.

6.1.2.2 Operarios. Son los responsables de todas las tareas físicas y operativas dentro del proceso productivo, las que van desde la selección del plástico, preparación de la maquinaria, pasando por otros más, hasta el empacado del mismo. Garantizando la limpieza del sitio de trabajo y el cuidado de las máquinas y equipos.

6.2 COSTOS DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Los costos de la estructura organizacional son generados por los salarios básicos de cada empleado, sumado con las cargas prestacionales obligatorias para el empleador que estipuladas por la ley.

En el medio empresarial para efectos de cálculo se asigna un factor prestacional, el cual garantiza que se cubran los porcentajes que se mencionarán en el estudio legal; para este caso, dicho factor será un cargo del 52% sobre el salario básico mensual. Cabe anotar que sólo los ingresos menores a dos salarios mínimos tienen derecho a subsidio de transporte.

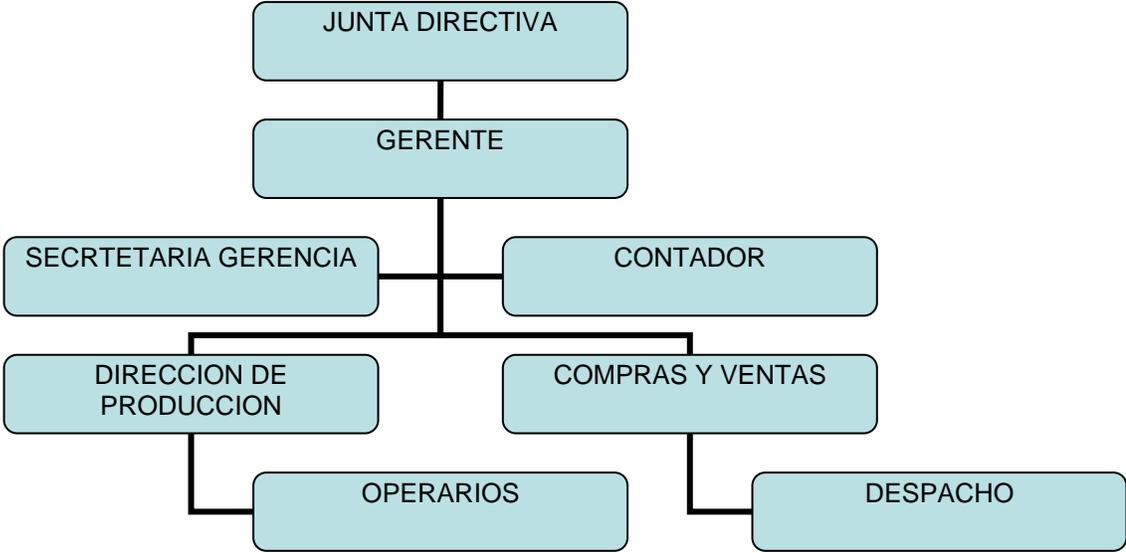
En el siguiente cuadro se muestra detalladamente la composición del costo de cada empleado.

Cuadro 25. Costo mensual de los empleados

DESCRIPCIÓN	SALARIO BÁSICO MENSUAL	SUBSIDIO DE TRANSPORTE	COSTO DEL EMPLEADOR	TOTAL MENSUAL INDIVIDUAL	CANTIDAD	TOTAL MENSUAL
Gerente	\$ 2.600.000		\$ 1.352.000	\$ 3.952.000	1	\$ 3.952.000
Secretaria	\$ 650.000	\$ 50.800	\$ 338.000	\$ 1.038.800	1	\$ 1.038.800
Contador	\$ 450.000		\$ 234.000	\$ 684.000	1	\$ 684.000
Jefe compras y ventas	\$ 900.000		\$ 468.000	\$ 1.368.000	1	\$ 1.368.000
Director de producción	\$ 900.000		\$ 468.000	\$ 1.368.000	1	\$ 1.368.000
Operarios	\$ 433.700	\$ 50.800	\$ 225.524	\$ 710.024	6	\$ 4.260.144
Despacho	\$ 433.700	\$ 50.800	\$ 225.524	\$ 710.024	1	\$ 710.024

6.3 ORGANIGRAMA EMPRESARIAL

Gráfico 7. Organigrama empresarial



7. ESTUDIO LEGAL

En este estudio se involucra todo lo relacionado con la legislación que cubre al proyecto a lo largo de su vida útil, esto implica licencias, obligaciones patronales y trámites fiscales.

7.1 REQUISITOS LEGALES

7.1.1 Licencias. La empresa debido al diseño de su proceso productivo y a su ubicación, todo esto determinado en el estudio técnico, no requiere permisos especiales tales como licencias ambientales o de control higiénico expedidos por el INVIMA. Requiere el permiso normal de funcionamiento expedido por la Cámara de Comercio.

7.2 TRÁMITES PARA LA CONFORMACIÓN DE LA EMPRESA

7.2.1 Determinación y verificación de la razón social. Especificar el nombre de la microempresa, de tal forma que la Cámara de Comercio en cualquiera de sus sedes lo verifique en su base de datos y permita utilizar dicho nombre. Este procedimiento se realiza solicitando un volante para la consulta de nombres.

7.2.2 Elaboración de la minuta. A continuación se especifican los datos básicos que debe contener la minuta:

- Datos de los socios constituyentes (nombres completos, cédulas, nacionalidad, estado civil y domicilio).
- Tipo de sociedad que constituye y nombre de la misma.
- Domicilio de la sociedad.
- Objeto social de la empresa.
- Capital pagado por cada socio y si es por acciones lo que corresponde a cada uno.
- Fechas de convocatoria de la asamblea y forma de cómo se tratarán los asuntos.
- Duración de la empresa y forma de liquidación, si es el caso.
- Establecer el representante legal de la sociedad con su domicilio, sus facultades y obligaciones.

7.2.3 Trámites en la notaría. Establecida la minuta en notaria pública, realizar la transcripción para la conformación de la escritura pública. Posteriormente se debe pagar impuestos sobre la escritura de acuerdo al capital de conformación de la microempresa.

7.2.4 Formulario de matrícula mercantil. En la Cámara de Comercio adquirir el formulario de Matrícula Mercantil para “Sociedades Comerciales” y presentarlo de la siguiente forma:

- El formulario debidamente diligenciando, junto con el volante de consulta de nombres aprobado.
- Dos copias autenticadas de la escritura pública de constitución de la sociedad.
- Recibo de pago del impuesto de Registro, expedido por Rentas Departamentales.

- Carta del representante legal, junto con su documento de identificación.
- Cancelar los derechos de matrícula.
- Obtener copia del certificado de existencia y representación legal de la sociedad.
- Solicitar el certificado de existencia y representación.

7.2.5 Registro de libros de comercio. Los libros de comercio se solicitan una vez está matriculada la empresa, con carta dirigida a la Cámara de Comercio y diligenciar el formulario de solicitud respectivo. Estos están constituidos por los libros de contabilidad, libros de registro de aporte, comprobantes de las cuentas, los soportes de contabilidad y la correspondencia relacionada con las operaciones. Lo anterior se debe presentar en la Cámara de Comercio y realizar los pagos requeridos.

7.2.6 Trámites en la DIAN. En la Administración de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN, diligenciar el número de identificación tributaria NIT, para esto se debe realizar lo siguiente:

- Solicitar el formulario de registro único tributario RUT, llevando el certificado de existencia y representación.
- Una vez obtenido el RUT se asigna el NIT y se hace la inscripción de vendedores si es responsable de IVA.
- Después de adquirir y diligenciar el formulario de RUT, presentarse ante la DIAN con lo siguiente:
 - Formulario de RUT diligenciado en original y dos copias.
 - Copia de la escritura pública de constitución.
 - Certificado de existencia y representación, expedido por la Cámara de Comercio, con fecha no mayor a tres meses antes de su presentación.
 - Fotocopia de la cédula del representante legal.

7.2.7 Obligaciones patronales. Son los aportes que debe realizar el empleador según lo estipulan las leyes de empleo de la legislación colombiana, para garantizar el bienestar de sus empleados.

7.2.7.1 Afiliación a una administradora de riesgos profesionales (ARP). La empresa debe vincular obligatoriamente a sus empleados al sistema general de riesgos profesionales, la ARP (Administradora de Riesgos Profesionales) es seleccionada por el empleador, donde ésta le cobra una tarifa de riesgos dependiendo del grado y la clase de actividad que ellos desempeñen.

De acuerdo con la clase de riesgos, el Gobierno Nacional estableció la siguiente tabla de cotizaciones mínimas y máximas:

Tabla 2. Clase de riesgo y su valor porcentual

CLASE RIESGO	VALOR MÍNIMO	VALOR INICIAL	VALOR MÁXIMO
I	0.348%	0.522%	0.696%
II	0.435%	1.044%	1.653%
III	0.783%	2.436%	4.089%
IV	1.740%	4.350%	6.960%
V	3.219%	6.960%	8.700

7.2.7.2 Afiliación a una entidad promotora de salud. Es obligación de la empresa suscribir a todos sus empleados a una EPS (entidad promotora de salud), donde este tiene la libertad de seleccionar la entidad que desee. El porcentaje total de salud al cual tiene derecho el trabajador corresponde al 12%

del salario total devengado, en donde el empleador aporta las dos terceras partes del monto total y el empleado la parte restante.

7.2.7.3 Afiliación a un fondo de pensiones y cesantías. Se debe afiliar a todos los empleados a un fondo de pensiones y cesantías, lo que ellos crean conveniente para su beneficio personal. Éste tiene derecho a que el 15.5% del salario devengado corresponda para el fondo, donde el empleador debe aportar mensualmente las tres cuartas partes del monto total, y la parte restante por el empleado.

7.2.7.4 Aportes parafiscales. El empleador debe contribuir con el 9% del salario devengado por el trabajador a las cajas de compensación familiar, al ICBF (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar) y al SENA. Este aporte se reparte de la siguiente forma: 2% para el SENA, 3% para el ICBF y 4% para la caja de compensación familiar. En la siguiente tabla se muestra en resumen los porcentajes y la fracción que debe asumir el empleador.

Tabla 3. Porcentaje de las obligaciones patronales

Descripción	Porcentaje total mensual	Porcentaje mensual para el empleador
Pensiones	15.5%	11.63%
EPS	12%	8%
ARP		1.5% aprox.
SENA	2%	2%
CCF	4%	4%
ICBF	3%	3%
Prima	8.33%	8.33%
Cesantías	8.33%	8.33%
Interés cesantías	1%	1%
Vacaciones	4.15%	4.15%
Total	76,33%	51,96%

8. ESTUDIO FINANCIERO

Por medio de éste se determina la viabilidad financiera para la ejecución total del proyecto. Se involucran las inversiones necesarias, los egresos ya sean costos o gastos, tanto de producción como de funcionamiento y los ingresos por ventas o servicios, pudiendo así estimar el capital de trabajo. En resumen, dentro de este estudio se traducirá a valor monetario todo lo estimado en los anteriores estudios.

8.1 INVERSIONES

Éstas pueden ser realizadas antes de la puesta en marcha del proyecto o en el transcurso de su operación según sea necesario. Comprende la inversión en maquinaria y equipo; es de tener en cuenta que éstos son depreciables en el tiempo.

Cuadro 26. Maquinaria y equipos

Equipo	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Computadores	4	\$ 1.399.000	\$ 5.596.000
Impresora multiusos	1	\$ 400.000	\$ 400.000
Banda transportadora	1	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
Conterdores plasticos	7	\$ 240.000	\$ 1.680.000
Carro contenedor	54	\$ 120.000	\$ 6.480.000
Compactadora	1	\$ 8.500.000	\$ 8.500.000
Trituradora	2	\$ 11.000.000	\$ 22.000.000
Lavadora	2	\$ 14.000.000	\$ 28.000.000
Secadora	2	\$ 17.000.000	\$ 34.000.000
Aglutinadora	2	\$ 13.500.000	\$ 27.000.000
Molino	2	\$ 21.000.000	\$ 42.000.000
Extrusora	2	\$ 78.000.000	\$ 156.000.000
Peletizadora	1	\$ 14.000.000	\$ 14.000.000
Bascula	1	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Estibador	1	\$ 650.000	\$ 650.000
Filtro de arena	1	\$ 5.900.000	\$ 5.900.000
Filtro de carbon activado	1	\$ 6.800.000	\$ 6.800.000
Intercambiador de calor	1	\$ 700.000	\$ 700.000
		Total	\$ 365.406.000

8.2 INGRESOS

Se consideran que los ingresos que se recibirán en el transcurso de operación del proyecto serán debido a la venta del producto. En el estudio de mercado se determinó el tamaño de la demanda y su evolución, los precios y sus respectivos crecimientos para un periodo de 5 años. Además se garantiza que la totalidad de la producción será vendida. El estudio técnico respalda que la producción cubrirá dicha demanda.

Cuadro 27. Ingresos de ventas proyectados durante la vida útil del proyecto

Tipo de Pellet	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Pellet PEAD transparente (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621
Precio	\$ 2.600	\$ 2.678	\$ 2.758	\$ 2.841	\$ 2.926	\$ 3.014
Ventas Brutas	\$ -	\$ 84.342.717	\$ 94.778.442	\$ 106.505.378	\$ 119.683.289	\$ 134.491.702
Pellet PEAD negro (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621
Precio	\$ 2.100	\$ 2.163	\$ 2.228	\$ 2.295	\$ 2.364	\$ 2.434
Ventas Brutas	\$ -	\$ 68.122.964	\$ 76.551.818	\$ 86.023.575	\$ 96.667.272	\$ 108.627.913
Pellet PEAD color (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621
Precio	\$ 2.300	\$ 2.369	\$ 2.440	\$ 2.513	\$ 2.589	\$ 2.666
Ventas Brutas	\$ -	\$ 74.610.865	\$ 83.842.468	\$ 94.216.296	\$ 105.873.679	\$ 118.973.429
Pellet PEBD transparente (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340
Precio	\$ 2.800	\$ 2.884	\$ 2.971	\$ 3.060	\$ 3.151	\$ 3.246
Ventas Brutas	\$ -	\$ 138.220.507	\$ 152.646.028	\$ 168.577.083	\$ 186.170.799	\$ 205.600.701
Pellet PEBD negro (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340
Precio	\$ 2.400	\$ 2.472	\$ 2.546	\$ 2.623	\$ 2.701	\$ 2.782
Ventas Brutas	\$ -	\$ 118.474.720	\$ 130.839.453	\$ 144.494.643	\$ 159.574.971	\$ 176.229.172
Pellet PEBD color (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340
Precio	\$ 2.600	\$ 2.678	\$ 2.758	\$ 2.841	\$ 2.926	\$ 3.014
Ventas Brutas	\$ -	\$ 128.347.613	\$ 141.742.740	\$ 156.535.863	\$ 172.872.885	\$ 190.914.937
Pellet PP transparente (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375
Precio	\$ 2.500	\$ 2.575	\$ 2.652	\$ 2.732	\$ 2.814	\$ 2.898
Ventas Brutas	\$ -	\$ 149.856.417	\$ 175.097.033	\$ 204.588.976	\$ 239.048.306	\$ 279.311.691
Pellet PP negro (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375
Precio	\$ 2.000	\$ 2.060	\$ 2.122	\$ 2.185	\$ 2.251	\$ 2.319
Ventas Brutas	\$ -	\$ 119.885.133	\$ 140.077.626	\$ 163.671.181	\$ 191.238.645	\$ 223.449.353
Pellet PP color (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375
Precio	\$ 2.100	\$ 2.163	\$ 2.228	\$ 2.295	\$ 2.364	\$ 2.434
Ventas Brutas	\$ -	\$ 125.879.390	\$ 147.081.507	\$ 171.854.740	\$ 200.800.577	\$ 234.621.820
Total Ventas Brutas	\$ -	\$ 1.007.740.327	\$ 1.142.657.115	\$ 1.296.467.736	\$ 1.471.930.423	\$ 1.672.220.718

8.3 EGRESOS

Los egresos representan la salida de efectivo necesaria para la correcta operación del proyecto.

Los valores que se presentarán a continuación, se incrementarán durante la vida útil del proyecto de acuerdo a las metas de inflación establecidas por el Banco de la República. Estas metas comprenden un 4% para el 2007 y un 3% +/- 1 punto para el largo plazo.

8.3.1 Costos de fabricación. Los costos de fabricación son aquellos en los que se incurre directamente para la producción del bien que se desea comercializar y a partir de los cuales se generarán los ingresos.

8.3.1.1 Costos directos. Son aquellos que están directamente relacionados con el proceso productivo, tales como materia prima e insumos y mano de obra directa.

- **Materia prima e insumos**

Según los datos estimados en el estudio técnico, los costos relacionados con la materia prima e insumos necesarios para producir un kilogramo de pellet plástico post consumo serían los siguientes.

Cuadro 28. Costos materia prima e insumos

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Polimero rigido o flexible sucio	Kg.	1,2	\$ 290	\$ 348
Detergentes para lavado	Lt.	0,02	\$ 2.700	\$ 54
Soda cáustica	Kg.	0,026	\$ 1.850	\$ 48
Pigmento	Gramos	40	\$ 5	\$ 200
Costales	Unidad	0,02	\$ 270	\$ 5
Total			\$	656

- **Mano de obra directa**

Según los planteamientos del estudio técnico los operarios por proceso de producción, se distribuyen según la siguiente tabla. Por otro lado, el estudio administrativo estimó el salario que devengaría cada operario.

Cuadro 29. Costos mano de obra directa

Descripción del proceso	Cantidad de operarios	Costo mensual por operario	Costo mensual del proceso	Costo total anual del proceso
Clasificación por tipo y estado	3	\$ 736.440	\$ 2.209.320	\$ 26.511.840
Clasificación por color y acondicionamiento	3	\$ 736.440	\$ 2.209.320	\$ 26.511.840
Compactado y trituración	1	\$ 736.440	\$ 736.440	\$ 8.837.280
Lavado y secado	1	\$ 736.440	\$ 736.440	\$ 8.837.280
Aglutinado y molido	1	\$ 736.440	\$ 736.440	\$ 8.837.280
Peletizado y empaque	1	\$ 736.440	\$ 736.440	\$ 8.837.280
Total	10	\$ 4.418.640	\$ 7.364.400	\$ 88.372.800

8.3.1.2 Costos indirectos. Son aquellos en los cuales se incurre sin estar directamente involucrados con el proceso productivo.

Para este caso serán todas las tareas relacionadas con el mantenimiento de los equipos. Esto incluye, cambio de repuestos por desgaste, limpieza y lubricación.

De acuerdo al valor total de la maquinaria y los equipos, se presupuestó que es conveniente destinar un 5 % de esta inversión para su sostenimiento anual. Lo cual suma un total de \$18'270.300.

El transporte de la materia prima también representa un costo indirecto de fabricación. Este será realizado por medio de una empresa transportadora a la cual se le pagara por viaje. Según los datos de producción, se estima que utilizando un camión de 10 toneladas, se necesitaran 4 viajes por mes y dos adicionales más por la desfavorable relación peso-volumen que tienen las piezas plásticas. El costo de cada viaje es de aproximadamente \$ 300'000. Lo anterior sugiere un costo mensual de \$ 1'800'000 en transporte de materia prima, lo que significa un costo total de \$ 21'600'000 anuales.

8.3.2 Gastos de fabricación. Son aquellos egresos generados en actividades que apoyan el proceso productivo pero que no están relacionadas directamente con éste.

8.3.2.1 Gastos indirectos. Dentro de este proyecto éstos comprenden los servicios públicos y el arrendamiento del local.

- **Servicios públicos**

Según los datos consultados en distintas visitas a empresas del sector de un tamaño y equipos similares a los del proyecto, los servicios públicos ascienden a un total de \$ 95'000.000 anuales. Cabe anotar que el consumo del proyecto puede ser menor ya que muy pocas de estas empresas reutilizan el agua de lavado.

- **Arrendamiento**

Según las consultas que se realizaron en el municipio de itagui, el arriendo de una bodega de aproximadamente 800 m² puede estar alrededor de los \$ 8'000'000 mensuales lo cual significa un gasto en arriendo de aproximadamente \$96'000'000 anuales.

8.3.3 Gastos de operación. Son insumos o servicios necesarios para las tareas administrativas o de apoyo al proceso productivo.

8.3.3.1 Personal administrativo. De acuerdo al estudio administrativo, el personal involucrado en las tareas de planeación, organización, ejecución y control, serán remunerados así:

Cuadro 30. Salarios personal administrativo

Descripción	Costo mensual	Costo total anual
Gerente	\$ 3.952.000	\$ 47.424.000
Secretaria de gerencia	\$ 988.000	\$ 11.856.000
Director de producción	\$ 1.368.000	\$ 16.416.000
Jefe de compras y ventas	\$ 1.368.000	\$ 16.416.000
Operario de despachos	\$ 736.440	\$ 8.837.280
Contador	\$ 450.000	\$ 5.400.000
Total	\$ 8.862.440	\$ 106.349.280

8.3.3.2 Insumos. Para el correcto desempeño de las labores administrativas como la facturación, impresión de documentos, cotizaciones, órdenes de compra, etc. será necesario adquirir suministros por el valor estipulado en el cuadro que se muestra a continuación. Por otro lado, para el aseo de las oficinas y la planta será necesario comprar los artículos apropiados para llevar a cabo esta tarea.

Cuadro 31. Costos de insumos

Descripción	Costo total anual
Suministros Oficina	\$ 2.500.000
Suministros de Aseo	\$ 850.000
Total	\$ 3.350.000

8.4 CAPITAL DE TRABAJO

Es la inversión necesaria para poner en marcha el proyecto y apoyar su sostenimiento mientras éste comienza a generar ingresos que le permitan auto sostenerse mínimamente. Lo componen la materia prima e insumos necesarios para producir el bien que se desea comercializar, el transporte de la materia prima, el mantenimiento y el montaje de equipos, y los suministros de oficina y aseo. Los valores que se presentan en el siguiente cuadro, se estimaron para cubrir la operación del proyecto durante los primeros 6 meses.

De acuerdo al monto de la inversión, se estimó que para el montaje de los equipos y su mantenimiento durante los seis primeros meses de operación es conveniente destinar un 5% de ésta, lo cual cubrirá repuestos, pequeñas modificaciones o imprevistos. El monto destinado es de \$18'270.300.

Cuadro 32. Capital de trabajo

Item	Valor
Materia prima	\$ 71.836.596
Detergentes para lavado	\$ 11.147.058
Soda cáustica	\$ 9.929.139
Pigmento	\$ 41.285.400
Costales para empaque	\$ 1.114.706
Mantenimiento	\$ 18.270.300
Transporte	\$ 21.600.000
Montaje de equipos	\$ 18.270.300
Suministros de oficina	\$ 2.500.000
Suministros de aseo	\$ 850.000
Total	\$ 196.803.499

8.5 DEPRECIACIÓN DE LA MAQUINARIA

Para la estimación de la depreciación de los equipos, se utilizó el método de línea recta.

Para el caso de la maquinaria se tomó como base 10 años y para los equipos como computadores e impresora 5 años.

Los valores estimados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 33. Depreciación de maquinaria y equipos

Item / Año	1	2	3	4	5
Computadores	\$ 1.119.200	\$ 1.119.200	\$ 1.119.200	\$ 1.119.200	\$ 1.119.200
Impresora multiusos	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000
Banda transportadora	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
Conterdores plasticos	\$ 168.000	\$ 168.000	\$ 168.000	\$ 168.000	\$ 168.000
Carro contenedor	\$ 648.000	\$ 648.000	\$ 648.000	\$ 648.000	\$ 648.000
Compactadora	\$ 850.000	\$ 850.000	\$ 850.000	\$ 850.000	\$ 850.000
Trituradora	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000
Lavadora	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000
Secadora	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000
Aglutinadora	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000
Molino	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000
Extrusora	\$ 15.600.000	\$ 15.600.000	\$ 15.600.000	\$ 15.600.000	\$ 15.600.000
Peletizadora	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000
Bascula	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000
Estibador	\$ 65.000	\$ 65.000	\$ 65.000	\$ 65.000	\$ 65.000
Filtro de arena	\$ 590.000	\$ 590.000	\$ 590.000	\$ 590.000	\$ 590.000
Filtro de carbon activado	\$ 680.000	\$ 680.000	\$ 680.000	\$ 680.000	\$ 680.000
Intercambiador de calor	\$ 70.000	\$ 70.000	\$ 70.000	\$ 70.000	\$ 70.000
Total	\$ 37.140.200				

Item / Año	6	7	8	9	10
Computadores	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Impresora multiusos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Banda transportadora	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
Conterdores plasticos	\$ 168.000	\$ 168.000	\$ 168.000	\$ 168.000	\$ 168.000
Carro contenedor	\$ 648.000	\$ 648.000	\$ 648.000	\$ 648.000	\$ 648.000
Compactadora	\$ 850.000	\$ 850.000	\$ 850.000	\$ 850.000	\$ 850.000
Trituradora	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000
Lavadora	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000
Secadora	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000
Aglutinadora	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000
Molino	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000
Extrusora	\$ 15.600.000	\$ 15.600.000	\$ 15.600.000	\$ 15.600.000	\$ 15.600.000
Peletizadora	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000
Bascula	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000
Estibador	\$ 65.000	\$ 65.000	\$ 65.000	\$ 65.000	\$ 65.000
Filtro de arena	\$ 590.000	\$ 590.000	\$ 590.000	\$ 590.000	\$ 590.000
Filtro de carbon activado	\$ 680.000	\$ 680.000	\$ 680.000	\$ 680.000	\$ 680.000
Intercambiador de calor	\$ 70.000	\$ 70.000	\$ 70.000	\$ 70.000	\$ 70.000
Total	\$ 35.941.000				

8.6 FLUJO DE CAJA

En esta sección se realizan flujos de caja tanto del proyecto como del inversionista, además del tratamiento de la financiación del capital necesario para poner en marcha el proyecto. Todo esto se proyecta a cinco y con una variación de precios basada en los índices inflacionarios ya anteriormente mencionados.

Es necesario tomar la tasa impositiva que tiene el proyecto por la generación de utilidades por venta, la cual es de un 38.5%. También para la evaluación financiera se selecciona una tasa interna de retorno de un 20%, la cual esta acorde con el tipo y la magnitud del proyecto, según consultas realizadas.

En lo referente a la tasa de interés sobre el préstamo, se negocia una financiación promedio del 13% efectivo anual.

8.6.1 Flujo de caja del proyecto. Dentro de este flujo se toman en cuenta los ingresos, egresos, inversión inicial, capital de trabajo y depreciación. Como se muestra en el cuadro.

Cuadro 34. Flujo de caja del proyecto

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO						
ITEM	0	1	2	3	4	5
Unidades Vendidas (Kg.)	\$ -	\$ 412.854	\$ 455.298	\$ 502.427	\$ 554.792	\$ 613.007
Ventas brutas	\$ -	\$ 1.007.740.327	\$ 1.142.657.115	\$ 1.296.467.736	\$ 1.471.930.423	\$ 1.672.220.718
Costos directos	\$ -	\$ 358.998.597	\$ 369.768.555	\$ 380.861.612	\$ 392.287.460	\$ 404.056.084
Materia prima e insumos	\$ -	\$ 270.625.797	\$ 278.744.571	\$ 287.106.908	\$ 295.720.115	\$ 304.591.719
Mano de obra directa	\$ -	\$ 88.372.800	\$ 91.023.984	\$ 93.754.704	\$ 96.567.345	\$ 99.464.365
Costos indirectos	\$ -	\$ 45.600.000	\$ 46.968.000	\$ 48.377.040	\$ 49.828.351	\$ 51.323.202
Gastos indirectos	\$ -	\$ 191.000.000	\$ 196.730.000	\$ 202.631.900	\$ 208.710.857	\$ 214.972.183
Gastos de operación	\$ -	\$ 109.699.280	\$ 112.990.258	\$ 116.379.966	\$ 119.871.365	\$ 123.467.506
Depreciacion	\$ -	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200
Utilidad antes de impuestos	\$ -	\$ 265.302.250	\$ 379.060.102	\$ 511.077.018	\$ 664.092.190	\$ 841.261.544
Impuestos	\$ -	\$ 102.141.366	\$ 145.938.139	\$ 196.764.652	\$ 255.675.493	\$ 323.885.694
Utilidad despues de impuestos	\$ -	\$ 163.160.884	\$ 233.121.963	\$ 314.312.366	\$ 408.416.697	\$ 517.375.849
Depreciacion	\$ -	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200
Inversion en Activos fijos	\$ -365.406.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de trabajo	\$ -196.803.499	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de efectivo	\$ -562.209.499	\$ 200.301.084	\$ 270.262.163	\$ 351.452.566	\$ 445.556.897	\$ 554.516.049

8.6.2 Amortización de la deuda. Todo el capital necesario para poner en marcha el proyecto, el cual está compuesto por la inversión inicial y el capital de trabajo, será financiado mediante un préstamo, pagadero a 5 años con cuotas fijas y una tasa de interés del 13%. El siguiente cuadro muestra el detalle del préstamo.

Cuadro 35. Amortización de la deuda

Año	Saldo inicial	Cuota	Interes	Amortizacion
0	\$ 562.209.499			
1	\$ 475.452.396	\$ 159.844.337	\$ 73.087.235	\$ 86.757.102
2	\$ 377.416.871	\$ 159.844.337	\$ 61.808.812	\$ 98.035.525
3	\$ 266.636.728	\$ 159.844.337	\$ 49.064.193	\$ 110.780.144
4	\$ 141.455.165	\$ 159.844.337	\$ 34.662.775	\$ 125.181.562
5	\$ -0	\$ 159.844.337	\$ 18.389.171	\$ 141.455.165

8.6.3 Flujo del inversionista. Involucra los mismos detalles del flujo del proyecto, pero además involucra los intereses de la deuda que son utilizados para disminuir la base gravable y la amortización a la misma

Cuadro 36. Flujo de caja del inversionista

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA						
Item	0	1	2	3	4	5
Unidades Vendidas (Kg.)	\$ -	\$ 412.854	\$ 455.298	\$ 502.427	\$ 554.792	\$ 613.007
Ventas brutas	\$ -	\$ 1.007.740.327	\$ 1.142.657.115	\$ 1.296.467.736	\$ 1.471.930.423	\$ 1.672.220.718
Costos directos	\$ -	\$ 358.998.597	\$ 369.768.555	\$ 380.861.612	\$ 392.287.460	\$ 404.056.084
Materia prima e insumos	\$ -	\$ 270.625.797	\$ 278.744.571	\$ 287.106.908	\$ 295.720.115	\$ 304.591.719
Mano de obra directa	\$ -	\$ 88.372.800	\$ 91.023.984	\$ 93.754.704	\$ 96.567.345	\$ 99.464.365
Costos indirectos	\$ -	\$ 45.600.000	\$ 46.968.000	\$ 48.377.040	\$ 49.828.351	\$ 51.323.202
Gastos indirectos	\$ -	\$ 191.000.000	\$ 196.730.000	\$ 202.631.900	\$ 208.710.857	\$ 214.972.183
Gastos de operación	\$ -	\$ 109.699.280	\$ 112.990.258	\$ 116.379.966	\$ 119.871.365	\$ 123.467.506
Depreciacion	\$ -	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200
Utilidad antes de impuestos e interes		\$ 265.302.250	\$ 379.060.102	\$ 511.077.018	\$ 664.092.190	\$ 841.261.544
interes		\$ 73.087.235	\$ 61.808.812	\$ 49.064.193	\$ 34.662.775	\$ 18.389.171
Utilidad antes de impuestos	\$ -	\$ 192.215.015	\$ 317.251.290	\$ 462.012.825	\$ 629.429.416	\$ 822.872.372
Impuestos	\$ -	\$ 74.002.781	\$ 122.141.747	\$ 177.874.938	\$ 242.330.325	\$ 316.805.863
Utilidad despues de impuestos	\$ -	\$ 118.212.234	\$ 195.109.543	\$ 284.137.887	\$ 387.099.091	\$ 506.066.509
Depreciacion	\$ -	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200
Amortizacion		\$ 86.757.102	\$ 98.035.525	\$ 110.780.144	\$ 125.181.562	\$ 141.455.165
Inversion en Activos fijos	\$ -365.406.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de trabajo	\$ -196.803.499	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de efectivo	\$ -562.209.499	\$ 68.595.332	\$ 134.214.218	\$ 210.497.944	\$ 299.057.728	\$ 401.751.543

8.7 MÉTODOS DE EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS

Son aquellas herramientas utilizadas para determinar la viabilidad financiera del proyecto durante su vida útil, para este caso se recurre al método del valor presente neto VPN y a la tasa interna de retorno TIR.

8.7.1 Valor presente neto VPN. Consiste en tomar las proyecciones del flujo de caja del inversionista y compararlas en el presente, usando una tasa mínima de rendimiento TMR del 20%.

Cuadro 37. Valor presente neto

PERIODO	FLUJO DE EFECTIVO
0	\$ -562.209.498,50
1	\$ 68.595.332,11
2	\$ 134.214.218,14
3	\$ 210.497.943,63
4	\$ 299.057.728,32
5	\$ 401.751.543,45
VPN(20%)	\$ 13.041.652,79

El resultado obtenido indica que el proyecto puede ser viable dado que tal valor es mayor que cero.

8.7.2 Tasa interna de retorno TIR. Este método de evaluación sirve para comprobar la viabilidad obtenida en el cálculo del VPN. Este consiste en encontrar una tasa de interés que haga cero el VPN para después compararla con la TMR.

Cuadro 38. Tasa interna de retorno

PERIODO	FLUJO DE EFECTIVO
0	\$ -562.209.498,50
1	\$ 68.595.332,11
2	\$ 134.214.218,14
3	\$ 210.497.943,63
4	\$ 299.057.728,32
5	\$ 401.751.543,45
TIR	21%

Debido a que la TIR obtenida es mayor que la TMR, el proyecto será financieramente viable.

9. CONCLUSIONES

- Después de haber realizado todos los análisis concernientes al estudio de prefactibilidad, se determinó que el proyecto es viable. Aunque la rentabilidad de éste no transmite una alta confiabilidad para los inversionistas.
- Para asegurar un producto con altos estándares de calidad, competente y diferenciado en el mercado, se debe invertir una gran suma de dinero en maquinaria especializada. Siendo el proyecto financiado en la totalidad de su inversión inicial, el proyecto genera una muy baja rentabilidad.
- La rentabilidad del proyecto se verá favorecida si el proyecto es realizado con capital propio.
- Para aumentar la rentabilidad del proyecto se puede pensar en adquirir equipos de segunda mano o de fabricación nacional, claro está que éstos pueden no ser tan confiables en términos de rendimiento, eficiencia y calidad del producto.
- El mercado de la materia prima necesaria para el proceso productivo tiene una demanda mucho mayor a su oferta, lo que genera una alta incertidumbre a la hora de su consecución. Esto puede repercutir en la disminución de ingresos por la reducción en la producción, impidiendo cubrir la demanda estimada.
- Como la materia prima que proviene del reciclaje, no se tiene certeza de la cantidad disponible en el momento que se requiera.

- Las empresas del sector, especialmente las cooperativas, tienen abarcado una gran cantidad de los residuos plásticos que se generan en el área metropolitana, por medio de su extensa red de recicladores. Esto limita la cantidad de proveedores disponibles.
- El mercado del producto posee grandes fluctuaciones en cuanto a los precios; esto es regulado por la oferta, la demanda y el precio del pellet virgen, el cual está relacionado directamente con el mercado internacional del petróleo.
- El mercado es muy competido pero la demanda del producto supera la oferta del mismo, lo que significa que todavía hay espacio para nuevos productores.
- Las empresas comercializadoras de pellet plástico post consumo presentan muy bajos niveles de calidad y altos grados de impurezas, lo que presenta una oportunidad de diferenciación.
- La informalidad del sector, los procesos productivos realizados de forma empírica, con poca plantación y logística, no ha permitido que un gran número de empresas crezcan o se mantengan a través del tiempo.
- La decisión de compra del producto esta altamente influenciada por el precio, la calidad y la pureza del mismo.
- La clasificación adecuada de la materia prima, el lavado y el secado, son factores críticos para asegurar la calidad y pureza del producto.
- La estructura organizacional del proyecto no requiere de numerosas divisiones para llevar a cabo la operación de producir y comercializar el producto.

BIBLIOGRAFÍA

ACOPLÁSTICOS. Plástico en Colombia. Decimotercera edición, 2003-2004.

BEHRENS, W & HAWRANEK, P.M. Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial. Edición corregida y aumentada: ONUDI. Viena, 1994.

KOTLER, Philip. Introducción al marketing. Segunda edición europea: Prentice Hall. Madrid, 2000.

<http://www.monografias.com/trabajos16/reciclaje-residuos/reciclaje-residuos.shtml>

<http://materiales.eia.edu.co/ciencia%20de%20los%20materiales/articulo-Reciclaje%20de%20Plasticos.htm>

http://www.banrep.gov.co/informes-economicos/ine_pre_frec4.htm#11

ANEXOS

ANEXO A

REEVALUACIÓN FINANCIERA

Después del proceso de evaluación financiera del proyecto, se obtuvieron resultados poco satisfactorios. Por lo que después de una precisa revisión se optó por realizar la evaluación aumentando la vida útil del proyecto, la cual estaba planteada por 5 años desaprovechando la vida útil de la maquinaria, la cual en libros esta depreciada linealmente a 10 años. Dado a esto la vida útil del proyecto se aumenta a 10 años y se realiza una nueva evaluación.

Se debe tener en cuenta que para esta etapa se tendrán en cuenta las mismas tasas de crecimiento utilizadas en los anteriores estudios, pero se debe aclarar que la capacidad instalada de la planta llegara a su tope en el quinto año, y de allí en adelante se mantendrán constantes los niveles de producción.

ANEXO B

INGRESOS DE VENTAS PROYECTADOS A 10 AÑOS DE VIDA ÚTIL

Tipo de Pellet	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Pellet PEAD transparente (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621	44.621	44.621	44.621	44.621	44.621
Precio	\$ 2.600	\$ 2.678	\$ 2.758	\$ 2.841	\$ 2.926	\$ 3.014	\$ 3.105	\$ 3.198	\$ 3.294	\$ 3.392	\$ 3.494
Ventas Brutas	\$ -	\$ 84.342.717	\$ 94.778.442	\$ 106.505.378	\$ 119.683.289	\$ 134.491.702	\$ 138.526.453	\$ 142.682.247	\$ 146.962.714	\$ 151.371.596	\$ 155.912.743
Pellet PEAD negro (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621	44.621	44.621	44.621	44.621	44.621
Precio	\$ 2.100	\$ 2.163	\$ 2.228	\$ 2.295	\$ 2.364	\$ 2.434	\$ 2.508	\$ 2.583	\$ 2.660	\$ 2.740	\$ 2.822
Ventas Brutas	\$ -	\$ 68.122.964	\$ 76.551.818	\$ 86.023.575	\$ 96.667.272	\$ 108.627.913	\$ 111.886.751	\$ 115.243.353	\$ 118.700.654	\$ 122.261.673	\$ 125.929.524
Pellet PEAD color (Kg.)	0	31.495	34.361	37.488	40.899	44.621	44.621	44.621	44.621	44.621	44.621
Precio	\$ 2.300	\$ 2.369	\$ 2.440	\$ 2.513	\$ 2.589	\$ 2.666	\$ 2.746	\$ 2.829	\$ 2.914	\$ 3.001	\$ 3.091
Ventas Brutas	\$ -	\$ 74.610.865	\$ 83.842.468	\$ 94.216.296	\$ 105.873.679	\$ 118.973.429	\$ 122.542.632	\$ 126.218.911	\$ 130.005.478	\$ 133.905.642	\$ 137.922.812
Pellet PEBD transparente (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340	63.340	63.340	63.340	63.340	63.340
Precio	\$ 2.800	\$ 2.884	\$ 2.971	\$ 3.060	\$ 3.151	\$ 3.246	\$ 3.343	\$ 3.444	\$ 3.547	\$ 3.653	\$ 3.763
Ventas Brutas	\$ -	\$ 138.220.507	\$ 152.646.028	\$ 168.577.083	\$ 186.170.799	\$ 205.600.701	\$ 211.768.722	\$ 218.121.784	\$ 224.665.437	\$ 231.405.400	\$ 238.347.562
Pellet PEBD negro (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340	63.340	63.340	63.340	63.340	63.340
Precio	\$ 2.400	\$ 2.472	\$ 2.546	\$ 2.623	\$ 2.701	\$ 2.782	\$ 2.866	\$ 2.952	\$ 3.040	\$ 3.131	\$ 3.225
Ventas Brutas	\$ -	\$ 118.474.720	\$ 130.839.453	\$ 144.494.643	\$ 159.574.971	\$ 176.229.172	\$ 181.516.047	\$ 186.961.529	\$ 192.570.375	\$ 198.347.486	\$ 204.297.911
Pellet PEBD color (Kg.)	0	47.927	51.387	55.097	59.075	63.340	63.340	63.340	63.340	63.340	63.340
Precio	\$ 2.600	\$ 2.678	\$ 2.758	\$ 2.841	\$ 2.926	\$ 3.014	\$ 3.105	\$ 3.198	\$ 3.294	\$ 3.392	\$ 3.494
Ventas Brutas	\$ -	\$ 128.347.613	\$ 141.742.740	\$ 156.535.863	\$ 172.872.885	\$ 190.914.937	\$ 196.642.385	\$ 202.541.656	\$ 208.617.906	\$ 214.876.443	\$ 221.322.736
Pellet PP transparente (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375	96.375	96.375	96.375	96.375	96.375
Precio	\$ 2.500	\$ 2.575	\$ 2.652	\$ 2.732	\$ 2.814	\$ 2.898	\$ 2.985	\$ 3.075	\$ 3.167	\$ 3.262	\$ 3.360
Ventas Brutas	\$ -	\$ 149.856.417	\$ 175.097.033	\$ 204.588.976	\$ 239.048.306	\$ 279.311.691	\$ 287.691.042	\$ 296.321.773	\$ 305.211.426	\$ 314.367.769	\$ 323.798.802
Pellet PP negro (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375	96.375	96.375	96.375	96.375	96.375
Precio	\$ 2.000	\$ 2.060	\$ 2.122	\$ 2.185	\$ 2.251	\$ 2.319	\$ 2.388	\$ 2.460	\$ 2.534	\$ 2.610	\$ 2.688
Ventas Brutas	\$ -	\$ 119.885.133	\$ 140.077.626	\$ 163.671.181	\$ 191.238.645	\$ 223.449.353	\$ 230.152.833	\$ 237.057.418	\$ 244.169.141	\$ 251.494.215	\$ 259.039.041
Pellet PP color (Kg.)	0	58.197	66.018	74.891	84.957	96.375	96.375	96.375	96.375	96.375	96.375
Precio	\$ 2.100	\$ 2.163	\$ 2.228	\$ 2.295	\$ 2.364	\$ 2.434	\$ 2.508	\$ 2.583	\$ 2.660	\$ 2.740	\$ 2.822
Ventas Brutas	\$ -	\$ 125.879.390	\$ 147.081.507	\$ 171.854.740	\$ 200.800.577	\$ 234.621.820	\$ 241.660.475	\$ 248.910.289	\$ 256.377.598	\$ 264.068.926	\$ 271.990.994
Total Ventas Brutas	\$ -	\$ 1.007.740.327	\$ 1.142.657.115	\$ 1.296.467.736	\$ 1.471.930.423	\$ 1.672.220.718	\$ 1.722.387.339	\$ 1.774.058.959	\$ 1.827.280.728	\$ 1.882.099.150	\$ 1.938.562.125

ANEXO C

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO PROYECTADO A 10 AÑOS DE VIDA ÚTIL

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO						
ITEM	0	1	2	3	4	5
Unidades Vendidas (Kg.)	\$ -	412.854,00	455.297,86	502.427,32	554.791,56	613.007,09
Ventas brutas	\$ -	\$ 1.007.740.327	\$ 1.142.657.115	\$ 1.296.467.736	\$ 1.471.930.423	\$ 1.672.220.718
Costos directos	\$ -	\$ 358.998.597	\$ 369.768.555	\$ 380.861.612	\$ 392.287.460	\$ 404.056.084
Materia prima e insumos	\$ -	\$ 270.625.797	\$ 278.744.571	\$ 287.106.908	\$ 295.720.115	\$ 304.591.719
Mano de obra directa	\$ -	\$ 88.372.800	\$ 91.023.984	\$ 93.754.704	\$ 96.567.345	\$ 99.464.365
Costos indirectos	\$ -	\$ 45.600.000	\$ 46.968.000	\$ 48.377.040	\$ 49.828.351	\$ 51.323.202
Gastos indirectos	\$ -	\$ 191.000.000	\$ 196.730.000	\$ 202.631.900	\$ 208.710.857	\$ 214.972.183
Gastos de operación	\$ -	\$ 109.699.280	\$ 112.990.258	\$ 116.379.966	\$ 119.871.365	\$ 123.467.506
Depreciacion	\$ -	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200
Utilidad antes de impuestos	\$ -	\$ 265.302.250	\$ 379.060.102	\$ 511.077.018	\$ 664.092.190	\$ 841.261.544
Impuestos	\$ -	\$ 102.141.366	\$ 145.938.139	\$ 196.764.652	\$ 255.675.493	\$ 323.885.694
Utilidad despues de impuestos	\$ -	\$ 163.160.884	\$ 233.121.963	\$ 314.312.366	\$ 408.416.697	\$ 517.375.849
Depreciacion	\$ -	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200	\$ 37.140.200
Inversion en Activos fijos	\$ -365.406.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de trabajo	\$ -196.803.499	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de efectivo	\$ -562.209.499	\$ 200.301.084	\$ 270.262.163	\$ 351.452.566	\$ 445.556.897	\$ 554.516.049

ITEM	6	7	8	9	10
Unidades Vendidas (Kg.)	613.007,09	613.007,09	613.007,09	613.007,09	613.007,09
Ventas brutas	\$ 1.722.387.339	\$ 1.774.058.959	\$ 1.827.280.728	\$ 1.882.099.150	\$ 1.938.562.125
Costos directos	\$ 416.177.766	\$ 428.663.099	\$ 441.522.992	\$ 454.768.682	\$ 468.411.742
Materia prima e insumos	\$ 313.729.470	\$ 323.141.354	\$ 332.835.595	\$ 342.820.663	\$ 353.105.283
Mano de obra directa	\$ 102.448.296	\$ 105.521.745	\$ 108.687.397	\$ 111.948.019	\$ 115.306.460
Costos indirectos	\$ 52.862.898	\$ 54.448.785	\$ 56.082.248	\$ 57.764.716	\$ 59.497.657
Gastos indirectos	\$ 221.421.348	\$ 228.063.989	\$ 234.905.908	\$ 241.953.086	\$ 249.211.678
Gastos de operación	\$ 127.171.531	\$ 130.986.677	\$ 134.916.278	\$ 138.963.766	\$ 143.132.679
Depreciacion	\$ 35.941.000	\$ 35.941.000	\$ 35.941.000	\$ 35.941.000	\$ 35.941.000
Utilidad antes de impuestos	\$ 868.812.796	\$ 895.955.410	\$ 923.912.302	\$ 952.707.901	\$ 982.367.368
Impuestos	\$ 334.492.926	\$ 344.942.833	\$ 355.706.236	\$ 366.792.542	\$ 378.211.437
Utilidad despues de impuestos	\$ 534.319.869	\$ 551.012.577	\$ 568.206.066	\$ 585.915.359	\$ 604.155.931
Depreciacion	\$ 35.941.000	\$ 35.941.000	\$ 35.941.000	\$ 35.941.000	\$ 35.941.000
Inversion en Activos fijos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de trabajo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de efectivo	\$ 570.260.869	\$ 586.953.577	\$ 604.147.066	\$ 621.856.359	\$ 640.096.931

ANEXO D

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA PROYECTADO A 10 AÑOS DE VIDA ÚTIL

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA						
Item	0	1	2	3	4	5
Unidades Vendidas (Kg.)	\$ -	412.854,00	455.297,86	502.427,32	554.791,56	613.007,09
Ventas brutas	\$ -	\$ 1.007.740,327	\$ 1.142.657,115	\$ 1.296.467,736	\$ 1.471.930,423	\$ 1.672.220,718
Costos directos	\$ -	\$ 358.998,597	\$ 369.768,555	\$ 380.861,612	\$ 392.287,460	\$ 404.056,084
Materia prima e insumos	\$ -	\$ 270.625,797	\$ 278.744,571	\$ 287.106,908	\$ 295.720,115	\$ 304.591,719
Mano de obra directa	\$ -	\$ 88.372,800	\$ 91.023,984	\$ 93.754,704	\$ 96.567,345	\$ 99.464,365
Costos indirectos	\$ -	\$ 45.600,000	\$ 46.968,000	\$ 48.377,040	\$ 49.828,351	\$ 51.323,202
Gastos indirectos	\$ -	\$ 191.000,000	\$ 196.730,000	\$ 202.631,900	\$ 208.710,857	\$ 214.972,183
Gastos de operación	\$ -	\$ 109.699,280	\$ 112.990,258	\$ 116.379,966	\$ 119.871,365	\$ 123.467,506
Depreciación	\$ -	\$ 37.140,200	\$ 37.140,200	\$ 37.140,200	\$ 37.140,200	\$ 37.140,200
Utilidad antes de impuestos e interes	\$ -	\$ 265.302,250	\$ 379.060,102	\$ 511.077,018	\$ 664.092,190	\$ 841.261,544
Interes	\$ -	\$ 73.087,235	\$ 61.808,812	\$ 49.064,193	\$ 34.662,775	\$ 18.389,171
Utilidad antes de impuestos	\$ -	\$ 192.215,015	\$ 317.251,290	\$ 462.012,825	\$ 629.429,416	\$ 822.872,372
Impuestos	\$ -	\$ 74.002,781	\$ 122.141,747	\$ 177.874,938	\$ 242.330,325	\$ 316.805,863
Utilidad despues de impuestos	\$ -	\$ 118.212,234	\$ 195.109,543	\$ 284.137,887	\$ 387.099,091	\$ 506.066,509
Depreciación	\$ -	\$ 37.140,200	\$ 37.140,200	\$ 37.140,200	\$ 37.140,200	\$ 37.140,200
Amortización	\$ -	\$ 86.757,102	\$ 98.035,525	\$ 110.780,144	\$ 125.181,562	\$ 141.455,165
Inversion en Activos fijos	\$ -365.406,000					
Capital de trabajo	\$ -196.803,499					
Flujo de efectivo	\$ -562.209,499	\$ 68.595,332	\$ 134.214,218	\$ 210.497,944	\$ 299.057,728	\$ 401.751,543

Item	6	7	8	9	10
Unidades Vendidas (Kg.)	613.007,09	613.007,09	613.007,09	613.007,09	613.007,09
Ventas brutas	\$ 1.722.387,339	\$ 1.774.058,959	\$ 1.827.280,728	\$ 1.882.099,150	\$ 1.938.562,125
Costos directos	\$ 416.177,766	\$ 428.663,099	\$ 441.522,992	\$ 454.768,682	\$ 468.411,742
Materia prima e insumos	\$ 313.729,470	\$ 323.141,354	\$ 332.835,595	\$ 342.820,663	\$ 353.105,283
Mano de obra directa	\$ 102.448,296	\$ 105.521,745	\$ 108.687,397	\$ 111.948,019	\$ 115.306,460
Costos indirectos	\$ 52.862,898	\$ 54.448,785	\$ 56.082,248	\$ 57.764,716	\$ 59.497,657
Gastos indirectos	\$ 221.421,348	\$ 228.063,989	\$ 234.905,908	\$ 241.953,086	\$ 249.211,678
Gastos de operación	\$ 127.171,531	\$ 130.986,677	\$ 134.916,278	\$ 138.963,766	\$ 143.132,679
Depreciación	\$ 35.941,000	\$ 35.941,000	\$ 35.941,000	\$ 35.941,000	\$ 35.941,000
Utilidad antes de impuestos e interes	\$ 868.812,796	\$ 895.955,410	\$ 923.912,302	\$ 952.707,901	\$ 982.367,368
Interes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de impuestos	\$ 868.812,796	\$ 895.955,410	\$ 923.912,302	\$ 952.707,901	\$ 982.367,368
Impuestos	\$ 334.492,926	\$ 344.942,833	\$ 355.706,236	\$ 366.792,542	\$ 378.211,437
Utilidad despues de impuestos	\$ 534.319,869	\$ 551.012,577	\$ 568.206,066	\$ 585.915,359	\$ 604.155,931
Depreciación	\$ 35.941,000	\$ 35.941,000	\$ 35.941,000	\$ 35.941,000	\$ 35.941,000
Amortización					
Inversion en Activos fijos					
Capital de trabajo					
Flujo de efectivo	\$ 570.260,869	\$ 586.953,577	\$ 604.147,066	\$ 621.856,359	\$ 640.096,931

ANEXO E

EVALUACION FINANCIERA PROYECTADA A 10 AÑOS DE VIDA ÚTIL

Valor presente neto

PERIODO	FLUJO DE EFECTIVO
0	\$ -562.209.499
1	\$ 68.595.332
2	\$ 134.214.218
3	\$ 210.497.944
4	\$ 299.057.728
5	\$ 401.751.543
6	\$ 570.260.869
7	\$ 586.953.577
8	\$ 604.147.066
9	\$ 621.856.359
10	\$ 640.096.931
VPN(20%)	\$ 612.368.017,40

Tasa Interna de retorno

PERIODO	FLUJO DE EFECTIVO
0	\$ -562.209.499
1	\$ 68.595.332
2	\$ 134.214.218
3	\$ 210.497.944
4	\$ 299.057.728
5	\$ 401.751.543
6	\$ 570.260.869
7	\$ 586.953.577
8	\$ 604.147.066
9	\$ 621.856.359
10	\$ 640.096.931
TIR	40%