

CARACTERIZACION DE ENVASES PLASTICOS DE POLIETILENO Y ESTUDIO DE  
PREFACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE RECICLADO DE  
POLIETILENO EN LA EMPRESA FATEP DEL MUNICIPIO DE GIRON

YASNEIDY FLOREZ MELENDEZ

FABIAN MIGUEL CONTRERAS GARCIA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – QUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA  
BUCARAMANGA

2010

CARACTERIZACION DE ENVASES PLASTICOS DE POLIETILENO Y ESTUDIO DE  
PREFACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE RECICLADO DE  
POLIETILENO EN LA EMPRESA FATEP DEL MUNICIPIO DE GIRON

YASNEIDY FLOREZ MELENDEZ

FABIAN MIGUEL CONTRERAS GARCIA

Trabajo de grado presentado para optar al titulo de Ingeniero Químico

Directores

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

MARIO ALVAREZ CIFUENTES

Profesor, Ingeniero Químico Ph.D;

FATEP

ANTONIO REY RAMIREZ

Gerente, Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – QUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA  
BUCARAMANGA

2010

## DEDICATORIA

*Doy gracias a Dios y a mi familia por todos los favores recibidos.*

**YASNEIDYTA LA BONITA**

*Al Señor Jesús, quien por su gran misericordia colma cada uno de mis días de sorprendentes bendiciones y me lleva de lo bueno a lo mejor y de lo mejor a lo excelente.*

*A mi tesoro y a mi papito, porque han desarrollado en mi corazón las virtudes más relevantes que me hacen un verdadero profesional y una persona íntegra.*

*A neniita, mi constante y más sublime inspiración en la consecución de todos y cada uno de mis pequeños y grandes logros.*

*A mis amigos, por brindarme su cariño y poner encanto y alegría a mis días.*

**FABIAN MIGUEL CONTRERAS GARCIA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Universidad Industrial de Santander

Escuela de Ingeniería Química

Mario Álvarez Cifuentes Ph. D

Escuela de Ingeniería Civil

FATEP

Ing. Antonio Rey Ramírez

Ing. Juan Carlos Vásquez Márquez

Instituto Tecnológico Salesiano

R.P. Marco Fidel Benavides Cogua

Lic. Gonzalo Monares Vera

## CONTENIDO

	<b>Pag</b>
INTRODUCCION	1
1. POLIETILENO	2
2. METODOLOGIA	6
3. RESULTADOS Y ANALISIS	13
CONCLUSIONES	23
RECOMENDACIONES	24
BIBLIOGRAFIA	25

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pag</b>
Tabla 1. Comparación de parámetros básicos entre PELD y PEBD.	2
Tabla 2. Definición de los parámetros establecidos para las mediciones.	9
Tabla 3. Observaciones en el desarrollo de la prueba de estabilidad.	15
Tabla 4. Observaciones en el desarrollo de la prueba de resistencia a la caída.	16
Tabla 5. Resultados de la prueba de tensión.	17
Tabla 6. Resultados y observaciones encontradas en la prueba de ataque químico.	18
Tabla 7. Capacidad de producción maquinaria.	20
Tabla 8. Tipo de demanda.	20
Tabla 9. Materias primas necesarias para el proceso de reciclado.	22
Tabla 10. Costo de la maquinaria para reciclado	22
Tabla A1. Resultados de la encuesta aplicada a clientes FATEP.	26
Tabla A2. Clasificación según composición en porcentaje peso de los envases.	26
Tabla A3. Clasificación según diseño del envase.	27
Tabla A4. Pruebas practicadas con la norma respectiva.	28
Tabla A5. Clasificación de los envases según la geometría de su diseño.	29
Tabla B1. Resultados de determinación de las dimensiones de los envases.	30
Tabla C1. Resultados de determinación de la capacidad de los envases.	31

Tabla C2. Resultados de determinación del peso de los envases como consecuencia del procedimiento de determinación de la capacidad.	31
Tabla D1. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD1	32
Tabla D2. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD2	33
Tabla D3. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD3	33
Tabla D4. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD4	34
Tabla D5. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD1	35
Tabla D6. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD2	36
Tabla D7. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD3	37
Tabla D8. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD4	38
Tabla E1. Determinación costos de producción por kilo.	39
Tabla E2. Costos y gastos operacionales	40
Tabla E3. Costos para producir 1 kilo de PE reciclado.	46
Tabla E4. Flujo neto del proyecto	47

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag</b>
Figura 1. Curvas de tensión-deformación para varios tipos de materiales poliméricos.	5
Figura 2. Curvas características de esfuerzo vs. Deformación de polímeros populares.	5
Figura 3. Metodología a llevar a cabo en el desarrollo de la práctica.	6
Figura 4. Prueba de determinación de las dimensiones	8
Figura 5. Modelo de envase tipo diseño cilíndrico.	8
Figura 6. Modelo de envase tipo diseño poliédrico.	9
Figura 7. Prueba de determinación de la capacidad.	9
Figura 8. Determinación de la estabilidad.	10
Figura 9. Determinación de la resistencia al ataque químico.	12
Figura 10. Etapas seguidas en el estudio de prefactibilidad.	12
Figura 11. Dimensiones determinadas a los envases con diseño tipo cilíndrico.	13
Figura 12. Dimensiones determinadas a los envases con diseño tipo poliédrico.	13
Figura 13. Volumen total calculado de cada una de las referencias de los envases.	14
Figura 14. Peso verificado vs. peso confrontado de cada una de las referencias de los envases.	15
Figura 15. Probetas de envases según su composición sometidos a prueba de tensión.	17

Figura 16. Porcentaje de variación del peso de los envases en la prueba de ataque químico.	18
Figura 17. Esquemmatización de las etapas del proceso de reciclaje de PE.	21
Figura D1. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD1	32
Figura D2. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD2	33
Figura D3. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD3	34
Figura D4. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD4	35
Figura D5. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD1	36
Figura D6. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD2	37
Figura D7. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD3	38
Figura D8. Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD4	38

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pag</b>
ANEXO A. RESULTADOS Y ORGANIZACIÓN DE DATOS DE LA METODOLOGIA	26
ANEXO B. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS ENVASES	30
ANEXO C. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS ENVASES	31
ANEXO D. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN	32
ANEXO E. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO FINANCIERO	39

## RESUMEN

**TITULO:** CARACTERIZACION DE ENVASES PLASTICOS DE POLIETILENO Y ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE RECICLADO DE POLIETILENO EN LA EMPRESA FATEP DEL MUNICIPIO DE GIRON.\*

**AUTORES:** YASNEIDY FLOREZ MELENDEZ<sup>§</sup>  
FABIAN MIGUEL CONTRERAS GARCIA<sup>§</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Envases de polietileno, pruebas de caracterización de envases plásticos, reciclado de polietileno.

FATEP es una empresa dedicada a la producción de envases plásticos a partir de polietileno tanto virgen como reciclado. Lleva solo cuatro años prestando sus servicios en el municipio de Girón y ya se empieza a posesionar como una de las más competitivas en Santander. Sin embargo en el momento de dar inicio a ésta práctica no tenía una caracterización formal de cada uno de los envases plásticos que ofrece al mercado. En el desarrollo de nuestra práctica se efectuaron siete pruebas de caracterización (determinación de dimensiones, capacidad, verificación de peso, estabilidad, resistencia a la caída, resistencia a la tensión, resistencia al ataque químico) previa consulta a los clientes de mayor demanda sobre las especificaciones de los envases requeridas por ellos. Cada uno de los modelos de envases de polietileno que ofrece la empresa al mercado fue plenamente caracterizado según normas técnicas nacionales o internacionales y se estableció una comparación entre sus propiedades en cada una de las pruebas.

FATEP ha progresado tanto que tiene la intención de expandir su mercado a la implementación del proceso de reciclado de polietileno en su planta de producción; por tal motivo se llevo a cabo un estudio de prefactibilidad de implementación del proceso en tres etapas (estudio de mercado, estudio técnico, estudio financiero) a un tiempo de proyección de cinco años arrojando prometedores resultados para la empresa quien finalmente tendrá la última palabra sobre la adopción del proceso.

---

\* Proyecto de grado

<sup>§</sup> Universidad Industrial de Santander. Facultad de Físicoquímica, Escuela de Ingeniería Química. Director Ingeniero Químico Ph.d. Mario Álvarez Cifuentes.

## ABSTRACT

**TITLE:** CHARACTERIZATION OF POLYETHYLENE PLASTIC CONTAINERS AND PREFEASIBILITY STUDIES IMPLEMENTATION OF RECYCLED POLYETHYLENE PROCESS IN THE COMPANY OF THE MUNICIPALITY OF GIRÓN FATEP\*

**AUTHORS:** YASNEIDY FLOREZ MELENDEZ\*\*  
FABIAN MIGUEL CONTRERAS GARCIA\*\*

**KEY WORDS:** Polyethylene containers, characterization tests of plastic bottles, recycled polyethylene.

FATEP is a company dedicated to the production of plastic containers from both virgin and recycled polyethylene. It takes only four years serving in the municipality of Girón and now it begins to take possession as one of the most competitive in Santander. But at the time to start this practice did not have a formal characterization of each of the plastic packaging to the market. In the development of our practice tests are carried out seven characterization (determination of size, capacity, weight verification, stability and resistance to the fall, tensile strength, chemical resistance) following consultation with customers on higher demand packaging specifications required by them. Each of the polyethylene packaging models offered by the company to the market was fully characterized by national or international technical standards and a comparison between their properties in each of the tests.

FATEP has progressed so far that it intends to expand its market to the implementation of the recycling process of polyethylene at its plant in production, for this reason it conducted a feasibility study for implementing the process into three stages (market, Technical Study, Financial Study) at a time projection throwing five years promising results for the company who ultimately have the final say on adopting the process.

---

\* Project of degree

\*\* Universidad Industrial de Santander. Faculty of Physical Chemistry, School of Chemical Engineering. Chemical Engineering Director Ph.d. Mario Alvarez Cifuentes.

## INTRODUCCION

Quizás de los deseos más fuertes que tenemos los estudiantes de una carrera de pregrado es poner cuanto antes los conocimientos recibidos en nuestra formación superior en una compañía afín al campo de acción para el que hemos sido preparados como lo son los polímeros.

En nuestros días, la industria del plástico ha incrementado su importancia ya que cada vez es mayor la cantidad de productos que a diario empleamos cuya base en su formulación es el polietileno. [1] Esto indica que las empresas que laboran para este tipo de material son beneficiadas, aumentando así la producción y por ende los ingresos. Además las exigencias y competencia del mercado son mayores, originando que la calidad y costo sean puntos claves en el consumo de estos productos.

Hoy en día FATEP bajo su proceso de inyección y soplado de polietileno pretende lograr excelentes productos para consolidarse en el mercado nacional como productor de envases plásticos y con la intención de expandir su mercado a la venta del polietileno reciclado.

Este proyecto se realiza debido a la necesidad de FATEP de caracterizar formalmente cada uno de sus líneas de envases de polietileno de conformidad con las solicitudes de sus clientes y estándares nacionales e internacionales y así mismo indagar sobre la posibilidad de abordar el campo de la producción de polietileno reciclado a partir de un estudio de prefactibilidad con el objeto de aumentar sus utilidades.

## 1. POLIETILENO

Es un material termoplástico semicristalino. Se destacan en general por una buena resistencia química, alta tenacidad y elongación en la rotura, así como buenas propiedades de aislamiento eléctrico. Pueden ser tratados en prácticamente todos los procesos usuales, son económicos, y por ello, han encontrado una amplia aplicación. Hoy se han convertido en el grupo de plásticos más importante desde el punto de vista cuantitativo. [2]

**Tabla 1.** Comparación de parámetros básicos entre PELD y PEBD [3]

Parámetros de comparación	PE-LD	PE-HD
Grado de cristalización %	40 a 50	60 a 80
Densidad g/cm <sup>3</sup>	0.915 a 0.94	0.94 a 0.965
Módulo de cizallamiento N/mm <sup>2</sup>	+/-130	+/- 1000
Rango de fusión cristalina °C	105 a 110	130 a 135
Resistencia química	buenas	mejor

### Propiedades

- Los polímeros basados en etileno se producen en amplia variedad. Por ello se obtiene un muy variado cuadro de propiedades, a ello hay que agregarle posibilidades de modificación por medio de la fabricación de copolimerizados y aleaciones poliméricas (polyblends), de ahí que solo se puedan mencionar solamente las propiedades típicas.
- alta tenacidad y elongación en la rotura
- estabilidad térmica de -50 a +90o C
- color natural: lechoso, baja adsorción de agua, baja densidad
- muy buen comportamiento de aislamiento eléctrico
- buena procesabilidad y formabilidad
- el PE es resistente a los ácidos, álcalis, soluciones salinas, agua, alcoholes, aceites (el PE-HD también es resistente a la gasolina) y, por debajo de los 60 oC es prácticamente insoluble en casi todos los solventes orgánicos.
- El PE no es resistente a los oxidantes fuertes (sobre todo a altas temperaturas), el PE-LD se hincha en hidrocarburos aromáticos y alifáticos.

#### 1.1 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD o LDPE)

1.2 El polietileno de baja densidad tiene una densidad en el rango de 0.910 – 0.925 g/cm<sup>3</sup>, en función de la estructura molecular del polímero. El PEBD tiene una estructura en su mayor parte amorfa. [4]

Es un material traslucido, inodoro, su punto de fusión varia dependiendo del grado de la resina, como promedio en 110 °C tiene una conductividad térmica baja como la mayoría de los materiales termoplásticos.

Las propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad, dependen del grado de polimerización y la configuración molecular, es decir, cuanto mas elevado sea el peso molecular mejor serán las propiedades

Debido a la baja conductividad eléctrica, el PE se ha convertido en un aislante de primera, tanto en alta como en baja tensión

La naturaleza no polar del polietileno, le confiere gran resistencia a los ataques de sustancias químicas. A temperaturas menores de 60°C, resiste a la mayoría de los solventes, ácidos, bases y sales en cualquier concentración .por otro lado a temperaturas mayores es soluble en solventes orgánicos alifáticos y especialmente en los aromáticos y clorados. Es totalmente atóxico, impermeable al agua y relativamente poco permeable al vapor de agua y gases, puede estar en contacto directo con alimentos sin presentar riesgo para los consumidores.

#### Aplicaciones

Tiene aplicación dentro del sector de envase y empaque, destacando su utilización en bolsas, botellas, envase industrial, laminaciones, película para forro, película incogible, recubrimiento, sacos y costales, tapas para botellas y otros. [4]

En la construcción se puede encontrar en tuberías (conduit), Láminas para recubrimientos, láminas selladoras, en agricultura como película para invernadero y tubería de riego.

En la industria electro-electrónica se utiliza como aislante para cables y conductores, cables de alta frecuencia, material dieléctrico, juguetes pequeños y otros productos.

#### 1.2 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD o HDPE)

El polietileno de alta densidad tiene una densidad en el rango de 0.941 – 0.965 g/cm<sup>3</sup>, presenta un alto grado de cristalinidad, siendo así un material opaco y de aspecto ceroso, las propiedades de cristalinidad y mayor densidad se relacionan con las moléculas mas empacadas, ya que casi no existen ramificaciones

La rigidez, dureza y resistencia a la tensión de los polietilenos, se incrementa con la densidad, el PEAD presenta mejores propiedades mecánicas que el PEBD y el PELBD, también presenta fácil procesamiento y buena resistencia al impacto y a la abrasión. El calor necesario para llegar al punto de fusión, esta relacionado con la cristalinidad. El polietileno de alta densidad, muestra un punto de fusión entre 120°C Y 136°C mayor al del PEBD.

El PEAD tiene excepcional resistencia a sustancias químicas y otros medios. No es atacado por soluciones acuosas, salinas, ácidos y álcalis. La solubilidad del polietileno en hidrocarburos alifáticos, aromáticos y clorados, depende de la cristalinidad, pero a temperaturas elevadas el PEAD es soluble en estos.

## Aplicaciones

El polietileno de alta densidad cuenta con un número de aplicaciones, en el sector de envase y empaque se utiliza en bolsas para mercancía, bolsas para basura, botella para leche y yogurt, cajas para transporte de botellas, envases para productos químicos, envases para jardinería, detergentes y limpiadores, frascos para productos cosméticos y capilares, recubrimiento de sobres para correo, .en la industria eléctrica se usa como aislante de cable y alambre, para conexiones y cuerpos de bobina.

En el sector automotriz se usa en recipientes para aceite y gasolina, conexiones y tanques para agua, además de tubos y mangueras. [4]

En la construcción se puede encontrar en Tuberías de conducción de agua potable y desagües, caños de calefacción, uniones (fittings), baldes, tanques de combustible para calefacción.

### 1.3 ANÁLISIS Y ENSAYOS A ENVASES DE POLIETILENO

#### 1.3.1 ATAQUE QUIMICO

La disolución de un polímero es un proceso lento que acontece en dos fases. En la primera, las moléculas de disolvente se difunden lentamente dentro del polímero produciendo un gel hinchado. En la segunda, el gel se desintegra gradualmente en una verdadera disolución. Los polímeros reticulados no se disuelven, únicamente se hinchan, debido a las grandes fuerzas intermoleculares polímero-polímero. [5]

#### 1.3.2 DEFORMACIÓN EN TENSIÓN

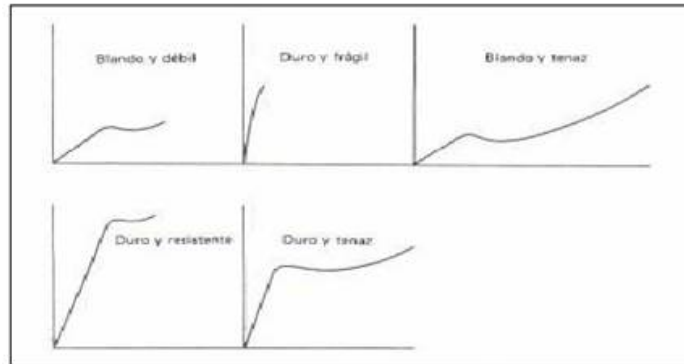
Una de las experiencias mecánicas que suministran más información con cualquier tipo de material es la determinación de la curva tensión-deformación. Esta se realiza normalmente por medida continuada de la fuerza que se desarrolla a medida que la muestra es alargada a velocidad constante de tensión.

La curva generalizada de tensión-deformación para plásticos sirve para definir algunas magnitudes útiles, tales como, módulos o rigidez (Pendiente de la curva), tensión límite, resistencia y alargamiento en ruptura. En la figura 1 se muestran curvas típicas de tensión-deformación, con su respectiva interpretación. Así mismo en la figura 2 se muestran algunas curvas características de esfuerzo vs. Deformación de polímeros populares. [5]

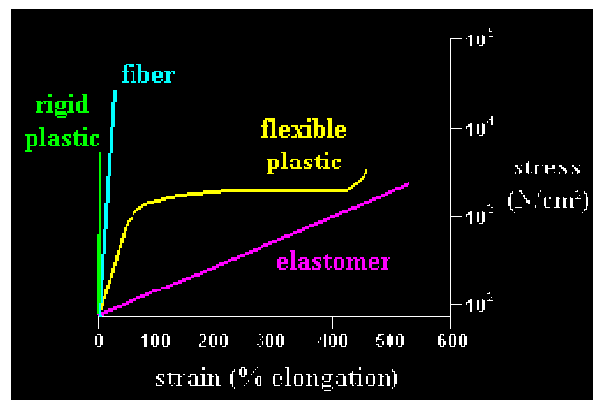
#### 1.3.3 DUREZA

La dureza es una propiedad compuesta que combina los conceptos de resistencia a la penetración, rayado, daño superficial, etc. La mayoría de los ensayos de dureza para los plásticos se basan en la resistencia a la penetración por un punzón que hace presión sobre el plástico bajo una carga constante. [5]

**Figura 1.** Curvas de tensión-deformación para varios tipos de materiales poliméricos.



**Figura 2.** Curvas características de Esfuerzo vs. Deformación de polímeros populares. [8]



#### 1.4 IMPORTANCIA DEL RECICLAJE DE ENVASES DE POLIETILENO

Muchas de las ventajas de los productos plásticos se convierten en una desventaja en el momento que los deseamos; ya sea porque es descartable o bien, cuando tiramos objetos de plásticos porque se han roto y ya no sirven. [6]

Por medio del estudio de prefactibilidad que se llevó a cabo para FATEP notamos la importancia de concientizar a las personas, sobre el manejo y disposición de los desechos plásticos, estimulando así el reciclaje para una reutilización de ellos, pero con el objetivo de conservar el medio ambiente.

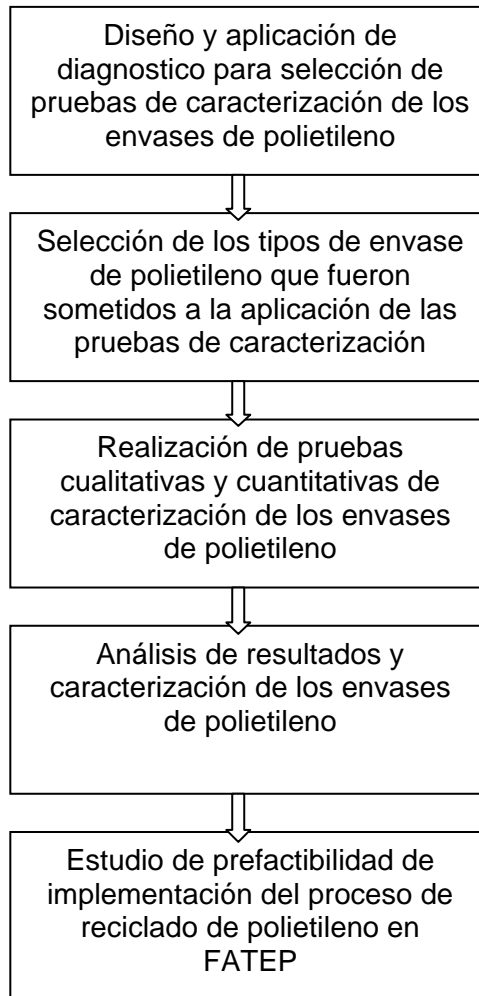
Un objeto plástico en el ambiente tarda más de 100 años en descomponerse. [7]

Si bien los plásticos podrían ser reutilizados, lo cierto es que estos desechos son un problema de difícil solución fundamentalmente en las grandes ciudades. Es realmente una tarea costosa y compleja para los encargados de la recolección y disposición final de los residuos; ya que a la cantidad de envases se le debe sumar el volumen que representan sin contar la cantidad de bolsas.

## 2. METODOLOGIA

El desarrollo de nuestra practica en FATEP, una vez nos familiarizamos con la empresa y con la situación problema a resolver, consistió en la realización del siguiente orden de actividades que se aprecia en la figura 3.

**Figura 3.** Metodología a llevar a cabo en el desarrollo de la práctica.



### 2.1 DISEÑO Y APLICACIÓN DE DIAGNOSTICO PARA SELECCIÓN DE PRUEBAS DE CARACTERIZACION DE LOS ENVASES DE POLIETILENO

FATEP queriendo suplir los requisitos de sus clientes tanto en la línea de envases para productos de limpieza como en la línea de envases para aceites lubricantes tomó la decisión de diseñar y aplicar a través de nosotros una encuesta a sus diez clientes de mayor demanda, para diagnosticar cuales serian las características a

verificar y mencionar en las fichas técnicas de sus envases, considerando también las legislaciones propias que apliquen a estos clientes en lo referente a los envases que utilizan para comercializar sus productos.

Las respuestas de sus clientes se reorganizaron en la tabla A1 (Ver anexo A). Donde se presenta también el número de veces que fue mencionada tal característica por los encuestados.

FATEP determinó que aquellas características mencionadas por el 70% de los encuestados debían estar referidas en sus fichas técnicas de manera que se procedió a aplicar las pruebas a las características con una frecuencia igual o superior a 7.

Además, de las características solicitadas FATEP ya cuenta con dos que son la composición de sus envases y el peso de cada uno de ellos. (Aunque en el desarrollo de nuestra práctica se corroboraron los valores de ésta última).

## 2.2 SELECCIÓN DE LOS TIPOS DE ENVASE DE POLIETILENO QUE SERÁN SOMETIDOS A LA APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS.

En la planta de FATEP se producen envases de polietileno tanto de material virgen como de material recuperado de primer, segundo y tercer orden, provenientes de envases utilizados con fines similares. De igual manera estos envases son producidos en diversos diseños de acuerdo con el uso y la aplicación que se les vaya a dar. Teniendo en cuenta estas variables significativas se seleccionaron los envases para la realización de las pruebas asignándoseles una referencia que se especifica en las tablas A2 y A3 (ver anexo A).

Según la naturaleza de cada una de las pruebas a realizar se determinó cual era el tipo de clasificación que tenía relevancia en el desarrollo de dicha prueba, según su composición en porcentaje peso de los envases (ver anexo A, tabla A2), según diseño del envase (ver anexo A, tabla A3).

## 2.3 REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS ENVASES DE POLIETILENO.

Las pruebas a aplicar en los envases (producto del diagnóstico que se hizo) fueron clasificadas como pruebas según diseño y pruebas según composición como se indica en la tabla A4 (ver anexo A) de acuerdo a la naturaleza de cada una de ellas. En la tabla también se presenta la norma que fue adoptada o referida en el desarrollo de la prueba.

FATEP es una empresa que trabaja de manera continua, las 24 horas del día en la producción de envases; sin embargo cada tres días se acondicionan las extrusoras para producir uno o máximo dos tipos de envases de las diferentes líneas que ofrece a sus clientes. Por tal motivo su gerente solicitó que para la aplicación de las pruebas se tomaran tres unidades de cada referencia de envase (cada uno de ellos

producidos en semanas diferentes) y se promediaran los resultados a fin de brindar confiabilidad a los resultados.

### 2.3.1 PRUEBAS SEGÚN DISEÑO

#### 2.3.1.1 DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES

Para la realización de este procedimiento se tomó como referencia la norma técnica colombiana NTMD – 0087 – A3. Se tomaron tres envases de cada una de las referencias asignadas según diseño y se uso un calibrador marca Vernier Calliper para la toma de medidas Figura 4.

**Figura 4.** Prueba de determinación de las dimensiones



Se definieron 3 parámetros de medida y se clasificaron los envases en dos grupos: envases de diseño tipo cilíndrico Figura 5 y envases de diseño tipo poliédrico. Figura 6. La clasificación de los envases según la geometría de su diseño se presenta en la tabla A5 (ver anexo A)

**Figura 5.** Modelo de envase tipo diseño cilíndrico.



**Figura 6.** Modelo de envase tipo diseño poliédrico.



La definición de los parámetros presentados en las figuras 5 y 6 se da en la tabla 2

**Tabla 2.** Definición de los parámetros establecidos para las mediciones.

Parámetro	Diseño tipo cilíndrico	Diseño tipo poliédrico
a	Diámetro del envase a 70mm de la base	Largo del envase a 90mm de la base
b	Diámetro del envase a 120mm de la base	Ancho del envase a 90mm de la base
h	Altura del envase	Altura del envase

### 2.3.1.2 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD

Para la realización de esta prueba se tomó como referencia la norma técnica colombiana NTMD – 0087 – A3. Se tomaron tres envases de cada una de las referencias asignadas según diseño; se pesó cada uno de los envases con la tapa asegurada (P1) Figura 7, luego se peso el envase lleno al rebose con agua destilada (P2) y se obtuvo el volumen total (Vt) así:

$$V_t = (P_2 - P_1) / \rho_{H_2O} \quad \rho = \text{densidad del agua destilada que se tomo como } 1\text{g/cm}^3.$$

**Figura 7.** Prueba de determinación de la capacidad.



#### 2.3.1.2.1 VERIFICACIÓN DEL PESO DE LOS ENVASES

Como consecuencia de la realización de la prueba de determinación de la capacidad y conforme a lo señalado en la norma técnica colombiana NTMD – 0087 – A3, se llevó a cabo la verificación del peso de los envases en una balanza de triple brazo. Una vez más se tomaron tres envases de cada referencia y se promediaron los resultados. Se confrontaron los valores obtenidos con los que actualmente brinda la empresa a sus clientes.

#### 2.3.1.3 DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD

Para la realización de esta prueba se tomó como referencia la norma técnica colombiana NTMD – 0087 – A3. Se tomaron tres envases de cada una de las referencias asignadas según diseño; se llenaron los envases hasta el 98% de su capacidad plena con agua destilada y se aseguró su tapa. Se colocaron en un plano inclinado a  $15^\circ$  sobre la horizontal figura 8; a cada uno de los envases se les dio tres giros de  $120^\circ$  en sentido horario sobre su propio eje. Se tabularon las observaciones.

**Figura 8.** Determinación de la estabilidad.



#### 2.3.1.4 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA CAIDA

Para la realización de esta prueba se tomó como referencia la norma técnica colombiana NTMD – 0087 – A3 [a}. Se tomaron tres envases de cada una de las referencias asignadas según diseño; se lleno cada envase con agua destilada hasta su capacidad nominal y se aseguró la tapa. Se dejó caer cada uno desde una altura de 1,5 metros sobre una superficie plana de concreto sólido. Se realizó la prueba tres veces con cada envase en diferentes posiciones. Se tabularon las observaciones.

Para cada una de las referencias se definió un valor de la confiabilidad de la resistencia (CR) del envase así:

$$CR= 100 - 11.11n$$

Donde,

n= numero de veces que se observó la anomalía de las nueve caídas a las que fue sometida cada referencia.

### 2.3.2 PRUEBAS SEGÚN COMPOSICIÓN

#### 2.3.2.1 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSION

Esta prueba se realizó conforme a lo señalado en la norma ASTM D638, se realizó por medida continua de la fuerza que es desarrollada mientras la muestra es alargada a velocidad constante de tensión.

Para la determinación de la resistencia a la tensión de los envases plásticos, se adecuaron mordazas para plástico en una maquina universal de ensayos marca Trebel de la escuela de Ingeniería Civil, en la que se trabajo con valores de carga que iniciaban en 20 kg-f, aumentando en 10 unidades cada medida a una velocidad constante de 2,5cm/min. Se tomaron 3 muestras de cada una de las referencias de los envases según composición, estas muestras fueron acondicionadas como probetas en forma de pesas tomando como referencia las especificaciones de la norma.

Se puso cada muestra en las mordazas según los requerimientos y se empezó a aumentar la carga suministrada a la probeta, determinando el instante en que fallaba, además se tomaron lecturas de carga y deformación presentada durante la tensión.

#### 2.3.2.2 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL ATAQUE QUIMICO

Para la realización de ésta prueba se tomó como referencia la norma ASTM D543.

Los líquidos patrones a utilizar se seleccionaron de acuerdo al servicio que prestaría cada uno de los envases.

Se tomaron tres especimenes por cada una de las referencias de polietileno de baja densidad y se llenaron con una solución jabonosa detergente al 5% (porcentaje volumen a volumen), los envases se llenaron hasta el 50% de su volumen total. Se colocó una película plástica en la boca de cada envase antes de cerrarlos para garantizar que permanecieran herméticamente cerrados durante la prueba; se cerraron con su tapa correspondiente y se situaron los envases en un baño de la misma solución jabonosa detergente, unos boca arriba y otros boca abajo. El nivel de la solución jabonosa detergente llegó hasta la mitad de la longitud total de cada envase Flg 9. Se almacenaron los envases a 30 °C ±3 y se inspeccionaron a intervalos periódicos de 24 horas en un tiempo total de 96 horas de exposición.

Para las referencias de polietileno de alta densidad se realizo el mismo procedimiento cambiando el líquido patrón por aceite corriente de automotor al 16%.

**Figura 9.** Determinación de la resistencia al ataque químico.



Se realizó inspección visual de posibles fallas en los envases y se cuantificó el grado de hinchamiento (% de ganancia en peso).

#### 2.4 REALIZACIÓN DE ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE RECICLADO DE POLIETILENO.

Esta segunda parte de nuestro proyecto se llevó a cabo en tres etapas como se esquematiza en la figura 10

**Figura 10.** Etapas seguidas en el estudio de prefactibilidad.



Se dio inicio realizando un estudio de mercado para determinar con un buen nivel de confianza, la existencia real de clientes para los nuevos servicios que podría ofrecer la empresa.

Posteriormente se realizó un estudio técnico para definir los nuevos equipos e insumos que sería necesario adquirir en la empresa para la implementación del proceso.

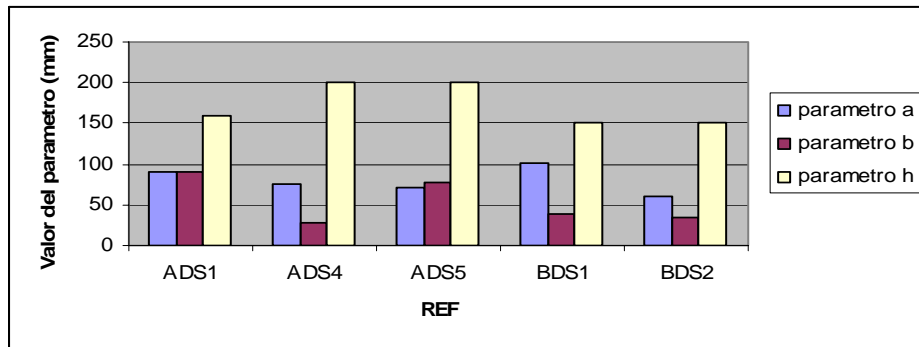
Finalmente se realizó un estudio financiero global (incluyendo procesos actuales con proceso a implementar) para confrontarlo con los valores que actualmente invierte la empresa comprando el material reciclado y las posibles utilidades y ventajas económicas que podría brindarle la implementación del proceso de reciclaje

### 3. ANALISIS Y RESULTADOS

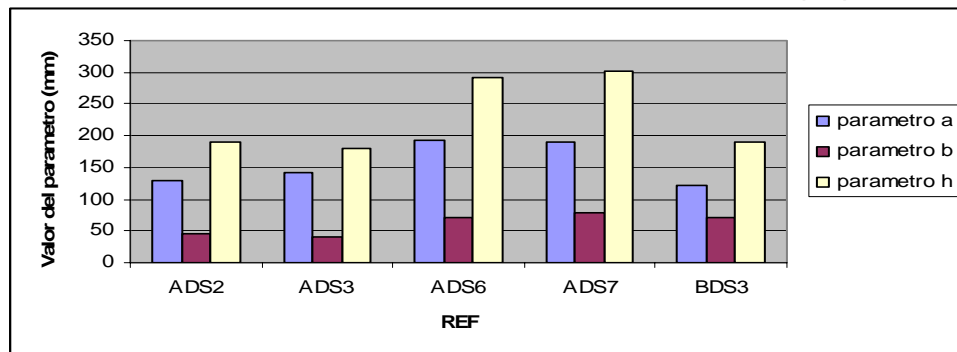
#### 3.1 PRUEBAS SEGÚN DISEÑO

##### 3.1.1 DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES

**Figura 11 .** Dimensiones determinadas a los envases con diseño tipo cilíndrico.



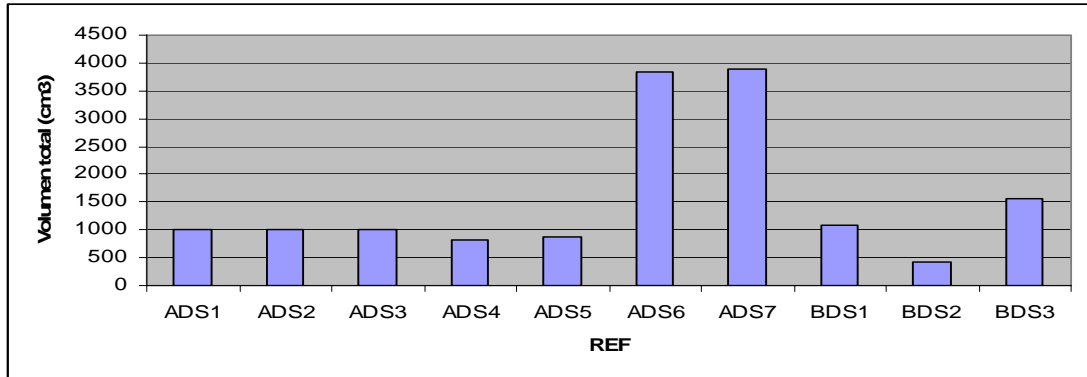
**Figura 12.** Dimensiones determinadas a los envases con diseño tipo poliédrico.



A partir de este procedimiento se definieron exactamente las dimensiones de cada uno de los envases plásticos que produce FATEP, tanto en sus diseños tipo cilíndricos como en los poliédricos. Además de brindar a la empresa una las informaciones solicitadas por sus clientes en las especificaciones de sus envases también FATEP podrá utilizar ésta información para elaborar sus catálogos de presentación de productos tomando criterios tales como la organización de los envases según la geometría de sus diseños y presentándolos uno por uno desde el de mayor altura al de menor altura por ejemplo; o adoptando algún otro criterio que considere relevante.

##### 3.1.2 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD

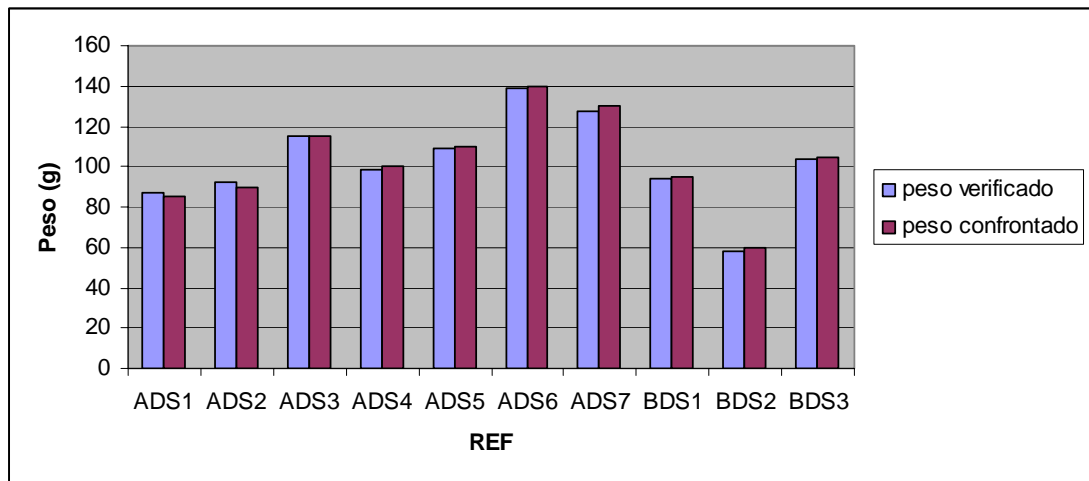
**Figura 13.** Volumen total calculado de cada una de las referencias de los envases



Como resultado de este procedimiento se definió exactamente la capacidad de cada uno de los envases plásticos que produce FATEP. Por la gráfica se aprecia que actualmente la empresa brinda a sus clientes 2 posibilidades si se trata de contener grandes volúmenes (referencias ADS6 y ADS7); así mismo se observa que el mayor número de diseños de envases que tiene la empresa son para contener poco menos de un litro (referencias ADS1, ADS2, ADS3, ADS4 y ADS5), aunque si se trata de contener menos de 400cm<sup>3</sup> la empresa brinda a sus clientes la referencia BDS2. Además de brindar a la empresa una las informaciones solicitadas por sus clientes en las especificaciones de sus envases, una vez mas FATEP podrá utilizar ésta información si lo considera conveniente para elaborar sus catálogos de presentación de productos tomando por criterio la capacidad.

### 3.1.2.1 VERIFICACIÓN DEL PESO DE LOS ENVASES

**Figura 14.** Peso verificado vs. peso confrontado de cada una de las referencias de los envases



La verificación de los pesos de cada una de las referencias de los envases que produce FATEP (como consecuencia de la realización del procedimiento de determinación de la capacidad) fue útil para confrontarlo con los que actualmente presenta la empresa a sus clientes. En cada una de las referencias encontramos variaciones aceptables hasta del 3% que las atribuimos al hecho de que en el desarrollo de éste procedimiento se ha tomado por criterio la clasificación de acuerdo al diseño de los envases y no se ha considerado la composición de los mismos. De manera tal que si tenemos envases del mismo diseño pero de diferente grado de composición variará cada una de sus características incluido el peso.

### 3.1.3 DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LOS ENVASES

**Tabla 3** .Observaciones en el desarrollo de la prueba de estabilidad.

REF	G <sub>1</sub>	Volcó		G <sub>2</sub>	Volcó		G <sub>3</sub>	Volcó		Confiabilidad de estabilidad
		si	no		si	no		si	no	
ADS1	120°		X	240°		X	360°		X	100%
ADS2	120°		X	240°		X	360°		X	100%
ADS3	120°		X	240°		X	360°		X	100%
ADS4	120°		X	240°		X	360°		X	100%
ADS5	120°		X	240°		X	360°		X	100%
ADS6	120°		X	240°		X	360°		X	100%
ADS7	120°		X	240°		X	360°		X	100%
BDS1	120°		X	240°		X	360°		X	100%
BDS2	120°		X	240°		X	360°		X	100%
BDS3	120°		X	240°		X	360°		X	100%

Una vez realizada esta prueba se verificó satisfactoriamente que todos los envases producidos en FATEP son completamente estables, lo cual es un reconocimiento al mismo gerente de la empresa que es quien ha elaborado mecánicamente cada uno de los diseños de sus envases.

### 3.1.4 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA CAIDA

**Tabla 4.** Observaciones en el desarrollo de la prueba de resistencia a la caída.

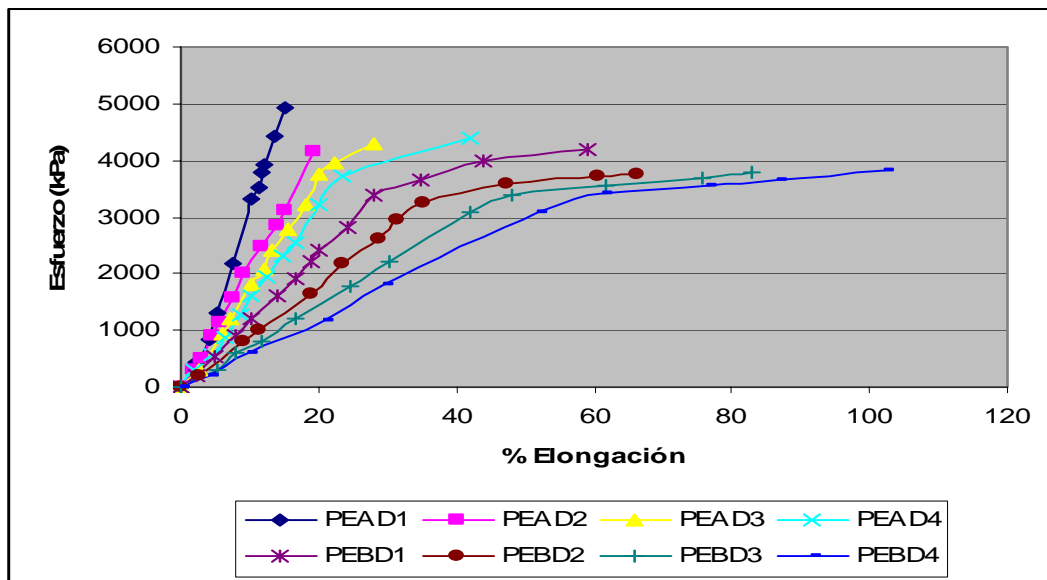
REF	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		Confiabilidad de Resistencia	Acción de mejora
	Grietas	Goteo	Grietas	Goteo	Grietas	Goteo		
ADS1	no	no	no	no	no	no	100%	Someter a prueba de tensión
ADS2	no	no	no	no	no	no	100%	Someter a prueba de tensión
S3	no	no	no	no	no	no	100%	Someter a prueba de tensión
ADS4	no	no	no	no	no	si	78%	Mejorar hermeticidad en el sellado de la tapa
ADS5	no	no	no	No	no	no	100%	Someter a prueba de tensión
ADS6	no	no	si	No	no	no	89%	Someter a prueba de tensión
ADS7	no	no	no	No	no	no	100%	Someter a prueba de tensión
BDS1	no	no	no	No	no	no	100%	Someter a prueba de tensión
BDS2	no	no	no	Si	no	no	89%	Mejorar hermeticidad en el sellado de la tapa
BDS3	no	no	no	No	no	no	100%	Someter a prueba de tensión

En la realización de ésta prueba se pudo observar la necesidad de realizar algunas correcciones en el cierre hermético de los diseños ADS4 y BDS2. Sin embargo en general los porcentajes obtenidos dan gran confiabilidad de la buena resistencia de los envases producidos por FATEP a la caída. Aun así dado que la prueba en su mayor parte es cualitativa se recomendó en todos los casos efectuar la prueba de resistencia a la tensión para tener una mayor garantía de las propiedades mecánicas de cada uno de los envases.

### 3.2 PRUEBAS SEGÚN COMPOSICIÓN

#### 3.2.1 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSION

**Figura 15.** Probetas de envases según su composición sometidos a prueba de tensión.



Los resultados de ésta prueba arrojaron información muy valiosa para la empresa en aras del proyecto de inversión que se está contemplando de implementación del proceso de reciclado de polietileno. De acuerdo a los resultados los envases más resistentes a la tensión son aquellos cuya composición es 100% materia prima no reciclada tanto en la categoría del PEAD como en el PEBD (referencias PEAD1 y PEBD1 respectivamente). Así mismo se observó en las dos categorías que a medida que aumenta la concentración de polietileno virgen en el envase de igual manera la resistencia a la tensión aumenta ligeramente. También se observó que cada vez que se incrementa el orden del material de reciclaje que se está utilizando en la elaboración del envase así mismo el porcentaje de elongación se incrementa notoriamente, por ejemplo PEAD2 que está compuesta por un 70% de PEAD reciclado de primer orden presentó un porcentaje máximo de elongación de 19,49 mientras que PEAD4 que está compuesta por un 50% de PEAD reciclado de tercer orden presentó un porcentaje máximo de elongación de 41,85, (Aunque ésta última es ligeramente más resistente que la otra puesto que tiene una mayor cantidad de PEAD virgen). De la figura \*\*\* también se puede observar que en las dos categorías a medida que aumenta el orden del PE reciclado también lo hace la dureza de cada referencia (entendiéndose ésta como el área bajo la curva) lo cual es una consecuencia del análisis comentado en cuanto al incremento del porcentaje de elongación máximo con el orden.

Los resultados calculados a partir de los datos obtenidos mediante esta prueba se presentan en la tabla 5

**Tabla 5.** Resultados de la prueba de tensión

REF	RESISTENCIA A LA TENSIÓN (kPa)	% MAXIMO DE ELONGACIÓN
-----	--------------------------------	------------------------

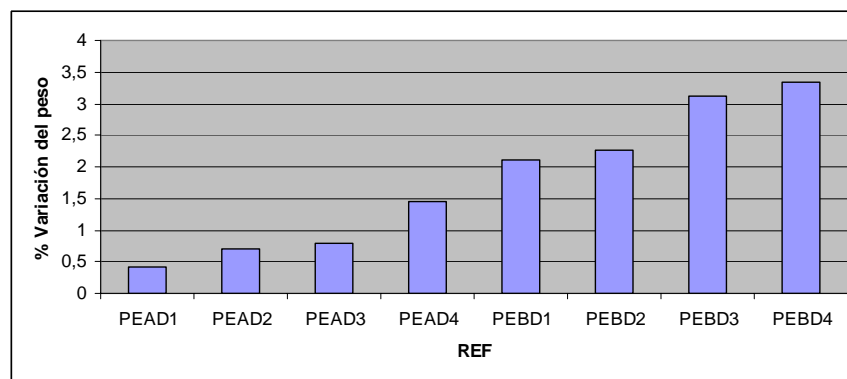
PEAD1	4943,63	15,24
PEAD2	4154,32	19,49
PEAD3	4274,61	27,95
PEAD4	4391,67	41,85
PEBD1	4183,51	59,12
PEBD2	3765,29	66,27
PEBD3	3795,27	82,83
PEBD4	3820,12	102,15

### 3.2.2 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL ATAQUE QUÍMICO

**Tabla 6.** Resultados y observaciones encontradas en la prueba de ataque químico

	LIQUIDO PATRON	PESO INICIAL g	PESO FINAL g	% VARIACIÓN DEL PESO	FALLAS VISUALIZADAS
PEAD1	Aceite	60,3	60,5	0,42	Ninguna
PEAD2	Aceite	72,5	73,0	0,71	Ninguna
PEAD3	Aceite	67,8	68,3	0,79	Ninguna
PEAD4	Aceite	89,7	91,0	1,46	Ninguna
PEBD1	Detergente	57,6	58,8	2,12	Ninguna
PEBD2	Detergente	62,1	63,5	2,26	Ninguna
PEBD3	Detergente	74,6	77,7	3,13	Ninguna
PEBD4	Detergente	78,8	81,4	3,34	Ninguna

**Figura 16.** Porcentaje de variación del peso de los envases en la prueba de ataque químico



A partir de los resultados obtenidos se pudo observar que en efecto tanto el PEAD (inmerso en aceite lubricante) como el PEBD (bajo la presencia de medios tenso activos) sufre una mínima variación en su estructura química al ser sometido a prueba de ataque químico. Sin embargo aun cuando no se evidenciaron variaciones

superiores al 3,5% del peso, cabe destacar que el PEAD presentó variaciones aun más imperceptibles en relación con las presentadas por el PEBD. Así mismo por el gráfico se observa fácilmente que en tanto el orden de reciclado empieza a aumentar el porcentaje de variación de peso también lo hace ligeramente en las dos categorías. Aunque visualmente no se evidenciaron fallas mecánicas nos parece apropiado que FATEP solo utilice hasta PE reciclado de tercer orden puesto que de comprometerse con ordenes superiores sería hacer vulnerable el envase a posibles ataques químicos que en un momento dado se manifiesten con fallas perceptibles visualmente en los envases.

### 3.3 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE RECICLADO DE POLIETILENO.

A partir de la caracterización que se llevó a cabo a los envases producidos por FATEP se demostró que las características del material reciclado son un poco inferiores a las de material virgen pero conservan un rango completamente aceptable dentro del mercado. Además que es una de las opciones que mayor demanda tiene de las industrias dedicadas a la elaboración de piezas y objetos elaborados a partir de los plásticos, puesto que beneficia al empresario económicamente por la reducción en su valor monetario y además lo hace contribuyente a la mejora del medio ambiente.

#### 3.3.1 ESTUDIO DE MERCADEO

FATEP planea reciclar polietileno de baja y alta densidad manejando dos clases de reciclaje, desechos industriales y desechos callejeros.

##### DESECHOS INDUSTRIALES:

- Estos desechos son casi limpios.
- Se consiguen en grandes cantidades y vendidos por empresas como Rediba, carvajal, baxter, entre otros.
- No necesita el prelavado.
- Estos desechos tienen un valor de compra entre 1500 y 2000 pesos \* kilo
- Es un poco más costoso

##### DESECHOS CALLEJEROS:

- Estos son plásticos que se recogen de la calle.
- Generalmente proveído por recolectores y en pequeñas cantidades.
- Posee un olor poco agradable.
- Su reproceso se alarga porque necesita ser escogido y lavado antes de reciclar.
- Estos desechos tienen un valor de compra entre 500 y 600 pesos \* kilo.
- Son más económicos.

### 3.3.1.1 CLIENTES Y MERCADO

Debido a que es una materia prima de consumo masivo, FATEP planea no solo abastecer su propia demanda sino también conquistar clientes potenciales como todas aquellas industrias dedicadas a la elaboración de piezas y objetos elaborados a partir de los plásticos reciclados comprándolos en gránulos o pellets.

### 3.3.1.2 CAPACIDAD DE PRODUCCION (OFERTA)

La escogida, lavado, aglutinado, peletizado y picado saca 30 kilos/hora \* turno de 8 horas 240 kilos/hora.

**Tabla 7.** Capacidad de producción maquinaria

<b>CAPACIDAD DE PRODUCCION MAQUINARIA</b>				
	<b>capacidad hora</b>	<b>turno de 8 h</b>	<b>capacidad mensual</b>	<b>capacidad anual</b>
<b>Escogida, lavado, aglutinado y peletizado</b>	30 KILOS	240 KILOS	7200 KILOS	86400 KILOS

### 3.3.1.3 TIPO DE DEMANDA

Para el PE reciclado que planea producir FATEP y en relación con la oportunidad, el tipo de demanda es insatisfecho, debido a que lo producido u ofrecido no alcanza a cubrir los requerimientos del mercado dando un incremento anual del 10%.

**Tabla 8.** Tipo de demanda

<b>TIPO DE DEMANDA</b>			
<b>AÑO</b>	<b>DEMANDA anual de kilos de PE reciclado</b>	<b>OFERTA capacidad anual de kilos de PE reciclado</b>	<b>DEMANDA REAL INSATISFECHA</b>
2009	97680	86400	-11280
2010	107448	95040	-12408
2011	118192,8	104544	-13648,8
2012	130012	114998,4	-15013,6
2013	143013,2	126498,2	-16515

### 3.3.1.4 PRECIO

El precio de venta que se prevé para el kilo de PE reciclado es de \$6500, que se definió teniendo en cuenta todos los factores mencionados en el anexo E, tabla E3.

### 3.3.1.5 COMERCIALIZACIÓN

De implementar el proceso de reciclado, FATEP pasaría entonces a ser no solo una fábrica de tapas y envases sino también una comercializadora y productora de PE reciclado.

Actualmente la empresa se ha dado a conocer a sus clientes a través de prensa, páginas amarillas tanto del directorio telefónico como de internet, correo electrónico etc. éstos mismos medios los podría utilizar para dar a conocer la implementación del nuevo servicio y proceso.

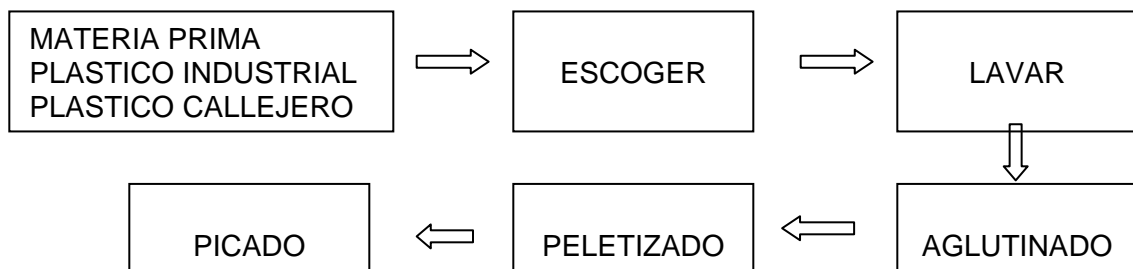
### 3.3.2 ESTUDIO TECNICO

#### 3.3.2.1 DESCRIPCION DEL NUEVO PROCESO A IMPLEMENTAR

- Llegan proveedores de plástico tanto callejero como industrial.
- El plástico se clasifica o se escoge.
- Una vez separado, es lavado y triturado.
- Siguiendo el proceso de escogida, lavado y triturado pasa el aglutinado, que es cuando se coge el polietileno en películas o capas ya limpias y lo introducen a la centrifuga.
- En esta etapa el plástico se convierte en gramos o crispetas, con la ayuda de calor y agua.
- Siguiendo el peletizado, que es cuando el material aglutinado pasa por una extrusora, dando una forma de espagueti o tiras, definiendo su espesor.
- Finalmente es cortado en pequeños trozos por el picador, dando el largo que se desee.

El proceso a implementar se representa esquemáticamente en la Figura 18.

**Figura 17.** Esquematización de las etapas del proceso de reciclaje de PE



### 3.3.2.2 MATERIAS PRIMAS Y MAQUINARIA

Las materias primas utilizadas en este proceso de recuperación del (PEBD Y PEAD) son:

**Tabla 9.** Materias primas necesarias

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO</b>
PLASTICO (RECICLADO)	1 KILO	600
PIGMENTO (COLOR)	40 GRAMOS * KILO	200

**Tabla 10.** Costo de la maquinaria

<b>COSTO DE LA MAQUINARIA</b>	
AQUINA PELETIZADORA Y AGLUTINADORA	\$ 16.000.000
BASCULA	\$ 1.000.000
TOTAL	\$ 17.000.000

### 3.3.3 ESTUDIO FINANCIERO

El cálculo de los costos y gastos junto con el planteamiento financiero se presentan en el anexo E, se tomó como base un kilo de producción de PE.

Con el cálculo de los costos y gastos y teniendo en cuenta las inversiones propias de FATEP se procedió a la realización del planteamiento del estudio financiero (Véase Anexo E) Dando por resultado la proyección económica del negocio (ver anexo E, tabla E4). Confrontando estos valores con los flujos de procesos actuales que presenta la empresa (no mencionados en éste trabajo a petición de la empresa) se evidencia una rentabilidad excelente que motiva al gerente de la empresa a invertir en la implementación del proceso de reciclado de PE. Si bien es cierto el primer año refleja una utilidad baja (\$68.472.179) a causa de la inversión inicial, no así los años posteriores proyectan una recuperación rápida de la inversión (año 2) y un incremento progresivo de las utilidades año tras año en cerca del 11%.

## CONCLUSIONES

- ❖ Se caracterizaron cada uno de los envases plásticos de polietileno que produce la empresa FATEP conforme a los requisitos solicitados por sus clientes. Todos ellos fueron sometidos a siete pruebas cada una ellas respaldada por un estándar nacional o internacional. Producto de estas pruebas se demostró satisfactoriamente que los envases producidos en la empresa exhiben excelentes características fisicoquímicas y están completamente avalados para prestar su respectivo servicio.
  
- ❖ Se demostró que las líneas de envases de polietileno reciclado que ofrece la empresa a sus clientes cumplen satisfactoriamente con los requerimientos de las pruebas y procedimientos a los que fueron sometidos; Si bien es cierto el valor numérico de sus propiedades es un poco inferior respecto de los envases elaborados a partir de polietileno virgen, no obstante el hecho que la empresa utilice combinaciones específicas entre unos y otros robustece satisfactoriamente las características mecánicas de estos envases haciéndolos completamente aptos para prestar su servicio y contribuyendo con esto al cuidado del medio ambiente.
  
- ❖ Se ofreció a la empresa una buena gama de posibilidades para que ahora pueda organizar satisfactoriamente sus fichas técnicas y su catalogo de ventas exhibiendo cada una de las características fisicoquímicas de todas sus líneas de envases determinadas como producto del desarrollo de nuestra practica.
  
- ❖ Se realizó un estudio de prefactibilidad de implementación del proceso de reciclado en FATEP que arrojó datos prometedores para la gerencia. De implementarse este proceso la empresa se posesionaría como auto productora de la mayor parte de su materia prima y aumentaría su rentabilidad anual al expandir su mercado produciendo no solo los envases sino comercializando también con el polietileno reciclado.

## RECOMENDACIONES

- ❖ Recomendamos a FATEP una vez diseñe las fichas técnicas de cada uno de los envases, especificar que los valores reportados fueron obtenidos en laboratorio bajo los métodos de prueba descritos y son una guía y no constituyen una garantía implícita o explícita para la aplicación del producto. Esto porque los mismos estándares referidos o adoptados en el desarrollo de esta práctica así lo exigen a fin de no contraer posibles problemas legales o contractuales.
  
- ❖ Recomendamos a FATEP de llegar a tomar la decisión de implementar el proceso de reciclado de polietileno en la empresa, cambiar su nombre o razón social dado que ya no solo sería una fábrica de tapas y envases plásticos sino que también produciría y comercializaría polietileno reciclado de diferente orden.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] EQUIPO EDITORIAL DE TECNOLOGIA DEL PLASTICO, (2007) Llego la hora de los plásticos , Revista Tecnología del plástico. Edición 6, vol. 22, Págs. 20-26
- [2] PLASTICO, Consultado el día 28 de Agosto de 2009 de la World Wide Web:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico>
- [3 ] EQUIPO EDITORIAL DE AMBIENTAL, (2007) Envases de plástico 100% polietileno. En Ambienta. Págs. 68- 69.
- [4 ] VERD L.,(2008) La verdad sobre los envases plásticos. Tecnología del plástico, vol. 23, edición 1, pág. 22-27.
- [5 ] Physical properties of polymers. Handbook J.Am.Chem.Soc. 1997,119,4096
- [6 ] AMC agroindustrial,(2008) El plástico como problema ambiental.  
<http://www.degradable.com.co/problema/index.shtml>
- [7 ] Reciclaje de plásticos, consultado el día 19 de Diciembre de 2009 en la Word wide web: <http://waste.ideal.es/plastico>
- [8 ] WILLIAMS, David. J. Polymer science and Engineering. Prentice Hall, Inc. London. 1971. p. 110-126
- [9 ] NTMD-0087-A3 Norma Técnica cantimplora plástica
- [10 ] ASTM D638. - 08 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics
- [11 ] ASTM D543 - 06 Standard Practices for Evaluating the Resistance of Plastics to Chemical Reagents

**ANEXO A. RESULTADOS Y ORGANIZACION DE DATOS DE LA METODOLOGIA**

**Tabla A1.** Resultados de la encuesta aplicada a clientes FATEP.

<b>CARACTERISTICA SOLICITADA DEL ENVASE</b>	<b>FRECUENCIA DE LA CARACTERISTICA SOLICITADA</b>
CAPACIDAD	10
NO REACCIONE CON EL LIQUIDO A ENVASAR	8
RESISTENCIA A LA CAIDA	8
HERMETICIDAD	4
NO SE DEFORME O COLAPSE (PRUEBA DE TENSION)	9
MATERIALES	10
RESISTENCIA A LA COMPRESION	3
COLOR	2
ESTABILIDAD	7
RESISTENCIA AL CALOR	4
DIMENSIONES	8
RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO BAJO MEDIOS TENSOACTIVOS	8
PESO	9
DENSIDAD DEL POLIETILENO	4

**Tabla A2.** Clasificación según composición en porcentaje peso de los envases

<b>REF</b>	<b>PEAD VIRGEN</b>	<b>PEADR 1 ORDEN</b>	<b>PEADR 2 ORDEN</b>	<b>PEADR 3 ORDEN</b>	<b>PEBD VIRGEN</b>	<b>PEBDR 1 ORDEN</b>	<b>PEBDR 2 ORDEN</b>	<b>PEBDR 3 ORDEN</b>
PEAD1	100	0	0	0	0	0	0	0
PEAD2	30	70	0	0	0	0	0	0
PEAD3	40	0	60	0	0	0	0	0
PEAD4	50	0	0	50	0	0	0	0
PEBD1	0	0	0	0	100	0	0	0
PEBD2	0	0	0	0	30	70	0	0
PEBD3	0	0	0	0	40	0	60	0
PEBD4	0	0	0	0	50	0	0	50

**Tabla A3.** Clasificación según diseño del envase

REF	NOMBRE DEL DISEÑO	FOTOGRAFIA DEL DISEÑO
ADS1	Pinta	
ADS2	Litro ovalado	
ADS3	Litro plano	
ADS4	Chupo 800	
ADS5	Cilíndrico 850	
ADS6	Pimpina galón	

ADS7	Galón MM	
BDS1	Batería	
BDS2	G375	
BDS3	Garrafa	

**Tabla A4.** Pruebas practicadas con la norma respectiva.

PRUEBAS SEGÚN DISEÑO	NORMA	PRUEBAS SEGÚN COMPOSICIÓN	NORMA
Determinación de las dimensiones	NTMD-0087-A3[9]	Determinación de la resistencia a la tensión	ASTM D638 - 08[10]
Determinación de la capacidad	NTMD-0087-A3	Determinación de la resistencia al ataque químico	ASTM D543 - 06[11]
Verificación del peso de los envases	NTMD-0087-A3		
Determinación de la estabilidad	NTMD-0087-A3		
Determinación de la resistencia a la caída	NTMD-0087-A3		

**Tabla A5.** Clasificación de los envases según la geometría de su diseño.

REF	ENVASE TIPO CILINDRICO	ENVASE TIPO POLIEDRICO
ADS1	X	
ADS2		X
ADS3		X
ADS4	X	
ADS5	X	
ADS6		X
ADS7		X
BDS1	X	
BDS2	X	
BDS3		X

## ANEXO B. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS ENVASES

**TABLA B1.** Resultados de determinación de las dimensiones de los envases.

REF	a <sub>1</sub> (mm)	a <sub>2</sub> (mm)	a <sub>3</sub> (mm)	a <sub>p</sub> (mm)	b <sub>1</sub> (mm)	b <sub>2</sub> (mm)	b <sub>3</sub> (mm)	b <sub>p</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	h <sub>3</sub> (mm)	h <sub>p</sub> (mm)
ADS1	90,4	90,4	90,3	90,4	90,5	90,4	90,5	90,5	160,2	160,4	160,3	160,3
ADS2	130,2	130,5	130,5	130,5	45,0	44,8	44,9	44,9	190,3	190,1	190,4	190,3
ADS3	141,2	141,4	140,9	141,2	39,4	39,7	39,7	39,5	180,4	180,4	180,2	180,3
ADS4	75,3	75,2	75,4	75,2	28,1	27,7	27,9	27,9	201,1	200,5	200,9	200,8
ADS5	72,4	72,0	72,0	72,1	77,1	77,4	77,1	77,2	200,3	200,9	200,5	200,6
ADS6	192,2	191,7	191,9	191,9	70,3	70,1	70,6	70,3	290,2	290,5	290,8	290,5
ADS7	190,7	190,1	190,4	190,4	79,4	79,2	79,1	79,2	300,5	300,9	301,0	300,8
BDS1	100,3	100,8	100,1	100,4	39,2	39,8	39,9	39,6	150,3	149,6	149,9	149,9
BDS2	60,3	60,2	60,6	60,4	33,4	33,4	33,8	33,5	150,4	150,2	150,9	150,5
BDS3	121,1	120,7	120,8	120,5	70,5	70,0	70,7	70,4	190,0	190,4	190,8	190,4

## ANEXO C. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS ENVASES

**TABLA C1.** Resultados de determinación de la capacidad de los envases.

REF	P <sub>1</sub> (g)	P <sub>1</sub> <sub>2</sub> (g)	P <sub>1</sub> <sub>3</sub> (g)	P <sub>1</sub> <sub>p</sub> (g)	P <sub>2</sub> <sub>1</sub> (g)	P <sub>2</sub> <sub>2</sub> (g)	P <sub>2</sub> <sub>3</sub> (g)	P <sub>2</sub> <sub>p</sub> (g)	(P <sub>2</sub> <sub>p</sub> - P <sub>1</sub> <sub>p</sub> ) (g)	V <sub>tp</sub> (cm <sup>3</sup> )
ADS1	87,2	87,8	87,4	87,4	1091,4	1092,4	1091,9	1091,9	1004,5	1004,5
ADS2	91,8	93,0	92,4	92,5	1110,5	1110,9	1110,9	1110,8	1018,3	1018,3
ADS3	116,0	115,1	114,8	115,6	1129,4	1130,0	1128,8	1129,5	1013,9	1013,9
ADS4	97,9	98,2	98,6	98,3	911,4	910,8	910,2	910,9	812,6	812,6
ADS5	109,6	109,4	109,2	109,4	970,5	970,0	971,1	970,6	861,2	861,2
ADS6	139,2	138,6	138,0	138,7	3983,1	3982,2	3983,8	3983,1	3844,4	3844,4
ADS7	127,0	127,6	127,9	127,5	4020,4	4020,0	4020,8	4020,3	3892,8	3892,8
BDS1	94,2	94,9	94,4	94,5	1170,4	1169,7	1168,8	1169,8	1075,3	1075,3
BDS2	57,6	58,2	57,1	57,8	476,5	475,8	474,5	475,9	418,1	418,1
BDS3	103,4	103,8	103,9	103,7	1659,4	1658,8	1659,9	1659,5	1555,8	1555,8

**TABLA C2.** Resultados de determinación del peso de los envases como consecuencia del procedimiento de determinación de la capacidad.

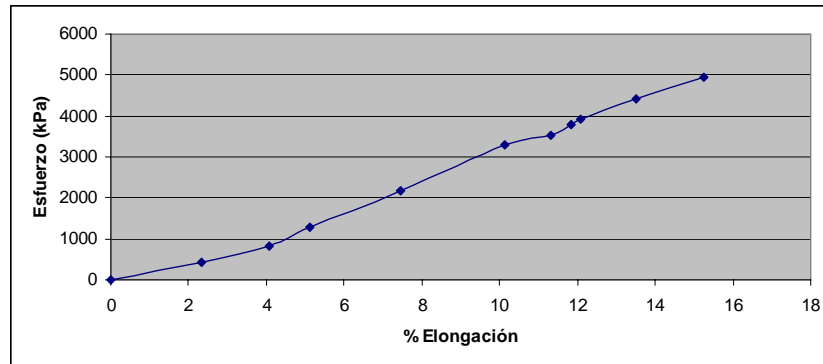
REF	P <sub>1</sub> <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> <sub>3</sub>	P <sub>1</sub> <sub>p</sub>
ADS1	87,2	87,8	87,4	87,4
ADS2	91,8	93,0	92,4	92,5
ADS3	116,0	115,1	114,8	115,6
ADS4	97,9	98,2	98,6	98,3
ADS5	109,6	109,4	109,2	109,4
ADS6	139,2	138,6	138,0	138,7
ADS7	127,0	127,6	127,9	127,5
BDS1	94,2	94,9	94,4	94,5
BDS2	57,6	58,2	57,1	57,8
BDS3	103,4	103,8	103,9	103,7

## ANEXO D. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN

**TABLA D1.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD1

REF PEAD1	
Esfuerzo (kPa)	% Elongación
0	0
435,78	2,33
821,65	4,06
1301,81	5,12
2181,15	7,46
3307,62	10,14
3525,41	11,32
3792,66	11,83
3932,06	12,08
4409,28	13,52
4943,63	15,24
Lo (cm)	10
Area (cm <sup>2</sup> )	30

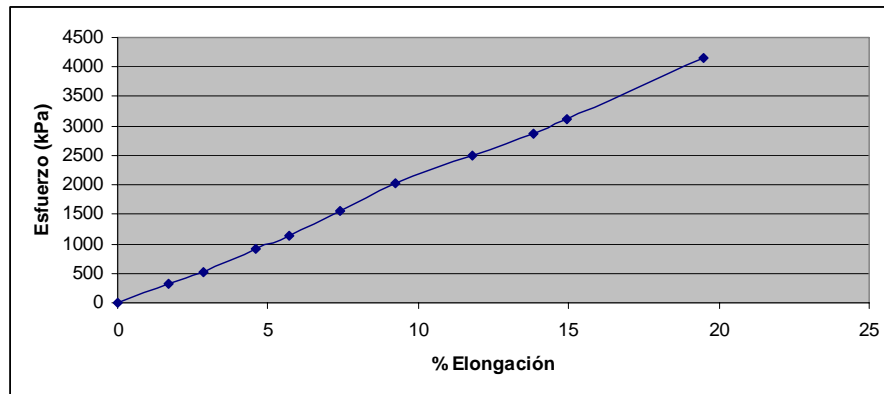
**Figura D1.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD1



**TABLA D2.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD2

REF PEAD2	
Esfuerzo (kPa)	% Elongación
0	0
312,67	1,71
509,13	2,84
917,82	4,59
1126,31	5,72
1567,09	7,42
2015,44	9,24
2495,14	11,81
2864,12	13,83
3124,61	14,96
4154,32	19,49
Lo (cm)	10
Area (cm <sup>2</sup> )	30

**Figura D2.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD2

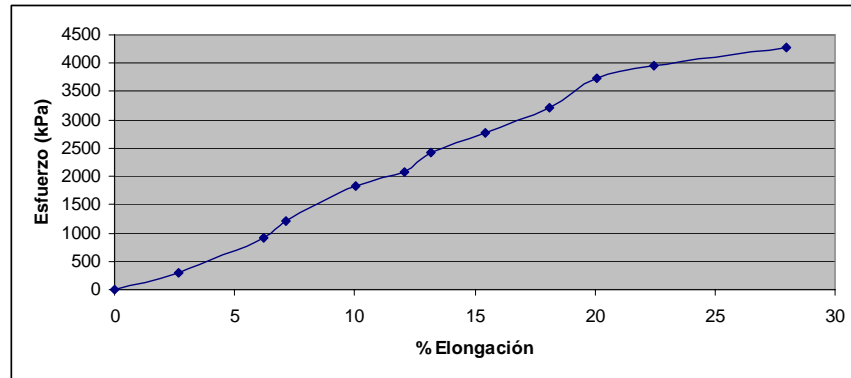


**TABLA D3.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD3

REF PEAD3	
Esfuerzo (kPa)	% Elongación
0	0

286,15	2,67
926,13	6,22
1209,12	7,13
1817,66	10,06
2065,31	12,09
2413,64	13,15
2769,02	15,42
3215,07	18,11
3741,08	20,09
3954,27	22,46
4274,61	27,95
Lo (cm)	10
Area (cm <sup>2</sup> )	30

**Figura D3.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD3

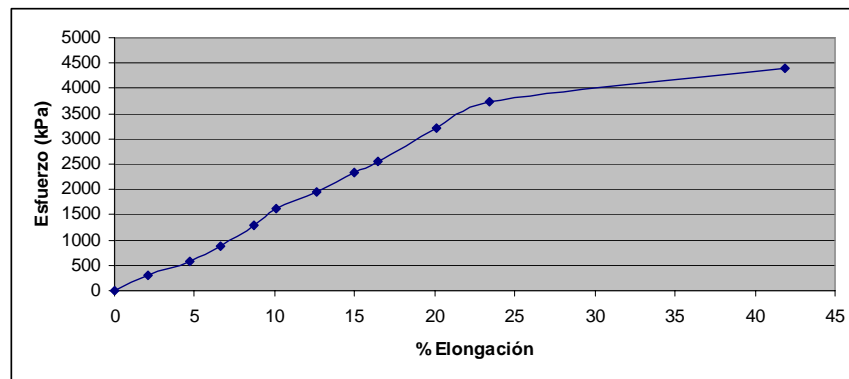


**TABLA D4.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD4

REF PEAD4	
Esfuerzo (kPa)	% Elongación
0	0
294,15	2,08
581,21	4,73
875,32	6,62
1281,14	8,67

1611,71	10,1
1956,22	12,64
2327,18	14,93
2562,84	16,49
3208,92	20,12
3726,18	23,45
4391,67	41,85
Lo (cm)	10
Area (cm <sup>2</sup> )	30

**Figura D4.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEAD4

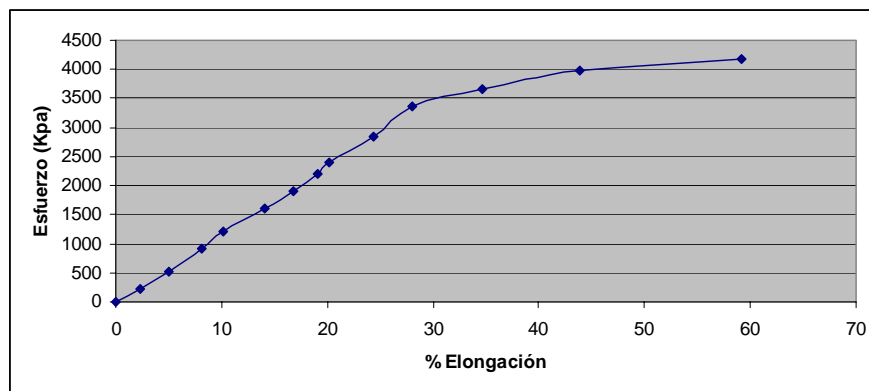


**TABLA D5.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD1

REF PEBD1	
Esfuerzo (kPa)	% Elongación
0	0
211,95	2,33
527,82	5,07
909,13	8,12
1219,86	10,13
1604,61	14,08
1894,63	16,83
2209,91	19,06
2406,28	20,12
2831,63	24,32

3372,45	28,07
3657,18	34,64
3982,67	43,89
4183,51	59,12
Lo (cm)	10
Area (cm <sup>2</sup> )	30

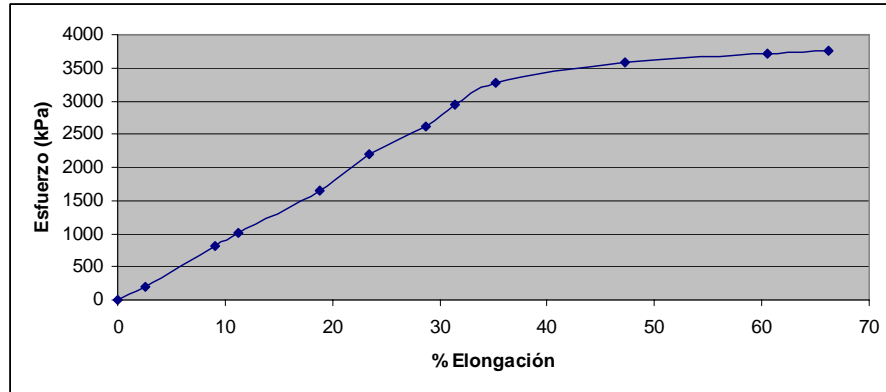
**Figura D5.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD1



**TABLA D6.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD2

REF PEBD2	
Esfuerzo (kPa)	% Elongación
0	0
204,16	2,64
807,41	9,12
1008,52	11,24
1657,18	18,85
2186,91	23,42
2618,72	28,72
2945,67	31,42
3264,71	35,26
3589,62	47,26
3718,15	60,52
3765,29	66,27
Lo (cm)	10
Area (cm <sup>2</sup> )	30

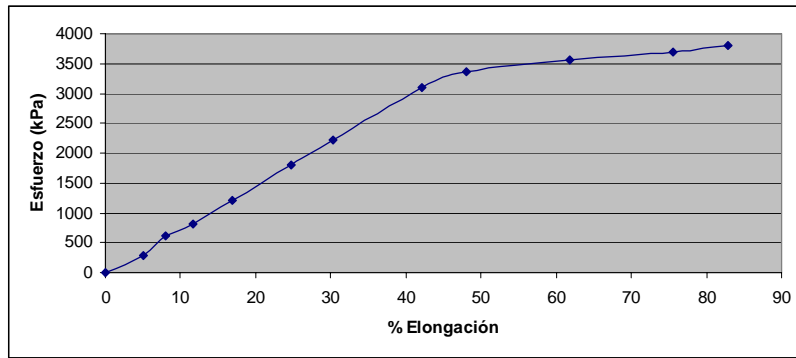
**Figura D6.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD2



**TABLA D7.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD3

REF PEBD3	
Esfuerzo (kPa)	% Elongación
0	0
291,5	5,12
611,13	7,94
809,72	11,72
1204,35	16,81
1791,92	24,75
2213,69	30,22
3091,73	42,17
3371,44	48,13
3565,28	61,82
3687,72	75,61
3795,27	82,83
Lo (cm)	10
Area (cm <sup>2</sup> )	30

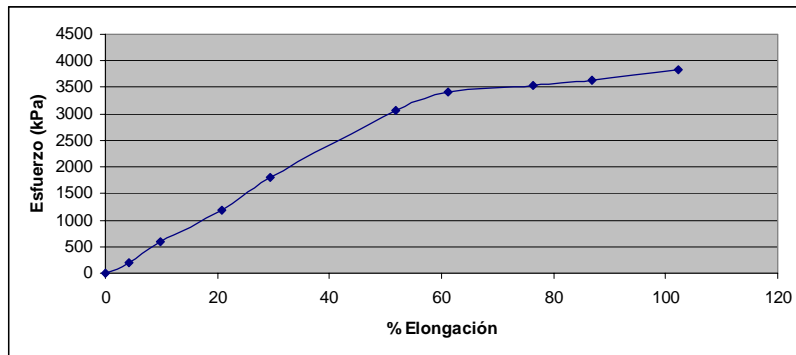
**Figura D7.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD3



**TABLA D8.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD4

REF PEBD4	
Esfuerzo (kPa)	% Elongación
0	0
201,73	4,25
600,32	9,76
1189,43	20,82
1808,92	29,37
3069,42	51,77
3404,22	61,22
3537,72	76,42
3638,25	86,74
3820,12	102,15
Lo (cm)	10
Area (cm <sup>2</sup> )	30

**Figura D8.** Resultados de la resistencia a la tensión para referencia PEBD4



## ANEXO E. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO FINANCIERO

**Tabla E1.** Determinación costos de producción por kilo.

REQUERIMIENTOS MOD Y MOI		KILO
EXTRUSADO	1 OPERARIO	\$ 208,8
AGLUTINADO	1 OPERARIO	
PELETIZADO	1 OPERARIO	
LAVADO Y ESCOGIDA	1 OPERARIO	\$ 69,6
AYUDANTE ( OCASIONAL)	1 OPERARIO	

MATERIA PRIMA	KILO	PRECIO
<b>MATERIA PRIMA DIRECTA</b>		
PLASTICO CALLEJERO	1 KILO	\$ 600
<b>MATERIA PRIMA INDIRECTA</b>		
PIGMENTO (BLANCO O NEGRO)	0,04 KILOS	\$ 200
TOTAL		\$ 800

PRODUCCION	KILO
GASTOS DE SERVICIO PRODUCCION	\$ 250

ADMINISTRACION	KILO
MANO DE OBRA AMINISTRACION	\$ 200,0
GASTOS AMINISTRATIVOS	\$ 355,5
TOTAL	\$ 555,5

ALQUILER	KILO
BODEGA	\$ 277,8

CONSUMO DE ENERGIA Y AGUA	KILO
EXTRUSORA	\$ 200
PELETIZADO	
AGLUTINADO	
LAVADO	

**Tabla E2.** Costos y gastos operacionales

COSTOS Y GASTOS OPERACIONALES	POR KILO	7200 KILOS MENSUALES	86400 KILOS ANUALES
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 208,8	\$ 1.503.360	\$ 18.040.320
MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 69,6	\$ 501.120	\$ 6.013.440
MATERIA PRIMA DIRECTA	\$ 600	\$ 4.320.000	\$ 51.840.000
MATERIA PRIMA INDIRECTA	\$ 200	\$ 1.440.000	\$ 17.280.000
IMPRESIÓN	\$ 1.000	\$ 7.200.000	\$ 86.400.000
GASTOS SERVICIO PRODUCCION	\$ 250,0	\$ 1.800.000	\$ 21.600.000
MANO DE OBRA AMINISTRACION	\$ 200,0	\$ 1.440.000	\$ 17.280.000
GASTOS AMINISTRATIVOS	\$ 355,5	\$ 2.559.600	\$ 30.715.200
BODEGA (ALQUILER)	\$ 277,8	\$ 2.000.160	\$ 24.001.920
SERVICIOS PUBLICOS	\$ 200	\$ 1.440.000	\$ 17.280.000
TOTAL COSTOS	\$ 3.361,7	\$ 24.204.240	\$ 290.450.880

<b>ACTIVOS FIJOS TANGIBLES</b>	
MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 77.000.000
MUEBLES	\$ 800.000
GASTOS DE ESTUDIO	\$ 1.000.000
TOTAL	\$ 78.800.000

<b>COSTOS Y GASTOS OPERACIONALES</b>	
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 18.040.320
MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 6.013.440
MATERIA PRIMA DIRECTA	\$ 51.840.000
MATERIA PRIMA INDIRECTA	\$ 17.280.000
IMPRESIÓN	\$ 86.400.000
GASTO DE SERVICIO PRODUCCION	\$ 21.600.000
MANO DE OBRA ADMINISTRACION	\$ 17.280.000
GASTO DE SERVICIO ADMINISTRACION	\$ 30.715.200
BODEGA	\$ 24.001.920
SERVICIOS PUBLICOS	\$ 17.280.000
TOTAL COPD	\$ 290.450.880

<b>PRESUPUESTOS DE INVENTARIOS EN ACTIVOS FIJOS</b>						
CONCEPTO	0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>ACTIVOS FIJOS TANGIBLES</b>						
MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 77.000.000					
MUEBLES	\$ 800.000					
SUB TOTAL	\$ 77.800.000					

<b>ACTIVOS DIFERIDOS</b>						
GASTOS DE ESTUDIO	\$	1.000.000				
GASTOS PREOPERATIVOS						
TOTAL	\$	78.800.000				

#### CAPITAL DE TRABAJO

ICT= CO(COPD)
CO = 30 DIAS
$\$204050880 / 365 = \$ 795756$
$ICT = 30 * 795756 = \$ 23872675$
$CT = \$ 16277050 / (1 + 0,12) 1 = 2131488$
$\$ 23872675 - \$ 2131488 = \$ 2557787$

Si la inflación es del 12% y sabemos que se mantendrá estable durante los próximos 5 años, el capital de trabajo será \$ 2557787. Este valor se debe invertir cada año para evitar la devaluación.

<b>INVERSION CAPITAL DE TRABAJO</b>						
DETALLE	0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CAPITAL DE TRABAJO	\$ 23.872.67 5	\$ 2.557.787	\$ 2.557.787	\$ 2.557.787	\$ 2.557.787	\$ 2.557.787

<b>CUADRO DE INVERSIONES</b>						
DETALLE	0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL ACTIVOS FIJOS	\$ - 78.800.00 0					
CAPITAL DE TRABAJO	\$ - 23.872.67 5	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787
TOTAL	\$ - 102.672.6 75	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787

<b>GASTOS POR DEPRCIACION</b>								
ACTIVO	VIDA UTIL ESIM ADO	COSTO DEL ACTIVO	VALOR DE DEPRECIACION					VALOR RECIDUA L
			AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	

<b>ACTIVO DE PRODUCCION</b>								
MAQUINA PELETIZADORA Y AGLUTINADORA	10	\$ 16.000.000	\$ 1.600.000	\$ 1.600.000	\$ 1.600.000	\$ 1.600.000	\$ 1.600.000	\$ 8.000.000
MAQUINA EXTRUSORA	10	\$ 40.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 20.000.000
MAQUINA SELLADORA	10	\$ 20.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 10.000.000
BASCULA	10	\$ 1.000.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 500.000
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 77.000.000</b>	<b>\$ 7.700.000</b>	<b>\$ 7.700.000</b>	<b>\$ 7.700.000</b>	<b>\$ 7.700.000</b>	<b>\$ 7.700.000</b>	<b>\$ 38.500.000</b>
<b>ACTIVOS ADMINISTRACION</b>								
MUEBLES	10	\$ 800.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 400.000
<b>TOTAL DEPRECIACIONES</b>		<b>\$ 77.800.000</b>	<b>\$ 7.780.000</b>	<b>\$ 7.780.000</b>	<b>\$ 7.780.000</b>	<b>\$ 7.780.000</b>	<b>\$ 7.780.000</b>	<b>\$ 38.900.000</b>

<b>VALOR RESIDUAL</b>						
<b>DETALLE</b>	<b>0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
ACTIVOS DE PRODUCCION	\$ 77.000.000	\$ 7.700.000	\$ 7.700.000	\$ 7.700.000	\$ 7.700.000	\$ 38.500.000
ACTIVOS DE ADMINISTRACION	\$ 800.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 400.000
CAPITAL DE TRABAJO						\$ 23.872.675
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 62.772.675</b>
<b>FLUJO DE INVERSIONES SIN FINANCIAMIENTO</b>						

DETALLE	0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	
INVERSIONES	\$ - 102.672. 675	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787 7	\$ - 2.557.787		
VALOR RESIDUAL						\$ 62.772.675	
TOTAL	\$ - 102.672. 675	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787	\$ - 2.557.787 7	\$ - 2.557.787	\$ 62.772.675	
<b>ACTIVOS DIFERIDOS</b>							
DETALLE	VALOR	TIEMPO DE AMORTIZACION	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	\$		\$	\$	\$	\$	\$
ESTUDIO	1.000.000	5 AÑOS	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
<b>PRODUCCION</b>							
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 18.040. 320		\$ 18.040.3 20	\$ 18.040.3 20	\$ 18.040. 320	\$ 18.040.3 20	\$ 18.040. 320
MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 6.013.4 40		\$ 6.013.44 0	\$ 6.013.44 0	\$ 6.013.4 40	\$ 6.013.44 0	\$ 6.013. 440
MATERIA PRIMA DIRECTA	\$ 51.840. 000		\$ 51.840.0 00	\$ 51.840.0 00	\$ 51.840. 000	\$ 51.840.0 00	\$ 51.840. 000
MATERIA PRIMA INDIRECTA	\$ 17.280. 000		\$ 17.280.0 00	\$ 17.280.0 00	\$ 17.280. 000	\$ 17.280.0 00	\$ 17.280. 000
IMPRESIÓN	\$ 86.400. 000		\$ 86.400.0 00	\$ 86.400.0 00	\$ 86.400. 000	\$ 86.400.0 00	\$ 86.400. 000
GASTOS SERVICIOS DE PRODUCCION	\$ 21.600. 000		\$ 21.600.0 00	\$ 21.600.0 00	\$ 21.600. 000	\$ 21.600.0 00	\$ 21.600. 000
DEPRECIACION	\$ 7.700.0 00		\$ 7.700.00 0	\$ 7.700.00 0	\$ 7.700.0 00	\$ 7.700.00 0	\$ 7.700. 000
SUB TOTAL	\$ 208.87 3.760		\$ 208.873. 760	\$ 208.873. 760	\$ 208.873 .760	\$ 208.873. 760	\$ 208.87 3.760
<b>ADMINISTRACION</b>							

MANO DE OBRA ADMINISTRACION	\$ 17.280.000		\$ 17.280.000	\$ 17.280.000	\$ 17.280.000	\$ 17.280.000	\$ 17.280.000
GASTO DE SERVICIO ADMINISTRACION	\$ 30.715.200		\$ 30.715.200	\$ 30.715.200	\$ 30.715.200	\$ 30.715.200	\$ 30.715.200
BODEGA	\$ 24.001.920		\$ 24.001.920	\$ 24.001.920	\$ 24.001.920	\$ 24.001.920	\$ 24.001.920
SERVICIOS PUBLICOS	\$ 17.280.000		\$ 17.280.000	\$ 17.280.000	\$ 17.280.000	\$ 17.280.000	\$ 17.280.000
DEPRECIACION	\$ 80.000		\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000
AMORTIZACION	\$ 200.000		\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
<b>SUB TOTAL</b>	<b>\$ 89.557.120</b>		<b>\$ 89.557.120</b>	<b>\$ 89.557.120</b>	<b>\$ 89.557.120</b>	<b>\$ 89.557.120</b>	<b>\$ 89.557.120</b>

<b>PRESUPUESTO PARA GASTOS Y COSTOS DE OPERACIÓN</b>					
<b>DETALLE</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
COSTOS Y GASTOS DE PRODUCCION	\$ 208.873.760	\$ 208.873.760	\$ 208.873.760	\$ 208.873.760	\$ 208.873.760
GASTOS ADMINISTRACION	\$ 89.557.120	\$ 89.557.120	\$ 89.557.120	\$ 89.557.120	\$ 89.557.120
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 298.430.880</b>	<b>\$ 298.430.880</b>	<b>\$ 298.430.880</b>	<b>\$ 298.430.880</b>	<b>\$ 298.430.880</b>

<b>PRESUPUESTO DE INGRESOS</b>					
<b>DETALLE</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
VENTA DE PE REICLADO	\$ 561.600.000	\$ 617.760.000	\$ 679.536.000	\$ 747.489.600	\$ 822.238.560

FLUJO NETO DE OPERACIONES					
DETALLE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	\$	\$	\$	\$	\$
INGRESO	561.600.000	617.760.000	679.536.000	747.489.600	822.238.560
(-) COSTOS OPERACIONAL	298.430.880	298.430.880	298.430.880	298.430.880	298.430.880
UTILIDAD OPERACIONAL	263.169.120	319.329.120	381.105.120	449.058.720	523.807.680
(-) IMPUESTOS DEL 38 %	100.004.266	121.345.066	144.819.946	170.642.314	199.046.918
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>163.164.854</b>	<b>197.984.054</b>	<b>236.285.174</b>	<b>278.416.406</b>	<b>324.760.762</b>
	\$	\$	\$	\$	\$
(+) DEPRECIACION	7.780.000	7.780.000	7.780.000	7.780.000	7.780.000
(+) AMORTIZACION	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
FLUJO NETO DE OPERACIONES	171.144.854	205.964.054	244.265.174	286.396.406	332.740.762

FLUJO NETO DEL PROYECTO						
DETALLE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
		\$	\$	\$	\$	\$
FLUJO DE INVERSION SIN FINANCIAMIENTO(-)		102.672.675	2.557.787	2.557.787	2.557.787	2.557.787
FLUJO NETO DE OPERACIONES		171.144.854	205.964.054	244.265.174	286.396.406	332.740.762
ACTIVOS FIJOS (-)	77.800.000					
CAPITAL DE TRABAJO(-)	23.872.675					
<b>FLUJO PROCESO NETO DEL PROYECTO</b>	<b>101.672.675</b>	<b>68.472.179</b>	<b>203.406.268</b>	<b>241.707.388</b>	<b>283.838.620</b>	<b>330.182.975</b>

<b>VALOR PRESENTE NETO</b>	
	<b>AÑO n / (1 +028) n</b>
<b>AÑO 1</b>	\$ 53.493.890
<b>AÑO 2</b>	\$ 124.149.333
<b>AÑO 3</b>	\$ 115.255.064
<b>AÑO 4</b>	\$ 105.738.126
<b>AÑO 5</b>	\$ 96.095.893
<b>TOTAL</b>	\$ 494.732.306
<b>AÑO 0 (-)</b>	\$ 101.672.675
<b>VPN</b>	\$ 393.059.631
<b>VPN &gt; 0</b>	
<b>VPN &lt; 0</b>	

<b>TASA INTERNA DE RETORNO</b>	
	<b>AÑO n / (1 +1,3) n</b>
<b>AÑO 1</b>	\$ 29.770.513
<b>AÑO 2</b>	\$ 38.451.090
<b>AÑO 3</b>	\$ 19.865.816
<b>AÑO 4</b>	\$ 10.142.853
<b>AÑO 5</b>	\$ 5.129.978
<b>TOTAL</b>	\$ 103.360.251
<b>AÑO 0 (-)</b>	\$ 101.672.675
<b>VPN</b>	\$ 1.687.576

**Tabla E3.** Costos para producir 1 kilo de PE reciclado

<b>COSTOS PARA PRODUCIR 1 KILO DE PE RECICLADO</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>	
DIRECTA	\$ 208,8
INDIRECTA	\$ 69,6
<b>MATERIA PRIMA</b>	
DIRECTA	\$ 600
INDIRECTA	\$ 200
<b>PRODUCCION</b>	

GASTOS DE SERVICIO PRODUCCION	\$ 250
<b>AMINISTRACION</b>	
MANO DE OBRA AMINISTRACION	\$ 200,0
GASTOS AMINISTRATIVOS	\$ 355,5
<b>ALQUILER</b>	
BODEGA	\$ 277,8
SERVICIOS PUBLICOS	\$ 200
IMPRESIÓN	\$ 1.000
<b>TOTAL</b>	\$ 3.361,7
<b>PRECIO DE VENTA</b>	\$ <b>6.500</b>
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	\$ 3.138

**Tabla E4.** Flujo neto del proyecto

<b>FLUJO NETO DEL PROYECTO</b>						
<b>DETALLE</b>	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
FLUJO DE INVERSION SIN FINANCIAMIENTO(-)		\$ 102.672.675	\$ 2.557.787	\$ 2.557.787	\$ 2.557.787	\$ 2.557.787
FLUJO NETO DE OPERACIONES		\$ 171.144.854	\$ 205.964.054	\$ 244.265.174	\$ 286.396.406	\$ 332.740.762
ACTIVOS FIJOS (-)	\$ 77.800.000					
CAPITAL DE TRABAJO(-)	\$ 23.872.675					
<b>FLUJO PROCESO NETO DEL PROYECTO</b>	<b>\$ 101.672.675</b>	<b>\$ 68.472.179</b>	<b>\$ 203.406.268</b>	<b>\$ 241.707.388</b>	<b>\$ 283.838.620</b>	<b>\$ 330.182.975</b>