



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE QUÍMICA

**Ingeniería Conceptual para la  
Instalación de una Fábrica Productora  
de Bolsas Negras de Polietileno.**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

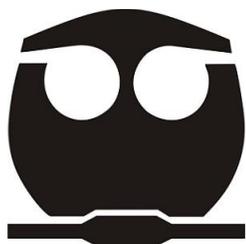
**INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA**

VICTOR ENRIQUE GONZÁLEZ BLANCO

**ASESOR DE TESIS**

M. en I José Antonio Ortiz Ramírez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** ANTONIO VALIENTE BARDERAS

**VOCAL:** JOSÉ ANTONIO ORTIZ RAMÍREZ

**SECRETARIO:** AIDA GUTIÉRREZ ALEJANDRE

**1er. SUPLENTE:** ILEANA RODRÍGUEZ CASTAÑEDA

**2° SUPLENTE:** ALBERTO ROSAS ABURTO

**SE LLEVÓ ACABO EN LA FACULTAD DE QUÍMICA.**

---

**ASESOR DEL TEMA**

M. en I José Antonio Ortiz Ramírez

---

**SUSTENTANTE**

Victor Enrique Gonzalez Blanco

## Contenido

Hipótesis.....	5
Objetivo General. ....	5
Objetivos particulares. ....	5
RESUMEN .....	5
CAPÍTULO 1. Estudio de Mercado. ....	6
Introducción. ....	6
Estadísticas de producción. ....	8
Oportunidades de distribución de las bolsas negras. ....	14
Proveedores de materias primas. ....	14
Fabricantes de bolsas y posibles competidores. ....	17
Oportunidades de distribución de las bolsas negras en México.....	20
CAPÍTULO 2. Evaluación Tecnológica. ....	20
Polietileno de Baja Densidad (PEBD)/Polietileno de Alta Densidad (PEAD). ....	20
Estructuras. ....	21
Tecnología. ....	22
Normatividad.....	29
CAPÍTULO 3. Estudio de Localización de la Planta. ....	31
Determinación de las posibles ubicaciones en base a factores predominantes. ....	32
Ubicaciones seleccionadas tentativamente. ....	33
Análisis de los factores de localización. ....	33
Evaluación de localización de la planta. ....	36
CAPÍTULO 4. Ingeniería Conceptual. ....	37
Esquema del proceso. ....	37
Equipos principales. ....	38
Reciclado del polietileno. ....	39
Fabricación de la bolsa negra. ....	40
Arreglo preliminar de equipos. ....	40
CAPÍTULO 5. Estudio Económico Preliminar. ....	41
Memoria de Cálculo. ....	41

Tabla de Costos directos e Indirectos. ....	42
Cálculos para la Proyección.....	43
Evaluación del proyecto. ....	45
Caso a).....	47
Caso b).....	50
Caso c).....	52
CONCLUSIONES.....	55
FUENTES.....	56

## **INDICE DE FIGURA.**

Figura 1. Pictograma del PEAD y PEBD, respectivamente.....	20
Figura 2. Estructuras de Polietileno de Alta y Baja Densidad. ....	21
Figura 3. Pasos para el reciclaje de polietileno. ....	22
Figura 4. Diagrama que ilustra el reciclaje mecánico del plástico. ....	23
Figura 5. Cintas transportadoras con material a reciclar. ....	24
Figura 6. Proceso de Molienda.....	25
Figura 7. Limpieza de material picado. ....	25
Figura 8. Centrifugado del material. ....	26
Figura 9. Comparación del material, antes y después del densificado.....	26
Figura 10. Peletizadora y producto final (pellet's). ....	27
Figura 11. Película de globo en la extrusora. ....	29
Figura 12. Esquema del Proceso. ....	37
Figura 13. Diagrama del Proceso de Reciclado. ....	39
Figura 14. Diagrama de Fabricación de Bolsa Negra.....	40
Figura 15. Arreglo Preliminar de Equipos.....	40

## **INDICE DE GRÁFICAS.**

Gráfica 1. Comparación de mercados de los años 200 y 2012 (Pemex Petroquímica, 2013).....	10
Gráfica 2. Importación de artículos de Polietileno, en miles de toneladas (Pemex Petroquímica, 2013). ....	10

Gráfica 3. Muestra el crecimiento de producción de plástico para 2 periodos (Pemex Petroquímica, 2013). .....	11
Gráfica 4. a) Producción y b) Ventas de Plástico del Polietileno (Pemex Petroquímica, 2013). .....	13
Gráfica 5. Porcentaje de variación de la producción con respecto al primer trimestre 2012 (%), (Pemex Petroquímica, 2013).....	13

## **INDICE DE TABLAS.**

Tabla 1. Servicios e infraestructura de FINSA-Puebla (Agua, Electricidad, Tratamiento de Agua y Drenaje).....	34
Tabla 2. Servicios e infraestructura de FINSA-Iztapalapa (Agua y Drenaje).....	35
Tabla 3. Servicios e Infraestructura de Zona Industrial Chalco (Agua, Drenaje y Electricidad).....	35
Tabla 4. Porcentajes típicos de valores de inversión de capital fijo para segmentos de costos en plantas de fines múltiples, a las instalaciones existentes. (Peter Timmerhaus, Plan Desing and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition, Mc Graw Hill, 1991, pg. 167).....	42
Tabla 5. Tabla que contempla los costos directos e indirectos, con estimaciones de la literatura, caso a). .....	48
Tabla 6. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$1,050,000.00 MN. ....	49
Tabla 7. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$2,800,000.00 MN. ....	49
Tabla 8. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$3,875,00.00 MN. ....	49
Tabla 9. VPN y TIR de izquierda a derecha de las tablas 6, 7 y 8, respectivamente. ....	50
Tabla 10. Tabla que contempla los costos directos e indirectos, con estimaciones de la literatura, caso b). .....	51
Tabla 11. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$1,050,00.00 MN. ....	51
Tabla 12. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$2,800,000.00 MN. ....	52
Tabla 13. VPN y TIR de izquierda a derecha de las tablas 13 y 14, respectivamente. ....	52
Tabla 14. Tabla que contempla los costos directos e indirectos, con estimaciones de la literatura, en caso c).....	53
Tabla 15. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$1,120,000.00 MN. ....	53
Tabla 16. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$1,550,000.00 MN. ....	54
Tabla 17. VPN y TIR de izquierda a derecha de las tablas 18 y 19, respectivamente. ....	54

## **Hipótesis.**

Se cree que la mejor opción para invertir, es el reciclado del polietileno, obteniendo así, la materia prima para la fabricación de bolsas para basura.

## **Objetivo General.**

Encontrar la mejor estimación económica a partir del estudio económico preliminar.

## **Objetivos particulares.**

- Encontrar el lugar adecuado para la instalación de la planta.
- Determinar la tecnología adecuada a partir de la evaluación tecnológica.
- Analizar el mercado donde se compite y con ello, el posible nicho de mercado o estrategia de venta y distribución de bolsas negras de polietileno

## **RESUMEN**

El plástico es uno de los materiales más producidos en el mundo por su variedad de usos, uno de esos usos, es en el que se enfoca esta tesis. La fabricación de bolsas negras de polietileno (PE), es un mercado no abordado por las grandes empresas fabricantes de bolsas plásticas, ya que, al tener muchos productos por fabricar no han puesto empeño en mejorar la fabricación de las bolsas negras.

La tesis se ha trabajado en el área de Ingeniería de Proyectos, llegando a cubrir la Ingeniería Conceptual, hasta el estudio económico preliminar.

Las bolsas negras para basura se fabrican con material reciclado, uno de los puntos a tratar en el siguiente trabajo escrito es la evaluación de 3 principales propuestas:

a) el primero donde tenemos todos los equipos operando, es decir, se está reciclando polietileno y fabricando bolsa negra, b) el segundo es donde tenemos todos los equipos pero, solo se opera la fabricación de bolsa negra, un proveedor suministrará el polietileno reciclado (con el fin de más adelante operar toda la planta) y c) la tercera aborda la idea de solo comprar la línea de fabricación de bolsa y consumir polietileno de un proveedor.

Se realiza la estimación económica donde se evaluarán los 3 casos anteriores, los datos importantes a evaluar serán la inversión inicial, el Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno y el Retorno de la Inversión. Los mejores resultados fueron: inversión inicial con un resultado de \$1,050,000 pesos, la TIR con un resultado del 95% a un Retorno de Inversión de dos años.

Uno de los puntos representativos del trabajo escrito es el estudio de localización de la planta, donde se concluye el mejor lugar para la instalación, la zona industrial Chalco, la cual, como se menciona a continuación, se acomoda mejor a las características necesarias para el giro de industria que se quiere instalar, así como la comodidad por el mercado ya establecido y la cartera de clientes con la que ya se trabaja.

Para nuestro caso y es muy importante resumir, no se necesita el diseñar los equipos, debido a que ya existen, y con la capacidad de producción necesaria para el alcance que estamos proponiendo.

## **CAPÍTULO 1. Estudio de Mercado.**

### **Introducción.**

Se comenzará tratando el material con el que se producen las bolsas plásticas. El polietileno es el plástico más producido en el mundo debido a los diversos artículos que se pueden fabricar con él, dependiendo de sus propiedades mecánicas y térmicas, se le da uso para la fabricación de envases, cubiertos, bolsas comerciales,

productos para la agricultura, etc. En este proyecto se tratará las bolsas negras de polietileno. El tipo de polietileno con el que se fabricará las bolsas por el momento es indistinto pues se manejará polietileno de baja densidad (LDPE) y polietileno de alta densidad (HDPE).

El mercado que existe hoy en día es bastante reñido por las diferentes condiciones por las que atraviesa el país y las políticas internacionales, al igual que para los plásticos, pues es meternos en materias de reformas para el medio ambiente, no solo en México, sino en otros países donde ya se ha prohibido el uso de bolsas plásticas. Aquí es donde entra este proyecto de fabricación de bolsas negras para basura de polietileno y el reciclaje de bolsas plásticas.

Entonces se debe hacer frente a 2 factores importantes, el mercado de plásticos y las políticas ambientales, las ultimas se abordan con la línea de reciclaje de plástico y la producción de bolsas negras del material de la línea de reciclaje.

Ahora, tratando más el mercado de las bolsas plásticas y después abordando con datos en campo (por decir de alguna manera nuestras ventas de bolsas negras puesto que, no he podido encontrar un porcentaje tal de venta de bolsas para basura).

La bolsa de plástico es un objeto cotidiano utilizado a gran escala para contener y transportar mercancías en el mercado mexicano. Esta se introdujo progresivamente a partir de los años setenta, popularizándose rápidamente en establecimientos como mercados, centros comerciales y tiendas de autoservicio para reemplazar la función de las antiguas cajas, canastas y bolsas de tela. Algunos de los factores que han favorecido el uso masivo de la bolsa de plástico son: la distribución generalizada a "título gratuito", su practicidad, y fácil accesibilidad para el consumidor, además de ofrecer ventajas mercadotécnicas para la industria y el comercio al convertirse en un mecanismo publicitario económico.

En el mundo se estima que cada año 8000 millones de bolsas de plástico terminan en la basura, el 6.6% es reciclado, 39% son incineradas. La mayoría de las bolsas plásticas necesitan 400 años para ser biodegradadas si no son más de 1.000 años

para haber “desaparecido” de la faz del planeta, China usa cerca 3.000 millones de bolsas cada día y el promedio por persona en el Reino Unido es de 220 bolsas plásticas por año. En Estados Unidos se desechan 100.000 millones de bolsas por año (ecoosfera, 2016).

La bolsa de plástico tradicional reutilizable, está fabricada con polietileno como las de un solo uso, incluye en su composición al menos un 15% de material reciclado, emplea tintas no tóxicas, es 100% reciclable y en su elaboración se utiliza menos agua y se emite menos CO<sub>2</sub> que para fabricar las tradicionales bolsas de un solo uso. Al ser una bolsa un 25% más grande (21 litros), con el doble de espesor que éstas y por lo tanto más resistente, se garantiza su reutilización al menos 15 veces. En última instancia, esta bolsa puede utilizarse para desechar la basura doméstica en el contenedor marrón/verde o los residuos de envase en el contenedor amarillo. Además, está amparada en una normativa que permite su certificación<sup>1</sup>.

En cuanto al reciclaje y prohibición de bolsas plásticas ya se han tomado iniciativas en varias partes del mundo. El parlamento europeo propuso la meta de la reducción del 80% para el 2019 y del 50% para el 2017. Se han tomado medidas en España, Gran Bretaña, Irlanda, Francia, Alemania, Italia, EU, México y China.

### **Estadísticas de producción.**

Fuente:

<https://www.nuevamujer.com/bienestar/2010/03/15/estadisticas-sobre-las-bolsas-plasticas.html?year=2010&month=03&page=1&blog=latam&kind=category> del 15 marzo del 2010.

- Cada año aproximadamente entre 500.000 millones y 1 billón de bolsas de plástico son consumidas alrededor del mundo, lo que representa que cada

---

<sup>1</sup> Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011, pág. 7.

minuto se consumen 1 millón de estas bolsas. Además, millones de ellas se convierten en basura cada año.

- Cada cinco segundos se utilizan en EEUU 60.000 bolsas de plástico.

Fuente:

<http://archivo.eluniversal.com.mx/primera/32501.html> del 16 de febrero del 2016.

- La Agencia de Protección Ambiental en Estados Unidos calcula que cada persona usa seis bolsas de plástico por semana en el mundo; 24 al mes y 288 al año. Sólo se recicla 1%.

Fuente:

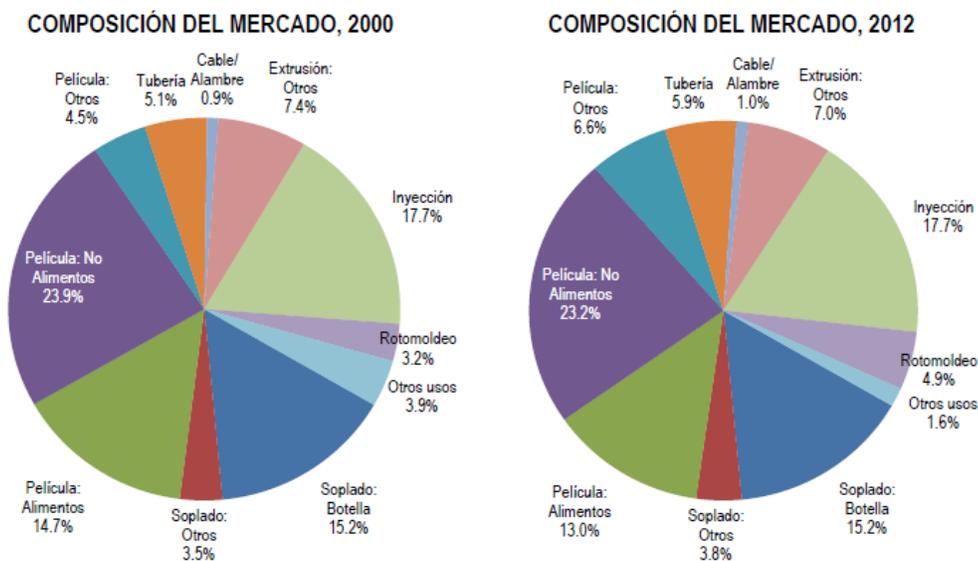
<http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/ecom.html> del 27 de mayo del 2013.<sup>2</sup>

- Anualmente, circulan por el mundo entre 500 mil millones y un billón de estos objetos.
- De la cantidad de petróleo que se extrae en todo el mundo, el 5 por ciento se utiliza para la industria del plástico.
- Menos del uno por ciento de las bolsas se recicla.
- Existe una economía detrás del reciclaje de las bolsas plásticas. Producir una tonelada de bolsas plásticas cuesta 4 mil dólares. Reciclar esa tonelada de plástico, 32 dólares.

---

<sup>2</sup> Fuentes originales: <https://consciencia-global.blogspot.com/search?q=Contaminaci%C3%B3n+por+bolsas+de+pl%C3%A1stico> y <http://onctv-ipn.net>

# Los Mercados no han cambiado mucho



**No han cambiado mucho porque muchos mercados son bastante maduros...**

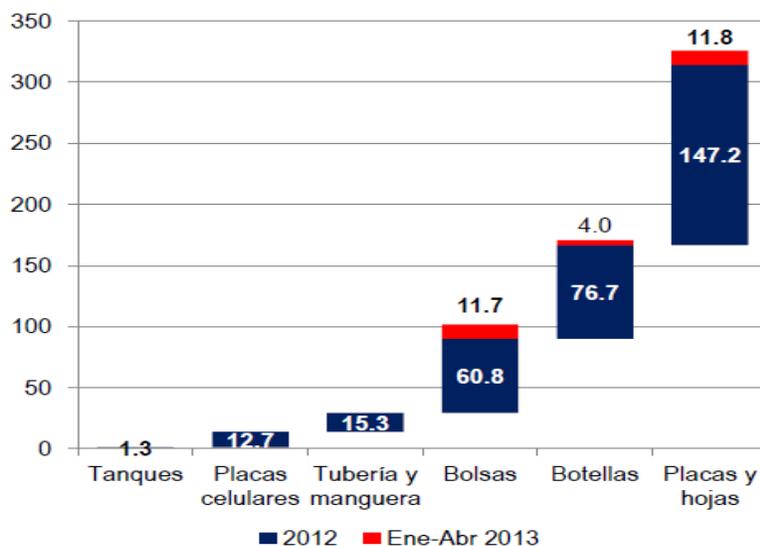


9



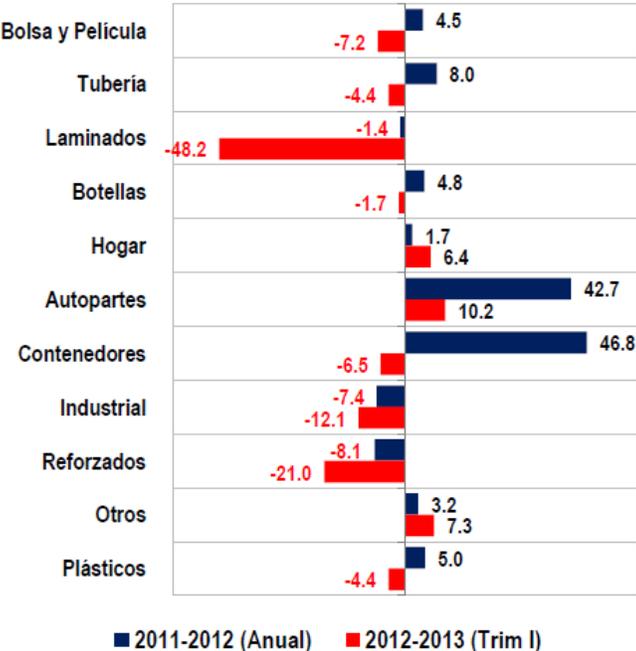
Gráfica 1. Comparación de mercados de los años 2000 y 2012 (Pemex Petroquímica, 2013).

De esa gráfica se puede ver el porcentaje destinado a la fabricación de bolsas que si bien no lo dice lo específica en la producción de películas, extrusión y soplado. También se observa y como ahí lo menciona, los mercados son bastante maduros, refiriéndose a que no han cambiado mucho, por lo cual nos sirve un poco para estimar ventas y ganancias.



Gráfica 2. Importación de artículos de Polietileno, en miles de toneladas (Pemex Petroquímica, 2013).

La gráfica anterior muestra las exportaciones en los años 2012 y 2013, dando así la posibilidad de llevar el producto fuera del país, pensando ya en una expansión de la empresa.



Gráfica 3. Muestra el crecimiento de producción de plástico para 2 periodos (Pemex Petroquímica, 2013).

Aquí se observa la producción de diversos productos de polietileno y en los mismos la producción de bolsa, hay una caída y esto quizá debido a que en estos tiempos se estuvo haciendo una revolución con respecto al reciclaje y materiales más amigables con el medio ambiente.

En las siguientes gráficas se muestran también decrementos en la producción de bolsas plásticas, pero como se explicó anteriormente, se debió a la falta de información por parte de las personas. Esto informa Pemex con respecto a este ciclo:

*Las bolsas de polietileno se volvieron el blanco favorito de legisladores y autoridades ambientales*

- *De octubre de 2008 a fines de 2013 se presentaron 49 iniciativas de ley para prohibirlas*

- *Todas se han enfrentado con éxito al punto que hoy.*

*La industria de la bolsa fue afectada por varias causas*

- *Una imagen deteriorada por la desinformación*
- *La labor de los “degradafílicos” (personas a favor de materiales degradables), con grandes usuarios*

*Las bolsas no son el único plástico de polietileno con riesgos de regulación.<sup>3</sup>*

Y esta es su postura ambientalista:

*Promover el reciclaje de residuos de Polietileno (PE).*

- *Muchos de los residuos industriales ya se reciclan*
- *Igual algunos post-consumo como las botellas*
- *Falta impulsar la recuperación de los flexibles*

*La degradación debe comprobar sus “bondades*

- *Ningún aditivo degradante ha demostrado que se biodegrade en los rellenos sanitarios mexicanos*
- *Ninguno ha demostrado que sea reciclable*
- *Ninguno ha evaluado sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)*

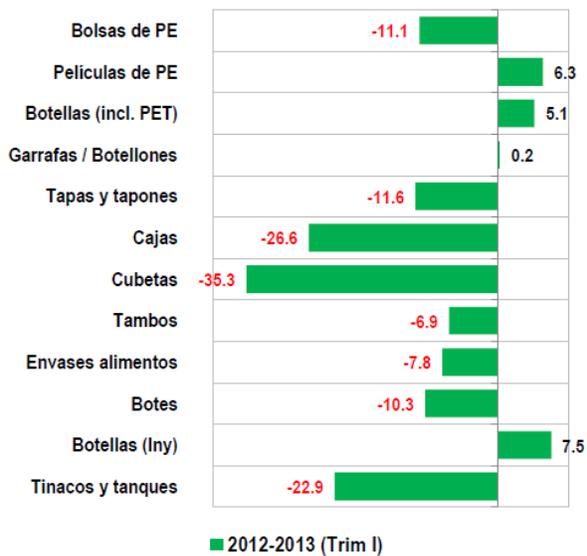
*La producción y el consumo sustentable de plásticos de polietileno tendrá que ser nuestro objetivo.<sup>4</sup>*

---

<sup>3,4</sup> El Mercado del Polietileno en México, Foro 2013, Pemex Petroquímica, PDF, pp 11 y 12.

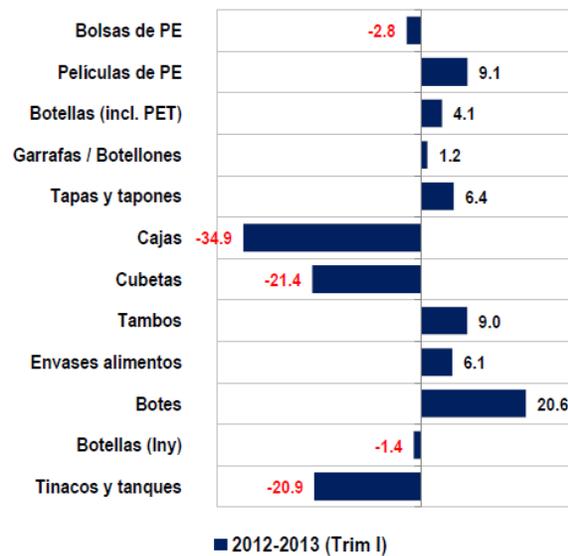
### a) PRODUCCIÓN DE PLÁSTICOS DE PE

Crecimiento respecto del periodo anterior, %

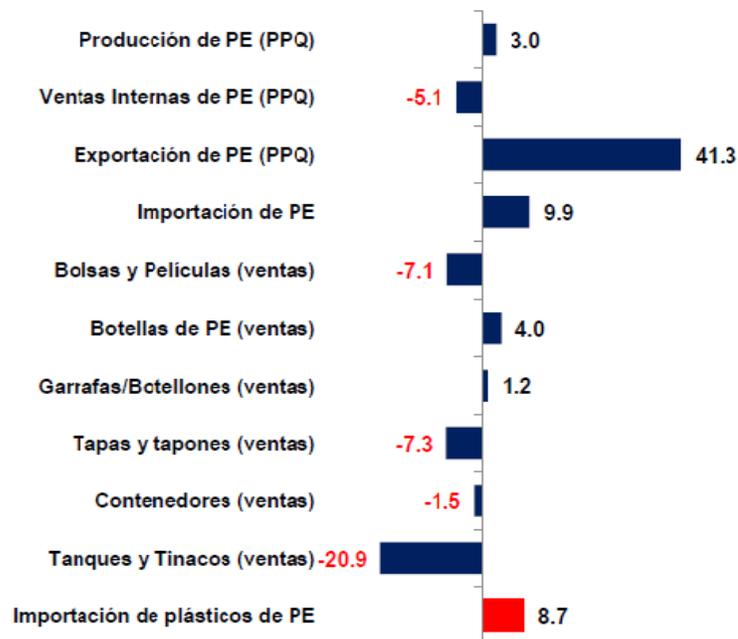


### b) VENTAS DE PLÁSTICOS DE PE

Crecimiento respecto del periodo anterior, %



Gráfica 4. a) Producción y b) Ventas de Plástico del Polietileno (Pemex Petroquímica, 2013).



Gráfica 5. Porcentaje de variación de la producción con respecto al primer trimestre 2012 (%), (Pemex Petroquímica, 2013)

## **Oportunidades de distribución de las bolsas negras.**

La oportunidad de distribuir las bolsas fabricadas es muy buena, pues como se ha visto a través de la venta de bolsas negras en el negocio familiar, las personas responden positivamente a la mercancía que se les ofrece y ahora, si son fabricadas por el mismo negocio y se logran quitar esas fracciones de mercado que hacen mayores los precios de adquisición, podríamos mejorar las ofertas y además de concentrarnos en el reciclaje y utilización de ese material para fabricar nuestras bolsas.

En el mercado existen empresas que se dedican a reciclar las bolsas plásticas y vender el material reciclado, también existen empresas dedicadas a la producción de todo tipo de bolsas entre ellas las bolsas para basura, entonces no se concentran a manera concreta en la producción de las bolsas para basura, dejándonos así la oportunidad de mejorar las bolsas y ofrecer un mejor precio al cliente, además de que el reciclado es un plus que nos daría prestigio y preferencia.

Otra oportunidad y ventaja es que ya se tiene encaminado el negocio a la compra y venta de bolsas para basura, por lo cual, se tiene un mercado establecido y desde que mi padre comenzó con la venta de bolsas al menudeo, han salido otras personas a vender bolsas de la misma manera, por lo cual ya se ha abierto mercado en tanto a esta nueva forma de distribución, entonces ya existe una amplia lista de clientes que se pueden aprovechar, además ya se conoce sobre el negocio y la distribución para ampliar el mercado y los clientes.

## **Proveedores de materias primas.**

- SCHULMAN DE MÉXICO S.A. DE C.V.



**Sitio Web:** [www.aschulman.com](http://www.aschulman.com)

**Ofrece:** Fabricación de compuestos plásticos y concentrados de color,

Plásticos de Ingeniería, Polipropilenos cargados, Bioplásticos y aditivos verdes, Masterbatch.

- ARCO COLORES S.A. DE C.V.



**Sitio Web:** [www.arcocolores.com](http://www.arcocolores.com)

**Ofrece:** Concentrado de color, Mezclas de pigmentos en polvo, Venta de pigmentos y concentrados de color (Master Batch) para la industria del plástico, PEBD-lineal, PS-cristal, PS-HI (alto peso molecular).

- BAMBERGER POLYMERS DE MÉXICO S.A. DE C.V.



**Sitio Web:** [www.bambergerpolymers.com](http://www.bambergerpolymers.com)

**Ofrece:** Polietilenos, Polipropilenos, PET, Poliestirenos, Aditivos y compuestos, PVC, Comercialización y distribución de resinas, (Polietileno, Polipropileno, Poliestireno, ABS, Nylons, Policarbonatos, PET, PVC, etc.).

- CHEMTEX INTERNACIONAL DE MÉXICO S.A. DE C.V.



**Sitio Web:** [www.chemtex.com.mx](http://www.chemtex.com.mx)

**Ofrece:** PEBD, PEAD, PVC, PET (biorientado), Venta y distribución de polietileno de alta y densidad para soplado e inyección.

- DOW QUÍMICA MEXICANA S.A. DE C.V.



**Sitio Web:** [www.dow.com](http://www.dow.com)

**Ofrece:** Fabricación de polietileno y polipropileno, Bioplásticos y aditivos verdes.

- QUÍMICOS Y POLÍMEROS CORPORATION S.A. DE C.V.



**Sitio Web:** [www.quimicosypolimeros.com](http://www.quimicosypolimeros.com)

**Ofrece:** Arlatex, Hules, Productos variados, Base para goma de mascar, Nhumo, Lord, Comercializadora de materias primas para diferentes industrias tales como: Plásticos, Hulera, Textil, Papelera, Adhesivos, y la industria del chicle.

Y así existen muchas empresas proveedoras de materias primas, las cuales se pueden consultar en:

- [http://www.anipac.com/z\\_quimicos\\_corporation.php](http://www.anipac.com/z_quimicos_corporation.php)

#### **Fabricantes de bolsas y posibles competidores.**

- ANGUIPLAST S.A. DE C.V.
- BOLSAS Y PLÁSTICOS INTERNACIONALES, S.C. DE R.L. DE C.V.



**Sitio Web:** [www.bopisa.com](http://www.bopisa.com)

**Ofrece:** Bolsa de polietileno de alta y baja densidad y película, Rollo, Bolsas de Polietileno, Impresión, Películas Planas.

- GLOBAL PLASTIC S.A DE C.V.



**Sitio Web:** [www.globalplastic.com.mx](http://www.globalplastic.com.mx)

**Ofrece:** Bolsas de polietileno Alta y Baja Densidad, Película.

- PLACOYT PLÁSTICOS COMERCIALIZADORA TRANSFORMADORA S.A. DE C.V.

Sitio Web: [www.placoyt.com.mx](http://www.placoyt.com.mx)

Ofrece: Fabricación de Bolsas de Plástico.

- POLIETILENOS ARANDAS S.A. DE C.V.



**Sitio Web:** [www.polietilenosarandas.com.mx](http://www.polietilenosarandas.com.mx)

**Ofrece:** Bolsas de polietileno, Bolsa Tipo Camiseta, Medidas Especiales, Bolsas en Rollo.

- ROLLOS DE POLIETILENO S.A. DE C.V.



**Sitio Web:** [www.roposa.com.mx](http://www.roposa.com.mx)

**Ofrece:** Extrusión, Corte y Sello, Impresión, Reciclado, Rollo de Polietileno, Bolsa de Polietileno, Bolsa Lisa, Rollo Impreso, Bolsa Impresa.

Aquí hay algunas empresas recicladoras:

- BIO RECICLADOS FOLGUEIRAS SAPI DE C.V.



**Sitio Web:** [www.comercializadorafolgueiras.com](http://www.comercializadorafolgueiras.com)

**Ofrece:** Extrusión, Inyección, Soplado, ABS (Plásticos de ingeniería), PP, PVC, Importación, Distribución y Comercialización de resinas y desperdicios plásticos.

- KORAGG MÉXICO S.A. DE C.V.



**Sitio Web:** [www.koraggmexico.com](http://www.koraggmexico.com)

**Ofrece:** Máquinas descontaminadoras de Pet, Extrusoras, Representantes de maquinaria para reciclado, PE, PP, PA, PS, PET.

- REPLAS MÉXICO S.A. DE C.V.



**Sitio Web:** [www.kangy.com.mx](http://www.kangy.com.mx)

**Ofrece:** Polipropileno recuperado, Polietileno baja densidad, Polietileno alta densidad, Maquila de reproceso, Adquisición, reciclado y maquila de desperdicios plásticos y comercialización de resinas, Resinas plásticas recuperadas.

De la misma manera existen muchas empresas recicladoras y fabricantes de bolsas, que se pueden consultar en:

- <http://www.anipac.com/asociados.php>

### **Oportunidades de distribución de las bolsas negras en México.**

La distribución de las bolsas negras en México parece favorable, pues como se menciona anteriormente ya existe mercado ganado y al momento de comenzar la fabricación, todas las personas que a raíz de que mi papá comenzó a vender, ellas también comenzaron, estas personas son posibles clientes. Al igual, como el negocio ya tiene tiempo, se nos facilitaría la ampliación del mercado.

Otra cosa que cabe mencionar es la idea que tenemos de solo fabricar la bolsa negra con material reciclado por nosotros, dándonos la oportunidad de mejorar el producto y tener esa preferencia de cuidado con el medio ambiente.

Cabe mencionar que un posible nicho de mercado es el menudeo en diversas comunidades, la distribución a las tiendas, a los clientes directamente en sus casas y como ya fue mencionado, a las personas que siguieron la misma dinámica de venta al menudeo en la zona en la que vivimos.

## **CAPÍTULO 2. Evaluación Tecnológica.**



Figura 1. Pictograma del PEAD y PEBD, respectivamente.

### **Polietileno de Baja Densidad (PEBD)/Polietileno de Alta Densidad (PEAD).**

Usos:

Envases para: detergentes, lavandina, aceites automotor, shampoo, lácteos, bolsas

para supermercado, bazar y menaje, cajones para pescados, gaseosas, baldes para pintura, helados, aceites, tambores, caños para gas, telefonía, agua potable, minería, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas, industria médica y la aplicación en la agricultura (acolchados, invernaderos, ollas de agua, etc.).

Ventajas:

- Resiste a bajas temperaturas.
- Resistencia al rasgado, punzura y fractura.
- Liviano.
- Impermeable.
- Inerte.
- No tóxico.
- Excelente brillo y alta resistencia química.

**Estructuras.**

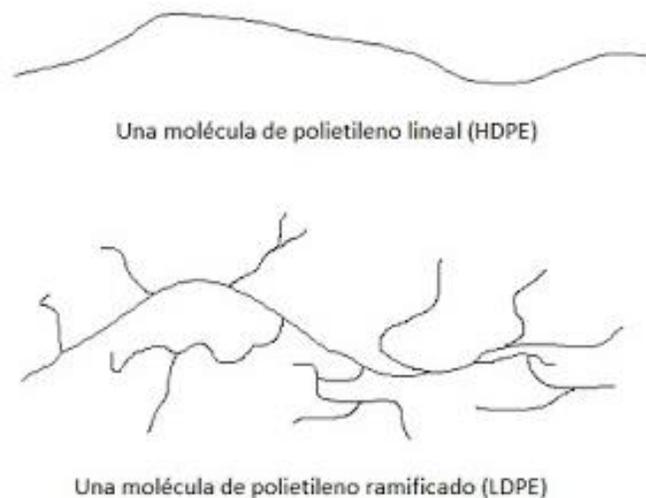


Figura 2. Estructuras de Polietileno de Alta y Baja Densidad.

## Tecnología.

### Reciclaje:

Una forma general del proceso de reciclaje puede presentarse de la siguiente manera puesto que se debe de fijar el tipo de residuo plástico que llega a la planta de reciclaje:

Una vez recepcionados los residuos debidamente separados por tipo de plásticos, son sometidos a un proceso que en líneas generales consta de 4 etapas:

1. Trituración y molienda de los materiales
2. Lavado y secado de las partes obtenidas
3. Extrusión y pelletización (conversión en pellet)
4. Homogeneización y control de calidad

Gracias a la alta tecnología y a los rigurosos controles a los que son sometidos todos estos procesos, se puede ofrecer productos de calidad y en función de los requerimientos de nuestros clientes.



Figura 3. Pasos para el reciclaje de polietileno.

La clasificación más aceptada de los procesos que se llevan a cabo para reciclar los plásticos los divide en cuatro categorías:

- Reciclaje primario o re-extrusión.
- Reciclaje secundario o mecánico.
- Reciclaje terciario o químico.
- Reciclaje cuaternario o valorización energética.

De estos reciclajes, se tomará el secundario o mecánico.

- Reciclaje secundario o mecánico.

En esta categoría se agrupan todos los procesos físicos de reciclaje, es decir, aquellos en los que no se modifica la estructura química o la composición de los plásticos. Pueden realizarse a partir de residuos post-industriales o post-consumo, que mediante tratamientos térmicos son transformados nuevamente en pellets, perfiles o madera plástica. Aunque existen variaciones en los procesos, estos generalmente incluyen procesos de corte molienda, limpieza, extrusión, enfriamiento y almacenaje hasta su posterior comercialización.



Figura 4. Diagrama que ilustra el reciclaje mecánico del plástico.

Esta vía está limitada por:

- Contaminación de los polímeros.
- Falta de homogeneidad dentro del mismo tipo de polímero.
- Valor del plástico recuperado es bajo y mercados limitados.

Esta vía está favorecida por:

- Incremento de la recogida selectiva.
- Avances en las tecnologías de identificación y separación.
- Diseño para reciclado y fin de vida (sectores automoción, eléctrico y electrónico).

Etapas del proceso:

Habitualmente una planta de reciclado para producción de escama de plástico recibe fardos clasificados de botellas y embalajes plásticos y realiza las siguientes operaciones:

- Alimentación de fardos (normalmente automática con ayuda de cintas transportadoras y carretillas cargadoras).



Figura 5. Cintas transportadoras con material a reciclar.

- Desembalado (suelta del fleje que puede ser automático o manual).
- Triado y clasificación (retirada de impropios generalmente manual sobre una cinta y en la mayor parte de las ocasiones complementada con detección automática de metales y plásticos no deseados).
- Molienda gruesa (reducción de tamaño hasta 15 mm con molino de cuchillas).
- Molienda fina (reducción de tamaño hasta 8 mm con molino de cuchillas).



Figura 6. Proceso de Molienda.

- Limpieza, consta de etapas de lavado y centrifugado (el lavado se realiza con agua en lavaderos o bateas de lavado y que a la salida llevan acoplada una centrífuga, dependiendo del nivel de suciedad esta etapa se puede duplicar o triplicar). En esta etapa también se logra separar al polietileno de otros materiales más densos que el agua como piedras, metales, otros plásticos (PET, PVC, PS, etc.). El lavado con agua se puede complementar con un lavado químico, empleando agua a temperatura entre 50-70°C y a la que se la añaden productos químicos como sosa, que posteriormente se deben eliminar mediante una operación de enjuague.



Figura 7. Limpieza de material picado.

- Centrifugado para eliminación del agua de lavado. Posteriormente se puede realizar una inspección visual de las hojuelas o eliminación manual de

contaminantes. Esta última etapa también puede ser realizada por equipos espectroscópicos, separadores magnéticos, imanes, etc.



Figura 8. Centrifugado del material.

- Almacenamiento en silo o salida a big-bag (almacenamiento en bolsas).
- En las líneas de polietileno de baja densidad la molienda se sustituye por un guillotinado (corte con guillotina), y se realiza un aglomerado del material en equipos denominados agrumadores o densificadores en donde las hojuelas plásticas se amontonan aumentando la densidad aparente del material.



Figura 9. Comparación del material, antes y después del densificado.

Si la planta procesa la escama de plástico hasta obtener granza se añaden las siguientes operaciones:

- Secado de escama (acondicionamiento del material con aire caliente para rebajar la humedad antes de procesarlo).
- “Compounding” (mezcla de materiales plásticos de diferentes grados, agregado de aditivos o introducción de cargas minerales para lograr determinadas propiedades en el producto).
- Extrusión y granceado (en extrusora de tallarina) o extrusión y peletizado (en extrusora de corte en cabeza).
- Almacenamiento en silo o salida a big-bag o dispuesto en bolsas de 25Kg.



Figura 10. Peletizadora y producto final (pellet's).

### **Fabricación de la bolsa negra:**

Para llevar a cabo el proceso de fabricación de bolsas, es necesario seguir una serie de pasos para su transformación. Dentro de estos pasos, se encuentran:

- Extrusión de bolsas.
- Corte de bolsas.

Existe otro punto que es la impresión de la bolsa, por el momento nosotros no ocuparemos esa etapa ya que no nos interesa ponerle alguna impresión, esos podrían ser ajustes más adelante.

El proceso es el siguiente:

Extrusión.

La materia prima (granza) es transparente (en nuestro caso puede ser oscura o gris), por lo que es necesario añadirle colorante para conseguir el color deseado en el material. Una vez mezclados en las tolvas de las extrusoras, la mezcla resultante pasa por una boquilla, por medio del empuje generado por la acción giratoria de un husillo (tornillo de Arquímedes) que gira concéntricamente en una cámara a temperaturas controladas, debido a la acción de empuje se funde, fluye y mezcla en el cañón saliendo por una boquilla y debido a un estiramiento vertical y un soplado en sentido transversal, sale creando un globo de plástico. Este globo, se va enfriando progresivamente y mientras vuelve a una temperatura normal y estable se va recogiendo en forma de bobina. De esta forma se van conformando las características particulares de cada bobina: galga, tamaño, etc. En muchas ocasiones, la bobina de película de plástico es tratada con una descarga eléctrica que oxida la superficie del plástico y que facilita la adherencia de las tintas en el material básicamente, se trata de abrir con las descargas eléctricas unos poros en la superficie de la bolsa para que la tinta quede bien impregnada y anclada en el proceso de impresión.

El proceso se termina en esta etapa para algunos productos que se transforman. Tal es el caso del material retráctil o de las láminas (tubo, semi tubo o lámina) en bobinas sin imprimir. En estos casos, las bobinas se pesan, se embalan correctamente para protegerlas de golpes y polvo en el transporte y se preparan para ser entregadas al cliente.

Para los productos que lleven algún tipo de impresión, tales como bolsas de plástico tipo camiseta impresa, el siguiente proceso es la impresión. Los productos que no vayan a ser impresos pasan directamente a corte.



Figura 11. Película de globo en la extrusora.

## Corte

Una vez que las bobinas impresas o no impresas llegan a corte, lo primero que se hace es programar la cortadora con los parámetros necesarios para darle la forma que se desee, bien sea una bolsa camiseta, tipo mercadillo o una simple lámina. Se ajustan el ancho del producto, el alto, las medidas del fuelle (sí procede), la altura y ancho de las asas (sí procede), etc.

Al momento del corte, algún trabajador debe de estar doblando o retirando la bolsa de la salida de la cortadora y selladora.

## Normatividad.

- Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-024-AMBT-2013, que Establece los Criterios y Especificaciones Técnicas Bajo los Cuales se Deberá Realizar la Separación, Clasificación, Recolección Selectiva y Almacenamiento de los Residuos del Distrito Federal (CDMX).

- Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011, Establece los Criterios y Especificaciones Técnicas Bajo los Cuales se Deberá Realizar la Separación, Clasificación, Recolección Selectiva y Almacenamiento de los Residuos en el Estado de México.
- NMX-E-034-CNCP-2014, INDUSTRIA DEL PLÁSTICO-CONTENIDO DE NEGRO DE HUMO ENPOLIOLEFINAS-MÉTODO DE ENSAYO (CANCELA A LA NMX-E-034-SCFI-2002).
- NMX-E-099-CNCP-2014, INDUSTRIA DEL PLÁSTICO-RESISTENCIA AL IMPACTO POR CAPIDA LIBRE DEDARDO EN PELÍCULAS Y LAMINADOS PLÁSTICOS-MÉTODO DE ENSAYO(CANCELA A LA NMX-E-099-CNCP-2007).
- NMX-E-112-CNCP-2014, INDUSTRIA DEL PLÁSTICO-RESISTENCIA AL RASGADO DE PELÍCULAS Y LAMINADOS PLÁSTICOS-MÉTODO DE ENSAYO (CANCELA A LA NMX-E-112-CNCP-2004).
- NMX-E-260-CNCP-2014, INDUSTRIA DEL PLÁSTICO-MATERIALES BIOPLÁSTICOS-TERMINOLOGÍA.
- Normas Mexicanas PROY-NMX-E-013-CNCP-2014, PROY-NMX-E-061-CNCP-2014 y PROY-NMX-E-142-CNCP-2014.
- PROY-NMX-E-057-CNCP-2014 Industria del plástico – Abreviaturas de términos relacionados con los plásticos (Cancelará a la NMX-E-057-CNCP-2004).
- PROY-NMX-E-235-CNCP-2014 Industria del plástico – Bolsas de polietileno para uso en aseo, aplicaciones generales, guardería, así como nutrición y dietética, que se utilizan en el sector salud – Especificaciones y métodos de prueba (Cancelará a la NMX-E-235-CNCP-2009).
- Norma oficial mexicana NOM 161 SEMARNAT 2011, Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo.
- Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

- Orden 14 de abril de 2011. Regula la Aplicación de la Ley 11/2010 de 3 de diciembre. (Tasa a la bolsa en Andalucía).
- LEY 11/2010, de 3 de diciembre, de medidas fiscales para la reducción del déficit público y para la sostenibilidad.

### **CAPÍTULO 3. Estudio de Localización de la Planta.**

Este tipo de estudio es de suma importancia en la ingeniería del proyecto pues se tienen en cuenta factores que son cruciales para el pronto éxito de la planta. Este estudio determinará el lugar óptimo y que mejor le convenga a la empresa, tomando en cuenta factores como el clima, materias primas, el mercado donde se desarrolla el producto obtenido, etc.

Se pueden tener varias alternativas y al final se evaluará por los ingenieros el lugar más rentable y óptimo. Este estudio de localización de la planta está referido para determinar la ubicación de la planta productora de bolsas negras de polietileno, donde consideraremos los siguientes factores:

- Cercanía de materias primas.
- Cercanía del mercado a desarrollarse.
- Transporte.
- Eliminación de deshechos.
- Servicios e infraestructura.
- Clima.
- Combustible.

Para la localización de la planta no se necesita precisar en alejarla a un parque industrial o fuera de la población, pues no existe mayor riesgo en los equipos, tampoco se necesita gran área para la instalación, por lo cual se pueden buscar pequeñas zonas industriales o terrenos en venta de aproximadamente 1000 a 2000 m<sup>2</sup>, donde sean óptimos los factores a analizar.

Se aclara el punto de que la planta puede estar en zonas habitables pues ya se han visitado y visto en operación fábricas de bolsas en zonas pobladas, junto a casas habitación y negocios de comida, etc.

### **Determinación de las posibles ubicaciones en base a factores predominantes.**

- **Cercanía de materias primas.**

En cuanto a las materias primas necesarias en la fabricación de bolsas para basura, se contempla el polietileno, así como la cantidad de bolsas de polietileno desechadas por el lado del reciclaje, agua para el proceso de limpieza de las bolsas a reciclar, igual que el pigmento para dar color a las bolsas.

Para lo anterior se toma en cuenta, FINSA Puebla, FINSA Iztapalapa, Zona industrial Chalco y ésta por definirse algún sitio en el municipio de Ixtapaluca.

- **Cercanía del mercado.**

Con respecto al mercado a desarrollarse, ya se cuenta con él, puesto que ya desde hace tiempo el negocio se dedica a la compra y venta de bosas para basura, como se menciona en el estudio de mercado, el centro del mercado se ubica en la zona de Ixtapaluca y poblaciones cercanas al centro, igual que algunas poblaciones del municipio de Chalco.

Claro, no hay limitantes a las comunidades donde ya se vende el producto, por lo cual es sabido que el mercado potencial, son las personas y el menudeo, entonces por el mercado no habría problema debido a que es al público directamente.

- **Servicios e infraestructura.**

La planta que se planea instalar no necesita de servicios o infraestructura tan complicada, se puede poner en distintos lugares, se eligen los anteriormente mencionados debido a que están casi céntricos en cuanto al mercado que existente,

esto con el fin de poder levantar y mantener el negocio mientras se amplía el mercado y la planta crece. Entonces los lugares que se seleccionan cuentan con los servicios necesarios para la fabricación de las bolsas negras.

- **Transporte.**

Se continúa tomando en cuenta los lugares seleccionados, FINSA Puebla, FINSA Iztapalapa, Zona industrial Chalco y está por definirse algún parque industrial en el municipio de Ixtapaluca, debido a la existencia de buenas vías de comunicación y caminos pavimentados y con señalamientos debidos.

### **Ubicaciones seleccionadas tentativamente.**

Se concluye que las posibles localizaciones serían: FINSA Puebla, FINSA Iztapalapa, Zona industrial Chalco.

### **Análisis de los factores de localización.**

- **Cercanía de las materias primas.**

Existen varias empresas que suministran las materias primas para la fabricación de bolsas de polietileno, entonces se selecciona algunas para comparar la cercanía de estas a las ubicaciones seleccionadas.

- **Cercanía del mercado a desarrollarse.**

Para asegurar un buen comienzo por el mercado que se ha abastecido, convendría la cercanía, entonces la ventaja la tiene la zona industrial Chalco, en comparación a los parques de Puebla e Iztapalapa.

- **Transporte.**

Los tres lugares cuentan con excelentes vías de comunicación.

- **Eliminación de desechos.**

En cuanto a los desechos de la fabricación de bolsa plástica, solo existe el agua de lavado en el proceso de reciclado.

- **Servicios e infraestructura.**

FINSA-Puebla:

Tabla 1. Servicios e infraestructura de FINSA-Puebla (Agua, Electricidad, Tratamiento de Agua y Drenaje).

<b>AGUA</b>	
Lps/Ha	0.1
<b>Diámetro de tubería</b>	10.16 cm
<b>Material de Tubería</b>	Polipropileno
<b>Diámetro de conexión</b>	5.08 cm
<b>Proveedor</b>	MIFINSA
<b>ELECTRICIDAD</b>	
KVA/Ha	450
<b>Proveedor</b>	CFE
<b>TRATAMIENTO DE AGUA</b>	
<b>Capacidad</b>	Si
<b>DRENAJE</b>	
<b>Diámetro de tubería</b>	91.44 cm
<b>Tipo de tubería</b>	PVC / Concrete
<b>Diámetro de conexión / diámetro de acometida</b>	15.24 cm
<b>Proveedor</b>	MIFINSA
<b>Drenaje Pluvial</b>	Superficial

FINSA-Iztapalapa:

Tabla 2. Servicios e infraestructura de FINSA-Iztapalapa (Agua y Drenaje).

AGUA	
Lps/Ha	0.2
Diámetro de tubería	10.16 - 15.24 cm
Material de Tubería	PVC
Diámetro de conexión	2.54 cm
Proveedor	Aguas de Atizapan SA CV
DRENAJE	
Diámetro de tubería	40.64 cm
Tipo de tubería	PVC Hydraulic
Proveedor	DDF

Zona industrial Chalco:

Tabla 3. Servicios e Infraestructura de Zona Industrial Chalco (Agua, Drenaje y Electricidad).

ELECTRICIDAD	
Energía eléctrica (kVA/ha)	150
Subestación eléctrica	NO
Red de gas	NO
AGUA	
Planta de tratamiento de agua	NO
Agua potable (l/seg/ha)	0.12
DRENAJE	

Drenaje Pluvial (l/seg/ha)	0
Drenaje sanitario (l/seg/ha)	0.463 6
Descargas industriales (l/seg/ha)	2.09
Espuela de ferrocarril	NO

En cuanto a la infraestructura, la zona industrial Chalco es la adecuada ya que se cuenta con naves industriales al igual que con espacio disponible, teniendo en cuenta el que necesita nuestra planta.

- **Clima.**

Respecto al clima, no afecta tanto pues, no se tiene emisiones a la atmósfera más que de vapor de agua, el único residuo como se comenta anteriormente es el agua residual del lavado de las bolsas y pues las condiciones climáticas de los tres sitios son muy similares.

### **Evaluación de localización de la planta.**

Con base en la información anterior, se realizó la evaluación para decidir cuál sería el mejor sitio. En este caso, se elegirá la zona industrial en Chalco debido a que es más cercana a nuestro mercado ya establecido, donde ya se tienen clientes con respecto a nuestra forma de trabajo, esto con la intención de no desaprovechar el mercado ya trabajado. Al igual que no se necesita gran capacidad industrial para el reciclaje y fabricación de PE.

# CAPÍTULO 4. Ingeniería Conceptual.

## Esquema del proceso.

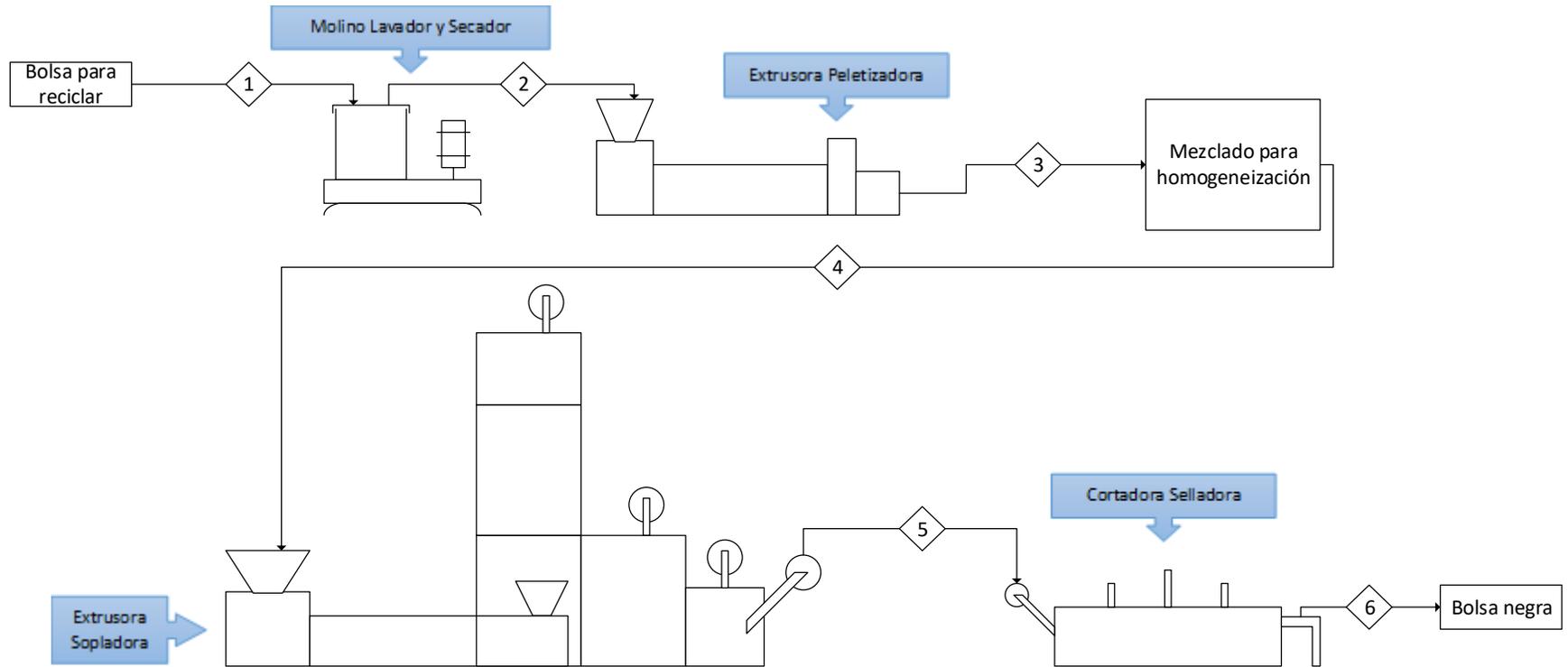


Figura 12. Esquema del Proceso.

## **Equipos principales.**

Características de los equipos.

Molino Lavador y Secador:

- 800 kg/lote
- 30 hp

Extrusora peletizadora:

- 100 kg/h
- 15 hp

Extrusora sopladora:

- 50-70 kg/h
- 10-15 hp

\*Contemplado que se producirán 2 toneladas por semana, trabajando 8 horas al día por 5 días de la semana.

Cortadora selladora:

- 20-150 bolsas/min
- 4.5 kW

## Reciclado del polietileno.

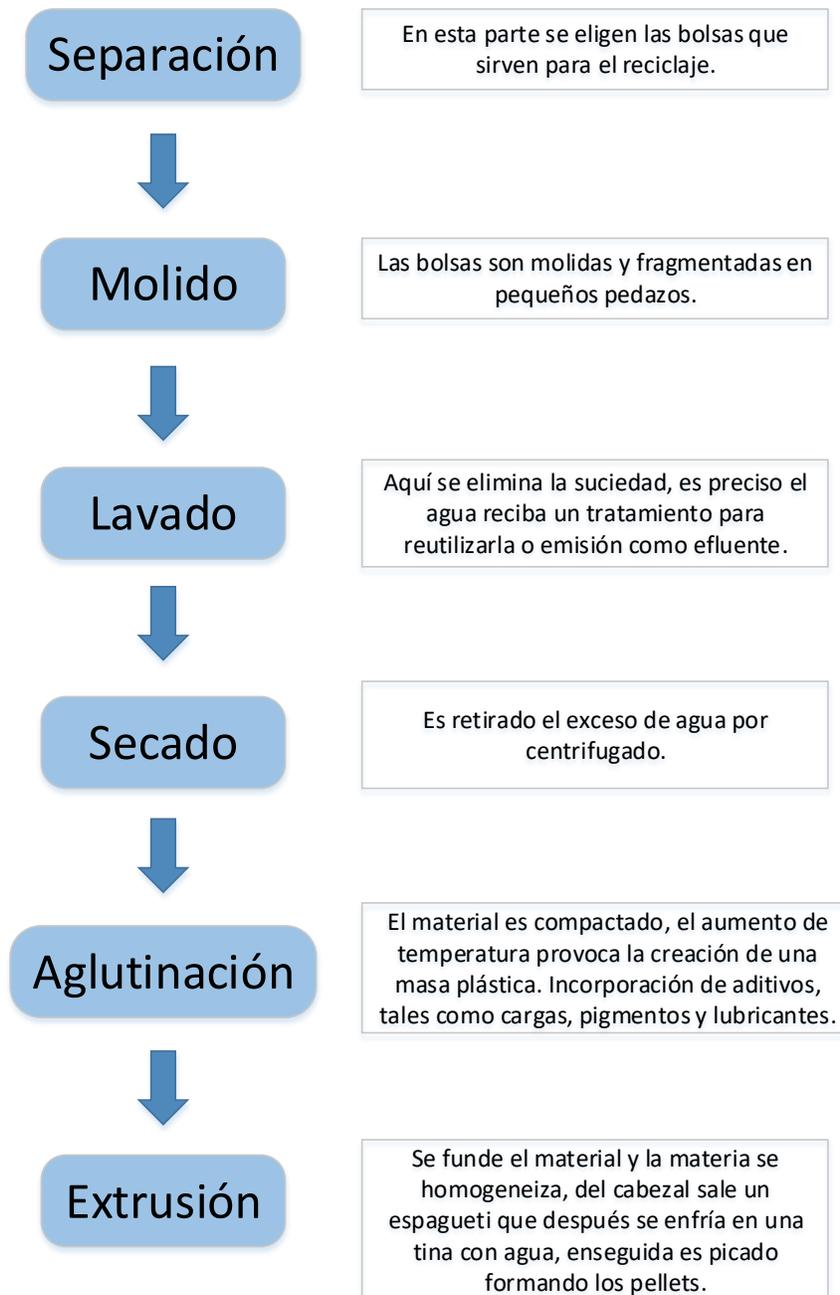


Figura 13. Diagrama del Proceso de Reciclado.

## Fabricación de la bolsa negra.

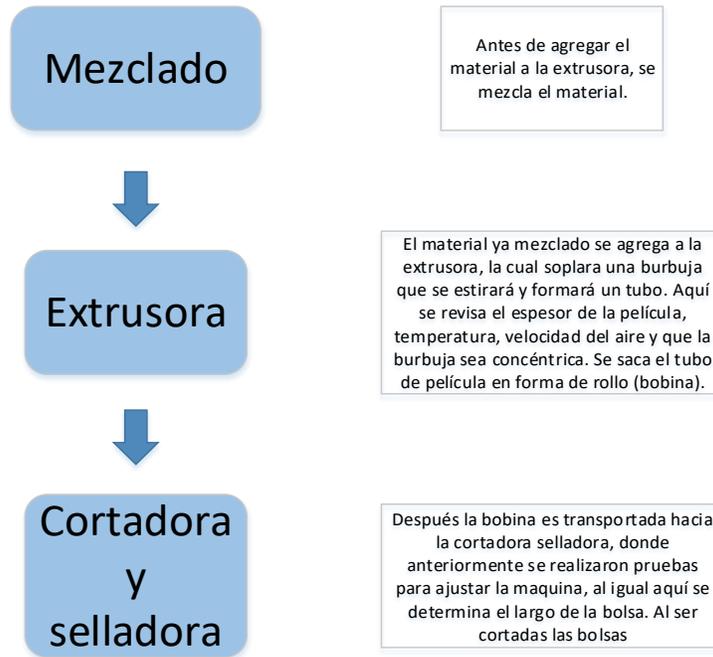


Figura 14. Diagrama de Fabricación de Bolsa Negra.

## Arreglo preliminar de equipos.

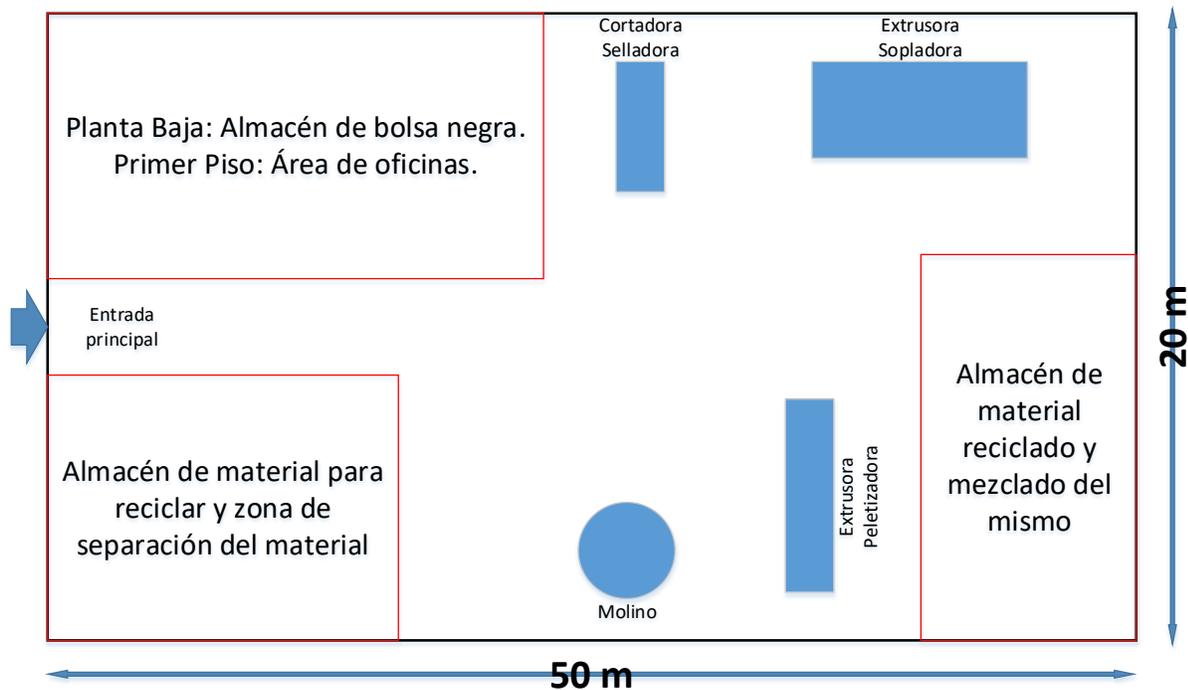


Figura 15. Arreglo Preliminar de Equipos.

## **CAPÍTULO 5. Estudio Económico Preliminar.**

En este capítulo abordaremos la estimación de costos, un poco de lo que puede ser la inversión para la instalación de la planta, cabe mencionar que se trabaja con uno de los tantos métodos que existen para determinar la inversión inicial y partiendo de ésta, se incluye datos recabados con fabricantes, proveedores de maquinaria y materia prima.

Para este estudio económico preliminar se abordarán 3 escenarios:

- a) El primero será donde tenemos todos los equipos operando, es decir, se está reciclando polietileno y fabricando bolsa negra.
- b) El segundo es donde tenemos todos los equipos, pero solo opera la fabricación de bolsa negra, un proveedor suministrará el polietileno reciclado.
- c) Y el tercero aborda la idea de solo comprar la línea de fabricación de bolsa y consumir polietileno de un proveedor.

Todo lo anterior con el fin de encontrar la mejor estrategia de inversión, ¿Qué estrategia nos conviene más?, al igual de que riesgos tomaremos.

### **Memoria de Cálculo.**

En este apartado se muestra algunos ejemplos de cálculo, de la información que se presentará más adelante, con el fin de justificar el estudio económico preliminar y demostrar de donde provienen los datos presentados en las siguientes tablas.

Para la tabla que resume la variación de costos directos e indirectos, se utilizó porcentajes reportados en la literatura.

## Tabla de Costos directos e Indirectos.

Tabla 4. Porcentajes típicos de valores de inversión de capital fijo para segmentos de costos en plantas de fines múltiples, a las instalaciones existentes. (Peter Timmerhaus, Plan Desing and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition, Mc Graw Hill, 1991, pg. 167)

Component	Range, %
Direct costs	
Purchased <b>equipmen</b>	15-40
Purchased equipmen installation	6-14
Instrumentation an controls (installed)	2-8
Piping (installed)	3-20
Electrical (installed)	2-10
Buildings ( <b>includin</b> services), <i>h.a.</i>	3-18
<b>Yard improvements</b>	2-5
<b>Service facilities (installed)</b>	8-20
<b>Land</b>	1-2
<b>Total direct costs</b>	
Indirect costs	
Engineering and su <b>per</b> vision	4-21
Construction expense	4-16
Contractor's fee	2-6
Contingency	5-15
<b>Total fixed-capital investment</b>	

Tomaremos como ejemplo algunos cálculos del caso a):

Primeramente, se calcula el costo estimado de equipos, el cual salió de cotizar los equipos (Tener en cuenta que se contemplan varios casos, para verificar que equipos se deben contemplar y cuales no).

a) *Costos Estimado de Equipos*

$$= \$1,000,000.00 * \text{Todos los equipos adquiridos y operando}$$

Para lo cual se calcula con los primeros porcentajes (15-40%), donde se dividirá entre el costo estimado de equipos:

- Para 15%:

$$b) \text{ Costos de la Planta} = \frac{\text{Costos Estimados de Equipos}}{15\%} = \frac{\$1,000,000.00}{0.15}$$

$$= \$6,666,666.67$$

- Para 40%:

$$c) \text{ Costos de la Planta} = \frac{\text{Costos Estimados de Equipos}}{40 \%} = \frac{\$1,000,000}{0.40}$$

$$= \$2,500,000.00$$

Lo que se calcula a continuación, son los demás porcentajes para cada Costo de la Planta calculado anteriormente, por ejemplo, instalación (6-14%).

- Para el 6% con un costo de planta de \$2,500,000.00:

$$d) \text{ Instalación} = (\text{Costo de la Planta})(6 \%) = (\$2,500,000.00)(0.06)$$

$$= \$150,000.00$$

- Para el 14% con un costo de planta de \$2,500,000.00:

$$e) \text{ Instalación} = (\text{Costo de la Planta})(14 \%) = (\$2,500,000.00)(0.14)$$

$$= \$350,000.00$$

Se continúa con el procedimiento para cada rango de porcentajes, en ambos valores de costos de la planta. Al finalizar se obtiene el total de costos directos e indirectos, para después sumar los costos directo más los costos indirectos.

### **Cálculos para la Proyección.**

En los cálculos para obtener los Costos de Operación, se contemplan los siguientes factores: producción por hora de equipos, costos de materia prima, consumo de agua, consumo de energía eléctrica, sueldo de trabajadores.

- Los datos obtenidos de contemplar los factores anteriores fueron los siguientes:

$$\text{Materia Prima anual} = \$384,000.00$$

$$\text{Energía Eléctrica anual} = \$174,059.65$$

$$\text{Agua anual} = \$137,952.00$$

$$\text{Sueldo Operadores al año} = \$96,000.00 \text{ (Contemplando 2 operadores)}$$

Todo lo anterior se suma para darnos los Costos de Operación anual:

*f) Costos de Operación anuales*

$$= \text{Materia Prima Anual} + \text{Energía Eléctrica Anual} + \text{Agua Anual} \\ + \text{Operadores}$$

*f) Costos de Operación anuales*

$$= \$384,000.00 + \$174,059.65 + \$137,952.00 + \$96,000.00 \\ = \$792,011.65$$

- La producción por año se obtiene de:

$$g) \text{ Producción} = \left( \text{Flujo} \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) \left( \text{Horas al año trabajados} \frac{\text{h}}{\text{año}} \right)$$

$$g) \text{ Producción} = \left( 50 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) \left( 1920 \frac{\text{h}}{\text{año}} \right) = 96,000 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

- Las ventas son el resultado de la multiplicación:

$$\text{Precio por kg} = \$25.00$$

$$h) \text{ Ventas} = \text{Producción} * \text{Precio por kg}$$

$$h) \text{ Ventas} = \left( 96,000 \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right) \left( 25.00 \frac{\$}{\text{kg}} \right) = \$2,400,000.00 \text{ al año}$$

- Los costos fijos se calcularon a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Factor } K = 0.1490^5$$

$$\text{Mantenimiento} = \$31,500.00$$

$$\text{Inversión Base} = \$1,050,000.00$$

$$i) \text{ Costos Fijos} = \text{Inversión Base} * \text{Mantenimiento} * \text{Factor } K$$

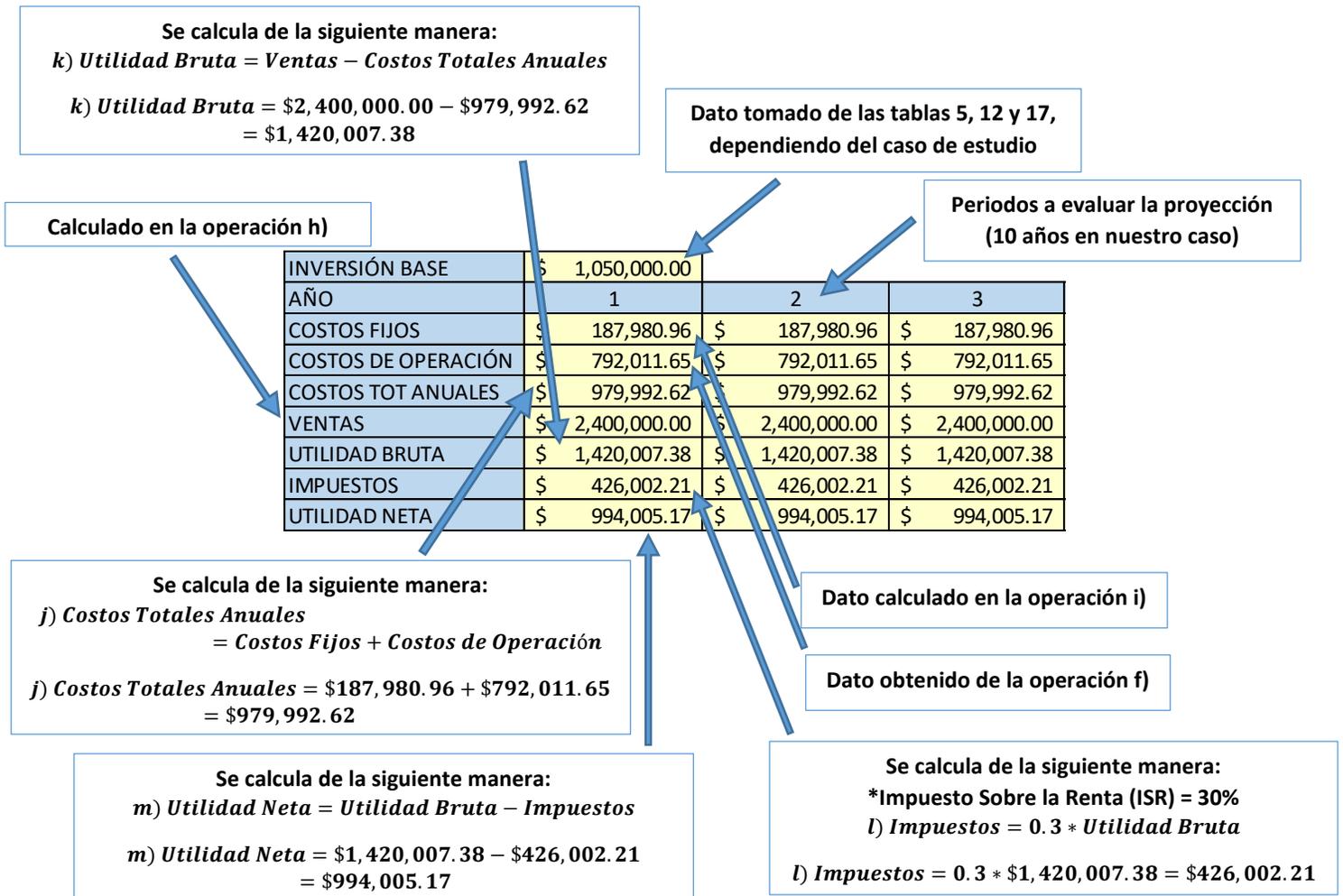
$$= (0.1490)(\$31,500.00)(\$1,050,000.00) = \$187,980.96$$

---

<sup>5</sup> Peters and Timmerhaus, Plant Desing and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition, Mc Graw Hill, 1991.

Con los datos calculados anteriormente, se procede a realizar la proyección en una tabla de flujo de efectivo.

A continuación, se toma un fragmento de la tabla 6 para indicar como se obtiene cada dato reportado en la misma tabla.



### Evaluación del proyecto.

Para esta sección se utilizan nos valemos de la obtención del Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Retorno de la Inversión. A continuación, se presentará las ecuaciones y algunos cálculos que se realizaron en la toma de decisiones, para la elección de la mejor propuesta de inversión.

- Valor Presente Neto:

$$n) VPN = \sum_{k=0}^n F_k(1 + \tau)^{-k} - \text{Inversión inicial}$$

$n =$  Tiempo de evaluación.

$\tau =$  Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR).

$F_k =$   $k$ 'ésimo flujo neto de efectivo.

$\tau = 15\%$  Valor propuesto

$k = 1$  al 10

Para la toma de decisiones:

$VPN \geq 0$  Aceptable

$VPN < 0$  No Aceptable

$$n) VPN = \sum_{k=1}^{10} (\$994,005.17)(1 + 0.15)^{-k} - \$1,050,000.00 = \$3,938,681.95$$

\*El valor anterior es aceptado ya que es mayor a cero, pero se tomará el VPN mayor.

- Tasa Interna de Retorno:

Para la TIR, ocupamos que la expresión del VPN se iguale a cero, se resuelve la ecuación de grado  $n$  y esa es la Tasa Interna de Retorno:

Para la toma de decisiones:

$TIR \geq \tau$  Aceptable

$VPN < \tau$  No Aceptable

$$o) TIR = \sum_{k=1}^{10} (\$994,005.17)(1 + TIR)^{-k} - \$1,050,000.00 = 0$$

\*Los resultados calculados en los incisos n) y o), pueden consultarse en la tabla 9, la cual a su vez son resultados de la tabla 6.

- Retorno de la Inversión:

Posteriormente se analiza el retorno de la inversión e identificando la utilidad neta en las tablas de flujo de efectivo de cada caso y cada escenario de inversión, se puede ver, por ejemplo, en la tabla 6, que la inversión retorna en el segundo ciclo (a los 2 años).

#### **Caso a).**

La siguiente tabla muestra cuatro estimaciones de inversión, basada en porcentajes típicos tomados de la literatura<sup>6</sup>, a partir de una estimación de costo de equipos, donde se resume la variación de costos de los componentes a invertir en una planta. Ésta tabla será utilizada para cada caso a analizar a continuación, y de ahí se calculará el Valor Presente Neto (VPN), y la Tasa Interna de Retorno (TIR), como evaluación de proyecto para decidir el mejor caso a invertir.

---

<sup>6</sup> Peters and Timmerhaus, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition, Mc Graw Hill, pág. 167, 1991.

Tabla 5. Tabla que contempla los costos directos e indirectos, con estimaciones de la literatura, caso a).

Costos directos				
Costo estimado de equipos	\$ 1,000,000.00			
Costos de la planta	\$ 6,666,666.67		\$ 2,500,000.00	
Instalación	\$ 400,000.00	\$ 933,333.33	\$ 150,000.00	\$ 350,000.00
Instrumentación y control (instalado)	\$ 133,333.33	\$ 533,333.33	\$ 50,000.00	\$ 200,000.00
Tuberías (instalado)	\$ 200,000.00	\$ 1,333,333.33	\$ 75,000.00	\$ 500,000.00
Electricidad (instalado)	\$ 133,333.33	\$ 666,666.67	\$ 50,000.00	\$ 250,000.00
Costrucción (Servicios incluidos)	\$ 200,000.00	\$ 1,200,000.00	\$ 75,000.00	\$ 450,000.00
Espacios abiertos	\$ 133,333.33	\$ 333,333.33	\$ 50,000.00	\$ 125,000.00
Centros de control (instalado)	\$ 533,333.33	\$ 1,333,333.33	\$ 200,000.00	\$ 500,000.00
Terreno	\$ 66,666.67	\$ 133,333.33	\$ 25,000.00	\$ 50,000.00
TOTAL	\$ 1,800,000.00	\$ 6,466,666.67	\$ 675,000.00	\$ 2,425,000.00
Costos indirectos				
Ingeniería y supervisión	\$ 266,666.67	\$ 1,400,000.00	\$ 100,000.00	\$ 525,000.00
Gasto de construcción	\$ 266,666.67	\$ 1,066,666.67	\$ 100,000.00	\$ 400,000.00
Honorarios de contratista	\$ 133,333.33	\$ 400,000.00	\$ 50,000.00	\$ 150,000.00
Contingencia	\$ 333,333.33	\$ 1,000,000.00	\$ 125,000.00	\$ 375,000.00
TOTAL	\$ 1,000,000.00	\$ 3,866,666.67	\$ 375,000.00	\$ 1,450,000.00
TOTAL (Dir + Ind)	\$ 2,800,000.00	\$ 10,333,333.33	\$ 1,050,000.00	\$ 3,875,000.00

En este caso, tomamos bolsa recolectada en el almacén de material para reciclar y entra a la línea de reciclaje. Se cuenta con todos los equipos operando.

En las siguientes tablas se muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, donde se puede apreciar las utilidades netas, la inversión base y conforme a la utilidad neta anual, el tiempo de retorno de la inversión. De las cuales se presenta su VPN y TIR. Para este inciso se muestra 3 de las 4 estimaciones debido a que una se dispara y no es contemplable.

Tabla 6. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$1,050,000.00 MN.

INVERSIÓN BASE	\$ 1,050,000.00									
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS FIJOS	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96
COSTOS DE OPERACIÓN	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65
COSTOS TOT ANUALES	\$ 979,992.62	\$ 979,992.62	\$ 979,992.62	\$ 979,992.62	\$ 979,992.62	\$ 979,992.62	\$ 979,992.62	\$ 979,992.62	\$ 979,992.62	\$ 979,992.62
VENTAS	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00
UTILIDAD BRUTA	\$ 1,420,007.38	\$ 1,420,007.38	\$ 1,420,007.38	\$ 1,420,007.38	\$ 1,420,007.38	\$ 1,420,007.38	\$ 1,420,007.38	\$ 1,420,007.38	\$ 1,420,007.38	\$ 1,420,007.38
IMPUESTOS	\$ 426,002.21	\$ 426,002.21	\$ 426,002.21	\$ 426,002.21	\$ 426,002.21	\$ 426,002.21	\$ 426,002.21	\$ 426,002.21	\$ 426,002.21	\$ 426,002.21
UTILIDAD NETA	\$ 994,005.17	\$ 994,005.17	\$ 994,005.17	\$ 994,005.17	\$ 994,005.17	\$ 994,005.17	\$ 994,005.17	\$ 994,005.17	\$ 994,005.17	\$ 994,005.17

Tabla 7. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$2,800,000.00 MN.

INVERSIÓN BASE	\$ 2,800,000.00									
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS FIJOS	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57
COSTOS DE OPERACIÓN	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65
COSTOS TOT ANUALES	\$ 1,293,294.22	\$ 1,293,294.22	\$ 1,293,294.22	\$ 1,293,294.22	\$ 1,293,294.22	\$ 1,293,294.22	\$ 1,293,294.22	\$ 1,293,294.22	\$ 1,293,294.22	\$ 1,293,294.22
VENTAS	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00
UTILIDAD BRUTA	\$ 1,106,705.78	\$ 1,106,705.78	\$ 1,106,705.78	\$ 1,106,705.78	\$ 1,106,705.78	\$ 1,106,705.78	\$ 1,106,705.78	\$ 1,106,705.78	\$ 1,106,705.78	\$ 1,106,705.78
IMPUESTOS	\$ 332,011.73	\$ 332,011.73	\$ 332,011.73	\$ 332,011.73	\$ 332,011.73	\$ 332,011.73	\$ 332,011.73	\$ 332,011.73	\$ 332,011.73	\$ 332,011.73
UTILIDAD NETA	\$ 774,694.04	\$ 774,694.04	\$ 774,694.04	\$ 774,694.04	\$ 774,694.04	\$ 774,694.04	\$ 774,694.04	\$ 774,694.04	\$ 774,694.04	\$ 774,694.04

Tabla 8. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$3,875,000.00 MN.

INVERSIÓN BASE	\$ 3,875,000.00									
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS FIJOS	\$ 693,739.27	\$ 693,739.27	\$ 693,739.27	\$ 693,739.27	\$ 693,739.27	\$ 693,739.27	\$ 693,739.27	\$ 693,739.27	\$ 693,739.27	\$ 693,739.27
COSTOS DE OPERACIÓN	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65	\$ 792,011.65
COSTOS TOT ANUALES	\$ 1,485,750.92	\$ 1,485,750.92	\$ 1,485,750.92	\$ 1,485,750.92	\$ 1,485,750.92	\$ 1,485,750.92	\$ 1,485,750.92	\$ 1,485,750.92	\$ 1,485,750.92	\$ 1,485,750.92
VENTAS	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00
UTILIDAD BRUTA	\$ 914,249.08	\$ 914,249.08	\$ 914,249.08	\$ 914,249.08	\$ 914,249.08	\$ 914,249.08	\$ 914,249.08	\$ 914,249.08	\$ 914,249.08	\$ 914,249.08
IMPUESTOS	\$ 274,274.72	\$ 274,274.72	\$ 274,274.72	\$ 274,274.72	\$ 274,274.72	\$ 274,274.72	\$ 274,274.72	\$ 274,274.72	\$ 274,274.72	\$ 274,274.72
UTILIDAD NETA	\$ 639,974.35	\$ 639,974.35	\$ 639,974.35	\$ 639,974.35	\$ 639,974.35	\$ 639,974.35	\$ 639,974.35	\$ 639,974.35	\$ 639,974.35	\$ 639,974.35

Tablas con Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno para cada estimado.

Tabla 9. VPN y TIR de izquierda a derecha de las tablas 6, 7 y 8, respectivamente.

VPN	VPN	VPN
3938681.95	1088010.163	-663116.7917
TIR	TIR	TIR
95%	25%	10%

Analizando los datos obtenidos para este caso, nos conviene más la inversión en la estimación de la tabla 9, con la TIR de 95%, por otro lado, se puede observar en las utilidades netas, que el retorno de la inversión sería a dos años.

**Caso b).**

Para esta situación, contamos con todos los equipos, pero únicamente operamos la línea de producción de bosa negra y la materia prima la suministra un proveedor. Continuamos invirtiendo en todos los equipos por esa razón se sigue estimado \$1,000,000 MN. Todo lo anterior con el fin de probar la opción de invertir en todo y poner en marcha poco a poco la capacidad completa de la planta.

La tabla que ilustra las estimaciones es similar a la del caso a), ya que las estimaciones se basan en el costo estimado de los equipos, como ya se mencionó anteriormente.

Tabla 10. Tabla que contempla los costos directos e indirectos, con estimaciones de la literatura, caso b).

Costos directos				
Costo estimado de equipos	\$ 1,000,000.00			
Costos de la planta	\$ 6,666,666.67	\$ 2,500,000.00		
Instalación	\$ 400,000.00	\$ 933,333.33	\$ 150,000.00	\$ 350,000.00
Instrumentación y control (instalado)	\$ 133,333.33	\$ 533,333.33	\$ 50,000.00	\$ 200,000.00
Tuberías (instalado)	\$ 200,000.00	\$ 1,333,333.33	\$ 75,000.00	\$ 500,000.00
Electricidad (instalado)	\$ 133,333.33	\$ 666,666.67	\$ 50,000.00	\$ 250,000.00
Costrucción (Servicios incluidos)	\$ 200,000.00	\$ 1,200,000.00	\$ 75,000.00	\$ 450,000.00
Espacios abiertos	\$ 133,333.33	\$ 333,333.33	\$ 50,000.00	\$ 125,000.00
Centros de control (instalado)	\$ 533,333.33	\$ 1,333,333.33	\$ 200,000.00	\$ 500,000.00
Terreno	\$ 66,666.67	\$ 133,333.33	\$ 25,000.00	\$ 50,000.00
TOTAL	\$ 1,800,000.00	\$ 6,466,666.67	\$ 675,000.00	\$ 2,425,000.00
Costos indirectos				
Ingeniería y supervisión	\$ 266,666.67	\$ 1,400,000.00	\$ 100,000.00	\$ 525,000.00
Gasto de construcción	\$ 266,666.67	\$ 1,066,666.67	\$ 100,000.00	\$ 400,000.00
Honorarios de contratista	\$ 133,333.33	\$ 400,000.00	\$ 50,000.00	\$ 150,000.00
Contingencia	\$ 333,333.33	\$ 1,000,000.00	\$ 125,000.00	\$ 375,000.00
TOTAL	\$ 1,000,000.00	\$ 3,866,666.67	\$ 375,000.00	\$ 1,450,000.00
TOTAL (Dir + Ind)	\$ 2,800,000.00	\$ 10,333,333.33	\$ 1,050,000.00	\$ 3,875,000.00

Las siguientes tablas, nos muestran, igualmente que el caso a), la inversión base, proyección, utilidades y más, para un caso de las estimaciones.

Tabla 11. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$1,050,00.00 MN.

INVERSIÓN BASE	\$ 1,050,000.00									
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS FIJOS	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96	\$ 187,980.96
COSTOS DE OPERACIÓN	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65
COSTOS TOT ANUALES	\$ 2,043,672.62	\$ 2,043,672.62	\$ 2,043,672.62	\$ 2,043,672.62	\$ 2,043,672.62	\$ 2,043,672.62	\$ 2,043,672.62	\$ 2,043,672.62	\$ 2,043,672.62	\$ 2,043,672.62
VENTAS	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00
UTILIDAD BRUTA	\$ 356,327.38	\$ 356,327.38	\$ 356,327.38	\$ 356,327.38	\$ 356,327.38	\$ 356,327.38	\$ 356,327.38	\$ 356,327.38	\$ 356,327.38	\$ 356,327.38
IMPUESTOS	\$ 106,898.21	\$ 106,898.21	\$ 106,898.21	\$ 106,898.21	\$ 106,898.21	\$ 106,898.21	\$ 106,898.21	\$ 106,898.21	\$ 106,898.21	\$ 106,898.21
UTILIDAD NETA	\$ 249,429.17	\$ 249,429.17	\$ 249,429.17	\$ 249,429.17	\$ 249,429.17	\$ 249,429.17	\$ 249,429.17	\$ 249,429.17	\$ 249,429.17	\$ 249,429.17

Tabla 12. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$2,800,000.00 MN.

INVERSIÓN BASE	\$ 2,800,000.00									
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS FIJOS	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57	\$ 501,282.57
COSTOS DE OPERACIÓN	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65	\$ 1,855,691.65
COSTOS TOT ANUALES	\$ 2,356,974.22	\$ 2,356,974.22	\$ 2,356,974.22	\$ 2,356,974.22	\$ 2,356,974.22	\$ 2,356,974.22	\$ 2,356,974.22	\$ 2,356,974.22	\$ 2,356,974.22	\$ 2,356,974.22
VENTAS	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00
UTILIDAD BRUTA	\$ 43,025.78	\$ 43,025.78	\$ 43,025.78	\$ 43,025.78	\$ 43,025.78	\$ 43,025.78	\$ 43,025.78	\$ 43,025.78	\$ 43,025.78	\$ 43,025.78
IMPUESTOS	\$ 12,907.73	\$ 12,907.73	\$ 12,907.73	\$ 12,907.73	\$ 12,907.73	\$ 12,907.73	\$ 12,907.73	\$ 12,907.73	\$ 12,907.73	\$ 12,907.73
UTILIDAD NETA	\$ 30,118.04	\$ 30,118.04	\$ 30,118.04	\$ 30,118.04	\$ 30,118.04	\$ 30,118.04	\$ 30,118.04	\$ 30,118.04	\$ 30,118.04	\$ 30,118.04

Tablas con Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno para cada estimado.

Tabla 13. VPN y TIR de izquierda a derecha de las tablas 13 y 14, respectivamente.

VPN	VPN
201827.2814	-2648844.505
TIR	TIR
20%	-28%

Como se puede apreciar en las tablas anteriores (15 y 16), la mejor decisión es el estimado con costo de inversión de la tabla 13, su TIR es el más alto y con mayores utilidades por año. Un detalle se puede apreciar en este caso, el monto de utilidades anuales netas es menores a comparación del caso a), para este inciso nos tardaríamos 5 años en recuperar la inversión inicial y tendríamos dinero parado en la línea de reciclaje, además de espacio sin utilizar, este tipo de detalles nos ayudarán a concluir más adelante.

### Caso c).

Para este caso, como se indica al principio, solo se invierte en la línea de producción sin adquirir la línea de reciclaje y obteniendo la materia prima de un proveedor externo. En este caso sí se modifica el costo estimado de los equipos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 14. Tabla que contempla los costos directos e indirectos, con estimaciones de la literatura, en caso c).

Costos directos				
Costo estimado de equipos	\$ 400,000.00			
Costos de la planta	\$ 2,666,666.67		\$ 1,000,000.00	
Instalación	\$ 160,000.00	\$ 373,333.33	\$ 60,000.00	\$ 140,000.00
Instrumentación y control (instalado)	\$ 53,333.33	\$ 213,333.33	\$ 20,000.00	\$ 80,000.00
Tuberías (instalado)	\$ 80,000.00	\$ 533,333.33	\$ 30,000.00	\$ 200,000.00
Electricidad (instalado)	\$ 53,333.33	\$ 266,666.67	\$ 20,000.00	\$ 100,000.00
Costrucción (Servicios incluidos)	\$ 80,000.00	\$ 480,000.00	\$ 30,000.00	\$ 180,000.00
Espacios abiertos	\$ 53,333.33	\$ 133,333.33	\$ 20,000.00	\$ 50,000.00
Centros de control (instalado)	\$ 213,333.33	\$ 533,333.33	\$ 80,000.00	\$ 200,000.00
Terreno	\$ 26,666.67	\$ 53,333.33	\$ 10,000.00	\$ 20,000.00
TOTAL	\$ 720,000.00	\$ 2,586,666.67	\$ 270,000.00	\$ 970,000.00
Costos indirectos				
Ingeniería y supervisión	\$ 106,666.67	\$ 560,000.00	\$ 40,000.00	\$ 210,000.00
Gasto de construcción	\$ 106,666.67	\$ 426,666.67	\$ 40,000.00	\$ 160,000.00
Honorarios de contratista	\$ 53,333.33	\$ 160,000.00	\$ 20,000.00	\$ 60,000.00
Contingencia	\$ 133,333.33	\$ 400,000.00	\$ 50,000.00	\$ 150,000.00
TOTAL	\$ 400,000.00	\$ 1,546,666.67	\$ 150,000.00	\$ 580,000.00
TOTAL (Dir + Ind)	\$ 1,120,000.00	\$ 4,133,333.33	\$ 420,000.00	\$ 1,550,000.00

Igual que en los casos anteriores, se apreciará en las siguientes tablas, la inversión base obtenida a raíz de los costos estimados de los equipos, en esta ocasión, solo la línea de producción de bolsa negra.

Tabla 15. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$1,120,000.00 MN.

INVERSIÓN BASE	\$ 1,120,000.00									
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS FIJOS	\$ 200,513.03	\$ 200,513.03	\$ 200,513.03	\$ 200,513.03	\$ 200,513.03	\$ 200,513.03	\$ 200,513.03	\$ 200,513.03	\$ 200,513.03	\$ 200,513.03
COSTOS DE OPERACIÓN	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62
COSTOS TOT ANUALES	\$ 1,815,864.65	\$ 1,815,864.65	\$ 1,815,864.65	\$ 1,815,864.65	\$ 1,815,864.65	\$ 1,815,864.65	\$ 1,815,864.65	\$ 1,815,864.65	\$ 1,815,864.65	\$ 1,815,864.65
VENTAS	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00
UTILIDAD BRUTA	\$ 584,135.35	\$ 584,135.35	\$ 584,135.35	\$ 584,135.35	\$ 584,135.35	\$ 584,135.35	\$ 584,135.35	\$ 584,135.35	\$ 584,135.35	\$ 584,135.35
IMPUESTOS	\$ 175,240.61	\$ 175,240.61	\$ 175,240.61	\$ 175,240.61	\$ 175,240.61	\$ 175,240.61	\$ 175,240.61	\$ 175,240.61	\$ 175,240.61	\$ 175,240.61
UTILIDAD NETA	\$ 408,894.75	\$ 408,894.75	\$ 408,894.75	\$ 408,894.75	\$ 408,894.75	\$ 408,894.75	\$ 408,894.75	\$ 408,894.75	\$ 408,894.75	\$ 408,894.75

Tabla 16. Muestra el flujo de efectivo proyectado a 10 años, inversión \$1,550,000.00 MN.

INVERSIÓN BASE	\$ 1,550,000.00									
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS FIJOS	\$ 277,495.71	\$ 277,495.71	\$ 277,495.71	\$ 277,495.71	\$ 277,495.71	\$ 277,495.71	\$ 277,495.71	\$ 277,495.71	\$ 277,495.71	\$ 277,495.71
COSTOS DE OPERACIÓN	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62	\$ 1,615,351.62
COSTOS TOT ANUALES	\$ 1,892,847.33	\$ 1,892,847.33	\$ 1,892,847.33	\$ 1,892,847.33	\$ 1,892,847.33	\$ 1,892,847.33	\$ 1,892,847.33	\$ 1,892,847.33	\$ 1,892,847.33	\$ 1,892,847.33
VENTAS	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00	\$ 2,400,000.00
UTILIDAD BRUTA	\$ 507,152.67	\$ 507,152.67	\$ 507,152.67	\$ 507,152.67	\$ 507,152.67	\$ 507,152.67	\$ 507,152.67	\$ 507,152.67	\$ 507,152.67	\$ 507,152.67
IMPUESTOS	\$ 152,145.80	\$ 152,145.80	\$ 152,145.80	\$ 152,145.80	\$ 152,145.80	\$ 152,145.80	\$ 152,145.80	\$ 152,145.80	\$ 152,145.80	\$ 152,145.80
UTILIDAD NETA	\$ 355,006.87	\$ 355,006.87	\$ 355,006.87	\$ 355,006.87	\$ 355,006.87	\$ 355,006.87	\$ 355,006.87	\$ 355,006.87	\$ 355,006.87	\$ 355,006.87

A continuación, se incluye los valores de VPN y TIR, para su análisis.

Tabla 17. VPN y TIR de izquierda a derecha de las tablas 18 y 19, respectivamente.

VPN	VPN
932148.1184	231697.3365
TIR	TIR
35%	19%

En éste caso se optaría por tomar como mejor propuesta invertir en la estimación de la tabla 18 con una TIR de 35%, (Tabla 20), aunque igual de importante es el retorno de la inversión y si observamos las utilidades anuales netas tardaríamos tres años en recuperar el costo de inversión.

## **CONCLUSIONES.**

Como ya se mencionó en el capítulo 3 del estudio de localización de la planta, la ubicación será en la zona industrial Chalco, por la cercanía al mercado establecido y los clientes que nos favorecen, además de no necesitar gran capacidad industrial para la instalación de la planta.

La maquinaria a utilizar ya existe, así que no es necesario diseñar para su fabricación, por lo menos no nosotros. El proceso es similar al que se maneja en la evaluación tecnológica e ingeniería conceptual (capítulos 2 y 4 respectivamente), por lo cual, se manejará ese procedimiento.

En cuanto al capítulo 5, estudio económico preliminar, y una de las conclusiones más importantes de por qué este proyecto representa un negocio y un beneficio al medio ambiente, es la decisión de la inversión, el caso a elegir de los 3 considerados en el estudio económico preliminar. El caso más conveniente es el caso a), con la inversión inicial presentada en la tabla 5, primeramente, por la TIR de 95% (Tabla 9), posteriormente por el alto VPN (Tabla 9), y finalmente, es la opción que nos da mayor número de utilidades netas anuales con un retorno de inversión de 2 años.

En cuanto a la estrategia de venta y distribución un posible nicho de mercado es el menudeo en diversas comunidades, la distribución a las tiendas, a los clientes directamente en sus casas, a las personas que siguieron nuestra dinámica de venta al menudeo en la zona en la que vivimos.

## FUENTES.

- El Mercado del Polietileno en México, Foro 2013, Pemex Petroquímica, PDF.
- La industria del plástico en México y el mundo, Comercio Exterior, volumen 64, número 5, septiembre y octubre de 2014, Juan Pablo Góngora Pérez, PDF.
- S. M. Al-Salem, P. Lettieri, and J. Baeyens, "Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review," Waste Manag., vol. 29, no. 10, pp. 2625–2643, 2009.
- D. Briassoulis, M. Hiskakis, and E. Babou, "Technical specifications for mechanical recycling of agricultural plastic waste," Waste Manag., vol. 33, no. 6, pp. 1516–1530, 2013.
- Baca Urbina Gabriel (2010). Evaluación de proyectos. Editorial Mc Graw Hill. México, D.F.
- Alejandro Anaya Durand, Ricardo Barragán Acevedo, Aldo Varga Vega (2013). Manual de temas Selectos de Ingeniería de Proyectos. Editorial de la Facultad de Química, México, D.F.
- Peters and Timmerhaus, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition, Mc Graw Hill.
- <http://www.inecc.gob.mx/>
- <http://www.anipac.com/asociados.php>
- [http://www.anipac.com/z\\_quimicos\\_corporation.php](http://www.anipac.com/z_quimicos_corporation.php)
- <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/ecom.html>
- <http://archivo.eluniversal.com.mx/primera/32501.html>
- <https://www.veoverde.com/2010/03/estadisticas-sobre-las-bolsas-plasticas/>
- <http://efficientpack.com/bolsas-para-basura/>
- <http://www.abc-pack.com/enciclopedia/como-se-hace-una-bolsa-de-plastico/>
- <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2012/09/reciclado-mecanico-de-polietileno.html>
- [http://www.cambiaso.cl/prod\\_lineareciclaje.html](http://www.cambiaso.cl/prod_lineareciclaje.html)

- <http://www.greenplast.cl/#en-que-consiste-nuestro-proceso-de-reciclaje>
- <http://www.plasticosalhambra.es/procesos/>
- <http://www.plasticosalhambra.es/normativa/>
- <https://www.quiminet.com/articulos/el-proceso-de-fabricacion-de-las-bolsas-2846527.htm>
- <http://www.anipac.com/normas.php>
- <http://www.anipac.com/informacion.php>
- <http://www.anipac.com/reciclajeplasticosuam.pdf>
- <http://www.finsa.net/>
- <http://www.contactopyme.gob.mx/cpyme/parques/infraestructura.asp?ID=33>

9