
PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS DE PELÍCULAS DE POLIETILENO



6 DE NOVIEMBRE DE 2019

Índice

Introducción	4
Información General.....	5
Proponente.....	5
Datos generales del proponente	5
Modalidad	5
Residuos Objeto del Plan.....	6
Proceso Productivo.....	8
Fabricación	8
Extrusión.....	8
Impresión.....	9
Corte	9
Panorama de la Industria	9
Producción de películas plásticas	10
Usos	10
PRODUCTOS DE PEAD (Polietileno de Alta Densidad).....	11
PRODUCTOS DE PEBD (Polietileno de Baja Densidad).....	12
Diagnóstico del Residuo	13
Cadena Productiva del material	13
Manejo Actual del Residuo.....	14
Distribución	14
Desecho	14
Reutilización	14
Aprovechamiento	14
Ruta del manejo actual.....	15
Impacto Ambiental del manejo	15
Impacto en ciclo de vida.....	16
Identificación del potencial de aprovechamiento	17
Material no recuperable.....	17
Propuesta de manejo	17
Películas de empaque y embalaje	17
Acopio del residuo.....	18
Películas de bolsas.....	18
Centros de acopio en cadenas de auto servicio y tiendas de conveniencia.....	18
Centros de acopio al público en general	18
Proceso de Reciclaje	19
Infraestructura.....	19
Personal en planta.....	20

Limitación geográfica	21
Ubicaciones	21
Metas de acopio	21
Descripción del destino	21
Operación, control y monitoreo	23
Control de recepción	23
Reportes a la autoridad correspondiente.....	23
Acciones de participación.....	24
Generadores.....	24
Productores	24
Recicladores.....	24
Aliados estratégicos.....	24
Mecanismos de adhesión al plan de manejo	25
Memoria de cálculo.....	26
Impacto por transporte.....	26
Impacto de reciclaje	27
Anexo Fotográfico	29
Recepción y clasificación	29
Revisión	30
Proceso de reciclaje.....	30
Producto Terminado Pellets.....	31
Merma	31
Molienda de la merma	32
Producto Terminado Madera Plástica	32
Líneas de producción.....	33
CFPLO2	33
CFPLO3	33
CFPLO4	33
CFPLO5	34
CFPLO6	34
CFPLO7	35
CFPLO8	35
CFPLO9	36
TVE Plus 1512	36
TVE Plus 2018	37
Glosario	38
Nomenclaturas	38
Bibliografía.....	39

Tabla de Ilustraciones.....39

Introducción

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, LGPGIR, cuya última actualización publicada en el Diario Oficial de la Federación tiene fecha de 19 enero de 2018, establece; con el fin de garantizar a toda persona un medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable, los términos para la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Esta ley, define que el instrumento que establecerá los procedimientos para este fin será un plan de manejo. Así mismo, en el artículo 28, se definen a los sujetos obligados a la formulación y ejecución de estos, particularmente en su párrafo III, se indica lo siguiente:

... III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; los residuos de envases plásticos, incluyendo los de Poliestireno expandido; así como los importadores y distribuidores de neumáticos usados, bajo los principios de valorización y responsabilidad compartida. ...

Por otro lado, el artículo 30 de esta Ley, establece que se hará uso de las Normas Oficiales vigentes como adendum y guía para la formulación de los mismos planes de manejo, además de garantizar que estos mismos funcionen como instrumento de control para cumplir los objetivos de la Ley.

La Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Derivado de los recientes compromisos a los cuáles se ha sumado México, con el fin de frenar el cambio climático y acercarse a la sustentabilidad hacia 2030 y por el interés de las cámaras de la industria de ser parte de los mismos, surge la necesidad de crear el presente plan de manejo.

Las bolsas de plástico para acarreo son un producto que ha tomado relevancia en nuestro día a día, ya que su uso está extendido por toda la república derivado de su practicidad y utilidad para cumplir las actividades comunes de la sociedad. Estos usos van más allá de una bolsa desechable para el mercado, sino que tienen usos que van más allá de la actividad de transporte de mercancías vendidas al menudeo.

Las características de la sociedad mexicana hacen que el ciclo de vida de un producto sea más complejo que para el cuál fue diseñado, por lo que en nuestra sociedad existe un reúso de muchos materiales, entre ellos las bolsas de plástico.

Estos otros tipos de uso y reúso son muy variados, pero los principales son el uso de las bolsas de acarreo como contenedor para residuos, el almacenamiento de productos a granel dentro de las casas, almacenamiento de ropa y hasta como herramientas y juguetes entre otros.

El reciclaje de plásticos a nivel nacional era hasta hace algunos años desconocido, sin embargo, la dinámica de la economía y la tendencia mundial hacia la sustentabilidad han hecho que, de la mano de nuevas tecnologías, se vuelva en una realidad en nuestro país.

Información General

Proponente

El proponente del presente plan es Anguiplast S.A. de C.V.

Datos generales del proponente

Razón Social: Anguiplast S.A. de C.V.

Domicilio: Libramiento Norte, km2, Arandas, Jalisco, 47180

RFC: ANG101215PG0

Representante Legal: José Anguiano Hernández

Modalidad

El presente plan de manejo es de carácter Privado, Colectivo y Nacional.

- Privado, al ser presentado por la empresa Anguiplast S.A. de C.V.
- Colectivo, por ser en relación con la cadena de valor de bolsas de acarreo en la que se encuentra el proponente.
- Nacional, por ser de aplicación en toda la República Mexicana.

Participantes

Razón Social: Anguiplast S.A. de C.V.

Domicilio: Libramiento Norte, km2, Arandas, Jalisco, 47180

RFC: ANG101215PG0

Representante Legal: José Anguiano Hernández

Razón Social: Angruplast S.A. de C.V.

Domicilio: Libramiento Norte, km2, Arandas, Jalisco, 47180

RFC: ANG150422TY0

Representante Legal: José Anguiano Hernández

Residuos Objeto del Plan

Todas las bolsas y películas plásticas de desecho fabricadas en Polietileno de Baja y de Alta Densidad (PEBD y PEAD).

Las bolsas plásticas son películas de polímeros soldadas y cortadas de forma tal que se convierten en recipientes que pueden contener objetos de gran peso dentro de ellas. Los principales materiales de los cuales se fabrican las bolsas plásticas son el Polietileno de Baja y de Alta Densidad.

El polietileno se obtiene gracias a la polimerización del etileno, que es un derivado del petróleo. El etileno es un compuesto químico orgánico, un hidrocarburo (enlaces de hidrógeno y carbono) formado por 2 átomos de carbono y 4 de hidrógeno (C₂H₄) o CH₂=CH₂). Al someter el etileno a un proceso de polimerización (reacción química por la cual los reactivos, monómeros (compuestos de bajo peso molecular), forman enlaces químicos entre sí, para dar lugar a una molécula de gran peso molecular).

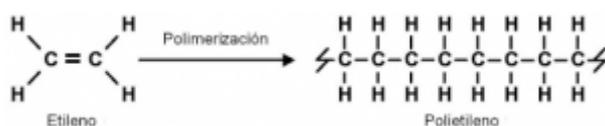


Ilustración 1 - Composición química del Polietileno

Según su composición química podemos encontrar el Polietileno de Alta o Baja Densidad, dicha diferencia radica principalmente en las ramificaciones en sus cadenas y al peso molecular de las mismas. Esto es, a más ramificaciones, menos cristalino y a mayor peso molecular menor cristalinidad. También afecta a sus propiedades mecánicas, a mayor densidad, mejores prestaciones.

En 1933, el polietileno se crea por accidente en una planta química en Northwich, Inglaterra. Aunque se habían creado antes pequeños lotes del producto, ésta fue la primera síntesis del material que era industrialmente práctica y fue utilizada inicialmente en secreto por los militares británicos durante la Segunda Guerra Mundial.

En 1965, la bolsa de polietileno de una sola pieza es patentada por la empresa sueca Celloplast. Diseñada por el ingeniero Sten Gustaf Thulin, la bolsa de plástico comienza a reemplazar rápidamente la tela y el plástico en Europa y posteriormente llega a América donde comienza a ser utilizada por diferentes tiendas departamentales.¹

¹ (ONU Medio Ambiente, 2018)

Estos materiales son identificados según la norma ASTM D7611 / D7611M - 13e1 y su acercamiento mexicano, la NMX-E-232-CNCP-2011, con un número 2 para el caso del polietileno de alta densidad y un 4 para el polietileno de baja densidad.

RESINA PLÁSTICA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE RESINA – OPCIÓN A	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE RESINA – OPCIÓN B
Polietileno Tereftalato	 PETE	 PET
Polietileno de Alta Densidad	 HDPE	 PE-HD
Policloruro de Vinilo	 V	 PVC
Polietileno de Baja Densidad	 LDPE	 PE-LD
Polipropileno	 PP	 PP
Poliestireno	 PS	 PS
Otro	 OTHER	 O

Tabla 1 - Símbolos de identificación de resinas

Proceso Productivo

El proceso de producción de bolsas abarca desde el proceso de extracción de petróleo hasta la obtención de producto terminado.

Fabricación

El proceso comienza con la extracción del petróleo y su transformación en refinerías hasta llegar a convertirlo en un gas, el etileno. Este gas es posteriormente polimerizado y solidificado hasta crear polietileno (polímero de etileno). El polietileno se corta en pequeños granos llamados genéricamente pellets.

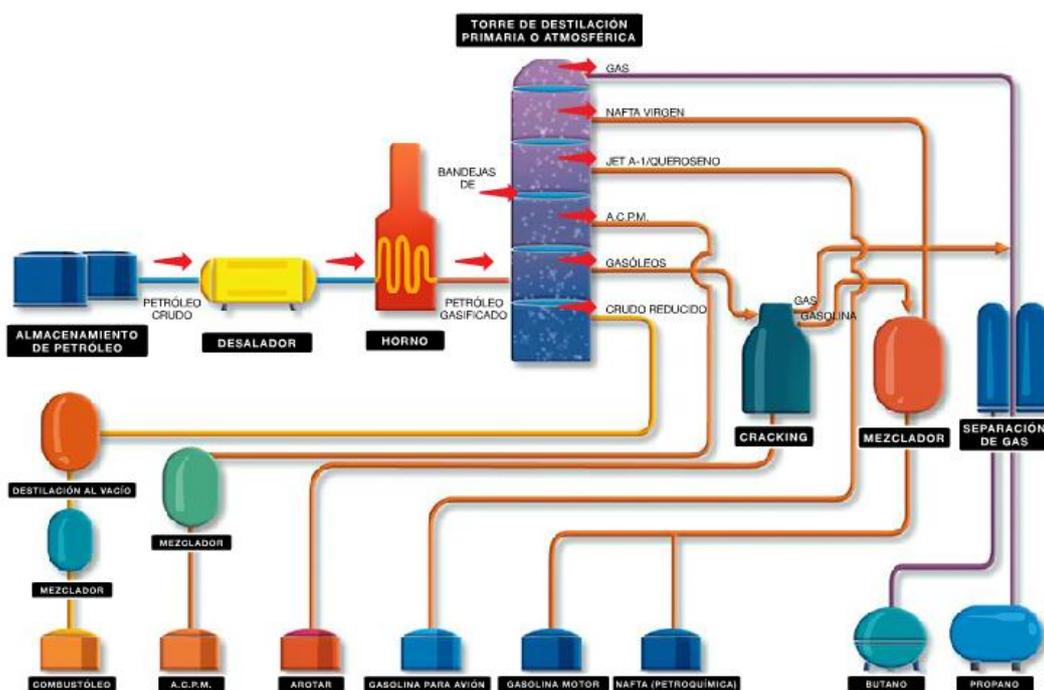


Ilustración 2 - Proceso de refinación de gas de etileno

Extrusión

Este es el primer paso en la cadena de transformación de los pellets en una bolsa. Previo a la carga del material a la tolva de la extrusora, se comprueban las mezclas de material y aditivos necesarios para conformar el producto: alta o baja densidad, con o sin pigmento de color, superficie porosa o lisa, etc.

Los pellets y el pigmento se calientan a temperaturas cercanas a su punto de fusión, con lo que se vuelven maleables. El material alcanza la temperatura de fusión al llegar a un dado circular. Este dado moldea el material en forma de tubo, el cual es sometido de forma simultánea a un tiraje vertical y un proceso de soplado en sentido transversal, creando un tubo. Mediante una graduación en la temperatura de fusión, el soplado y el tiraje vertical se obtienen las diferentes características del producto, a saber: calibre, tamaño, resistencia.

A medida que se enfría, se va recogiendo en forma de bobina.

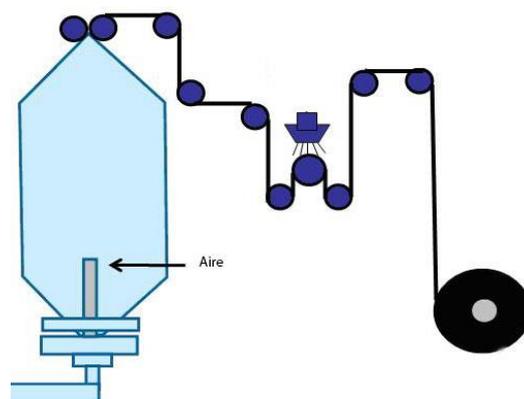


Ilustración 3 - Proceso de tiro o calandriado para formación de películas

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

Impresión

Las bobinas con el material proveniente de extrusión se introducen en un extremo de las impresoras y se hace pasar la película de polietileno por unos rodillos llenos de tinta hasta que llegan al otro extremo con la tinta seca.

Corte

Una vez que las bobinas impresas o no impresas llegan a corte, se procede a dividir la película de forma transversal mediante una cuchilla y unos cabezales que cortan y soldan la base y la cabeza de las bolsas. La misma cortadora va formando paquetes y una vez completado cada paquete, se le extrae una parte de plástico a la bolsa dando forma al asa (troquelada) o a las asas (camiseta).²

Panorama de la Industria

El polietileno en sus dos variantes en conjunto, alta y baja densidad, es el plástico más utilizado por la industria debido a sus prestaciones y estabilidad química. La producción anual de Polietilenos en México fue de 2,089,000 toneladas en 2017.³

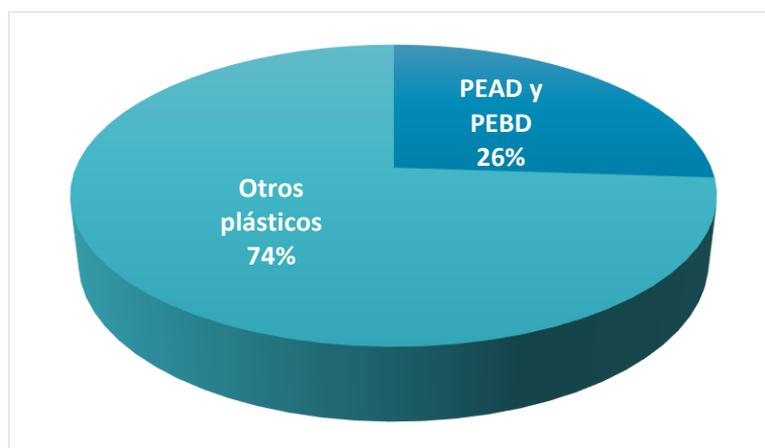


Tabla 2 Distribución de resinas de polietileno del total de resinas en el mercado

² (ABC Pack, 2018)

³ (ANIPAC, 2018)

Las empresas de producción de bolsas generan 38 mil empleos, de los cuales más 23 mil son empleos directos, equivalente al 15% de los empleos totales que genera la industria del plástico, mientras que la derrama económica que genera la industria de la fabricación de bolsas equivale al 22% del valor de la producción de plásticos en México.

Podemos enmarcar la cadena productiva de bolsas dentro de dos categorías, los productores de la materia prima de polietileno y los fabricantes de productos terminados en bolsas.

Los principales productores de materia prima son Pemex, Dow, Exxon, Lyondell, Braskem Idesa y Sabic.

Producción de películas plásticas

En cuanto al uso de plásticos para empaques y embalajes, el 44% es representado un uso para películas plásticas.⁴ A partir de este dato, podemos estimar una producción anual de 919,160 toneladas de películas plásticas en 2017 en nuestro país.

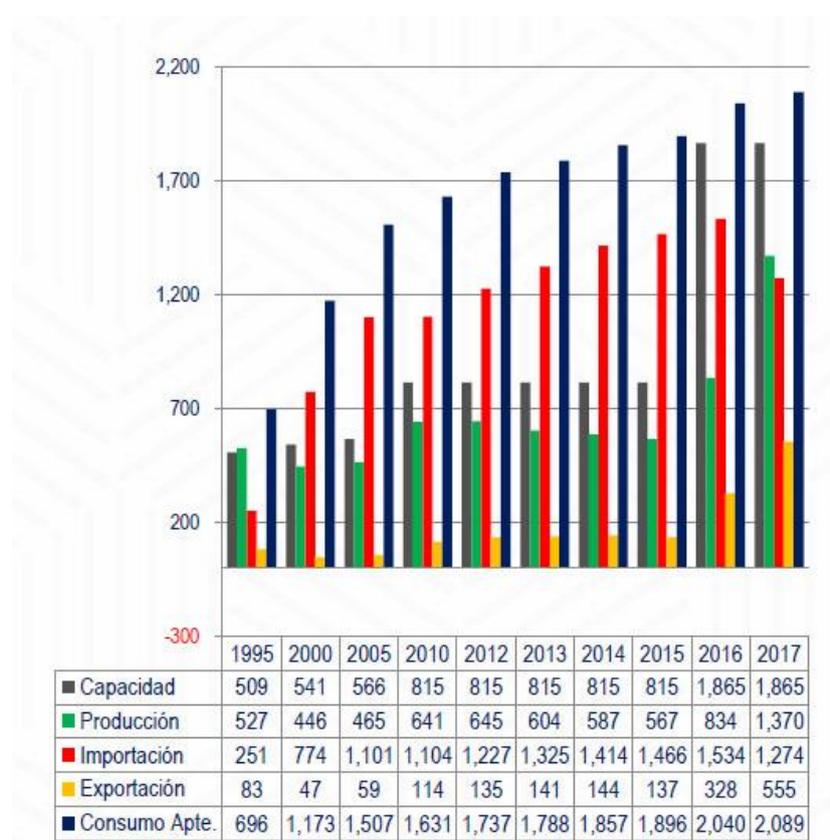


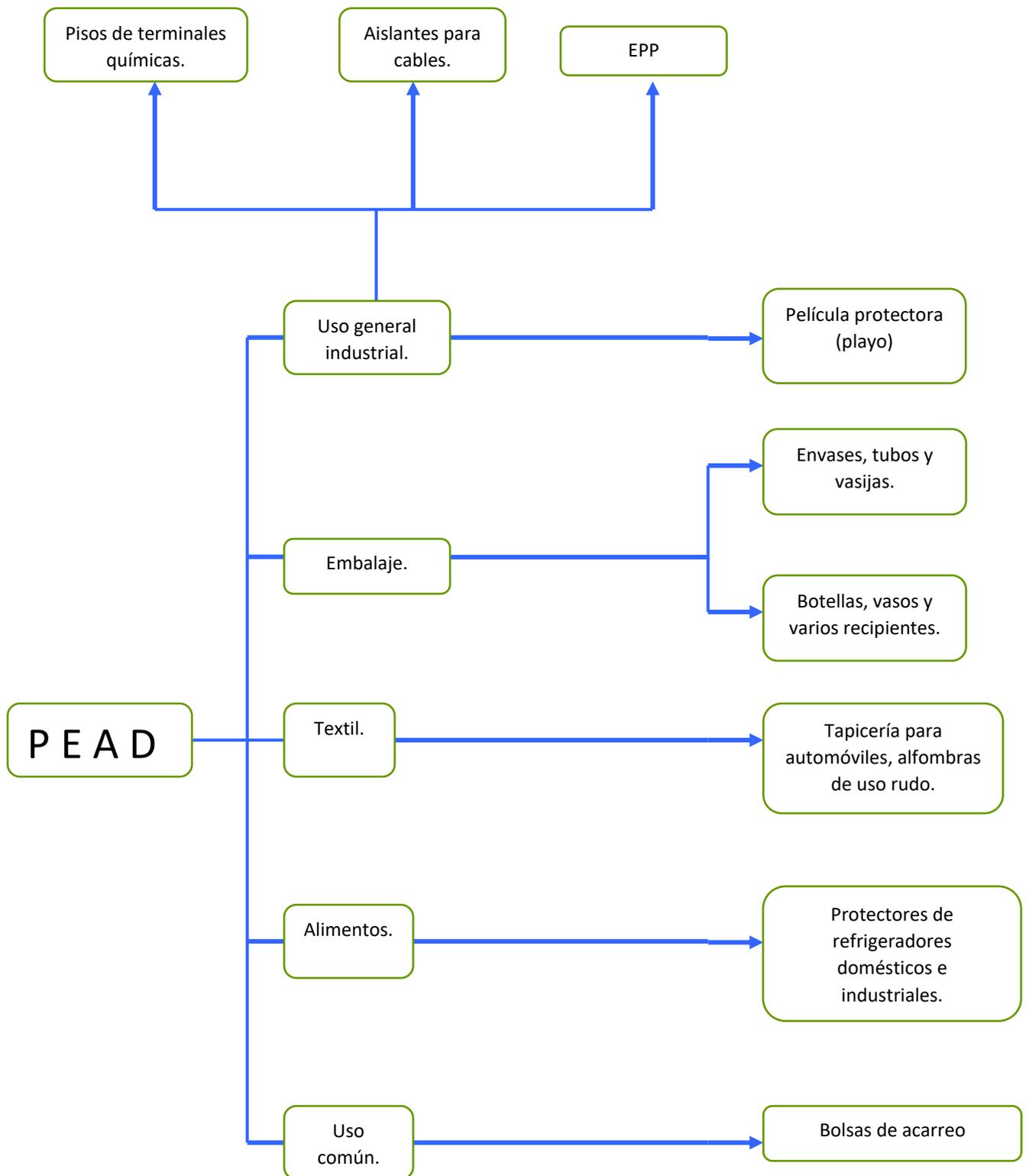
Tabla 3 - Estadísticas sobre polietilenos en México (miles de toneladas)

Usos

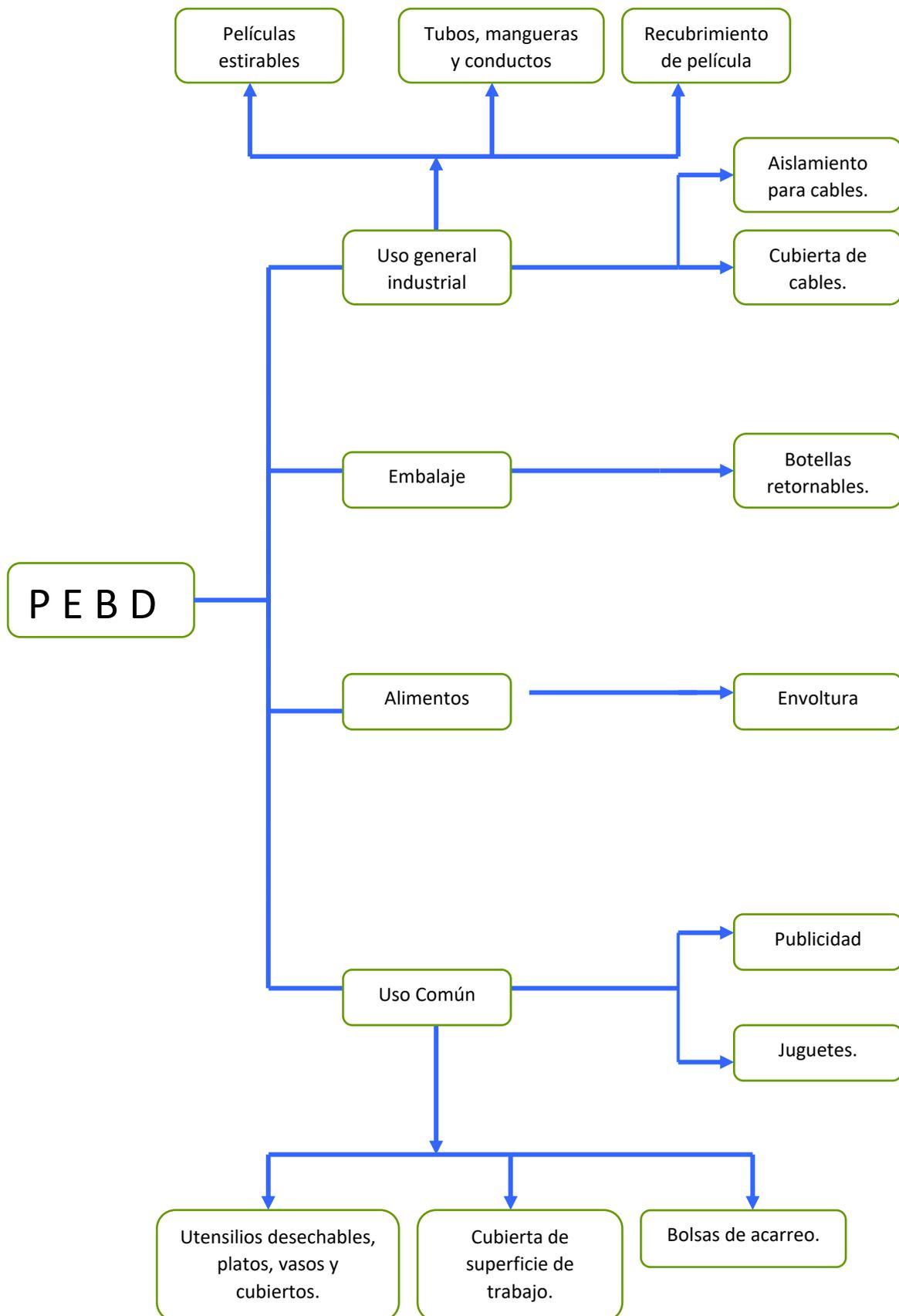
Los dos diferentes tipos de polietilenos tienen una amplia gama de aplicaciones, no solo para bolsas de acarreo, sino en diferentes artículos y bienes duraderos.

⁴ (Conde, Presente Futuro de la Industria del Plástico en México, 2012)

PRODUCTOS DE PEAD (Polietileno de Alta Densidad)



PRODUCTOS DE PEBD (Polietileno de Baja Densidad)



Diagnóstico del Residuo

El uso de bolsas plásticas a lo largo de su vida, sin reciclarse, representa una huella ambiental de 9.32 kg de CO₂Eq por kg de polietileno⁵, esto equivale a una huella de carbono equivalente de 71 gramos por bolsa.

Derivado del consumo aparente para películas de polietileno, sumando las importaciones y restando las exportaciones, se estima que el desecho de residuos de películas plásticas es de 919,160 toneladas anuales.⁶

Cadena Productiva del material

La cadena productiva del material inicia con la extracción de petróleo crudo, posteriormente se refina para producir gas de etileno, el cual se polimeriza para obtener producto virgen de polietileno, este se distribuye a los fabricantes de películas quienes comercializan sus productos al mayoreo. Los mayoristas colocan este producto en centros comerciales, cadenas de autoservicio o centrales de abasto, donde el producto es consumido y utilizado por el consumidor final, sea industrial o la ciudadanía. En el caso de la ciudadanía, la totalidad de los residuos termina en rellenos sanitarios, mientras que en el caso de desechos industriales, es acopiado y comercializado dentro de una cadena económica que permite el reciclaje.

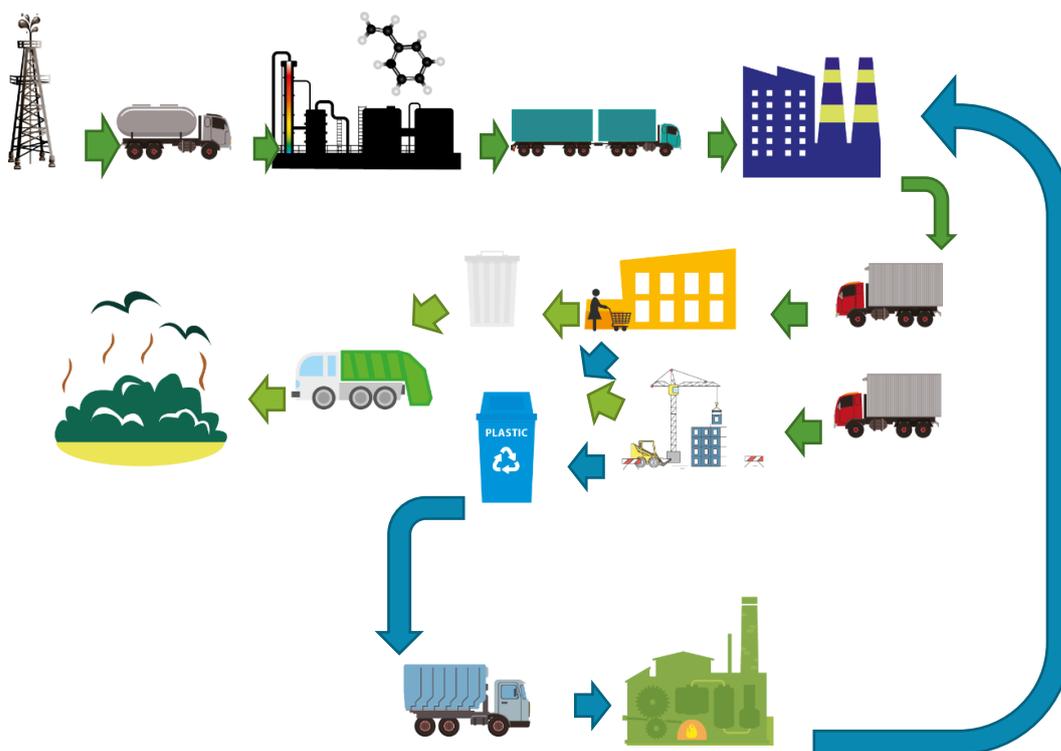


Ilustración 4 - Ciclo de vida de películas de PE

⁵ (Universidad Pompeu Favra de Barcelona, 2008)

⁶ (Conde, Presente Futuro de la Industria del Plástico en México, 2012)

Manejo Actual del Residuo

Derivado de las propiedades del material y de los usos que tienen estos productos al terminar su primer uso, hoy en día, las bolsas plásticas fabricadas de polietileno se convierten en un residuo con alto poder de valorización. Sin embargo, su aprovechamiento ha sido limitado derivado de la falta de esquemas eficientes de recolección y se encuentran limitados a ciertas regiones geográficas del país.

Distribución

La distribución de estos productos se centra en 60% en la ZMVM y 30% de en la ZMG y ZMM.

Desecho

Las bolsas plásticas al terminar su uso se convierten en residuo en el punto final del acarreo. En este caso, al ser un residuo segregado, es manejado por los servicios de limpia municipales y su destino dependerá del municipio, siendo este un relleno sanitario o un tiradero.

Reutilización

Debido a los usos y costumbres de la sociedad mexicana, las bolsas de acarreo tienen garantizado un reúso como contenedores de basura.

Aprovechamiento

El polietileno al ser uno de los plásticos más estables, hace que su proceso de reciclaje sea factible. Siendo que la empresa proponente es pionera en el reciclaje de películas de este material desde hace más de 20 años. En la actualidad este proceso comienza con el acopio de películas de polietileno a través de una cadena de acopiadores centrada en la ZMVM y la ZMG, los acopiadores llevan los productos que se obtienen de la pepena o del acopio industrial a centros de acopio distribuidos en la cercanía de los centros de disposición final, en estos centros de acopio privados e independientes de la empresa, se concentran los residuos en pacas. Posteriormente, estas pacas de películas plásticas se ponen a la venta en el mercado informal.

Estos productos son comprados por diferentes productores o transformadores de polietileno, en el caso de los primeros, generalmente se usa para la fabricación casera de bolsas y en el caso de los transformadores, se utilizan estas pacas para la producción de materia prima en forma de pellets.

En la actualidad no existe un programa de acopio para la ciudadanía, por lo que las bolsas y películas plásticas que tienen un usuario final segregado no se aprovechan.



Tabla 4 - Proceso de aprovechamiento actual

Año	Cantidad reciclada (kg)
2015	11,319,082
2016	14,624,407
2017	15,851,517
2018	21,427,350

Tabla 5 - Resumen de material reciclado por el proponente

Ruta del manejo actual

Los pellets de Polietileno virgen son trasladados a los centros de producción final para producir una variedad de productos terminados, entre ellos, otras películas, bolsas, material de empaque y embalaje, etc. Éstos son después comercializados a través de diferentes centros de distribución. El producto es utilizado por el consumidor final y en general, se dispone a través de servicios particulares o los sistemas locales de limpia de los municipios.



Ilustración 5 - Manejo actual del residuo

Impacto Ambiental del manejo

La huella de carbono asociada al manejo del material se puede dividir en el proceso de distribución y la disposición final.

Etapa	CO2 equivalente Kg/Kg de Polietileno
Distribución	0.092 ⁷
Disposición	0.01 ⁸
Total	0.102

Tabla 6 - Impacto ambiental de producción de películas de polietileno

Como vemos el manejo actual, no es ambientalmente eficiente, debido principalmente a los problemas de logística que presenta el material en primer lugar por ser un material de consumo final y tener como ubicación de disposición centros públicos, hogares, centros de trabajo, etc. Siendo un material de disposición segregada y no focalizada; además de presentar un alto volumen en contra de su masa que complica el tema logístico per se.

⁷ (Universidad Pompeu Favra de Barcelona, 2008)

⁸ Ibid

Impacto en ciclo de vida

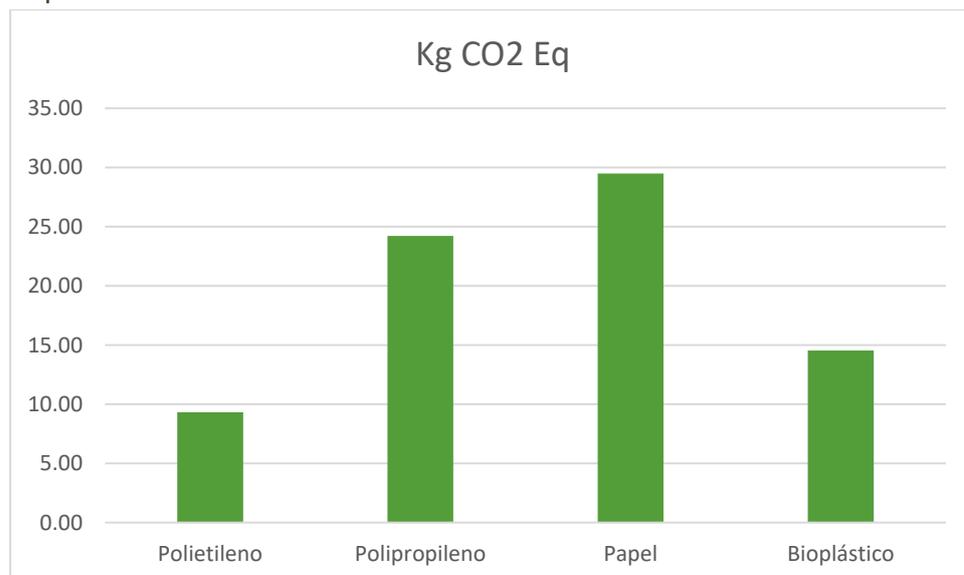


Tabla 7 - Comparación de impacto de Huella de Carbono Equivalente en su ciclo de vida para bolsas de acarreo⁹

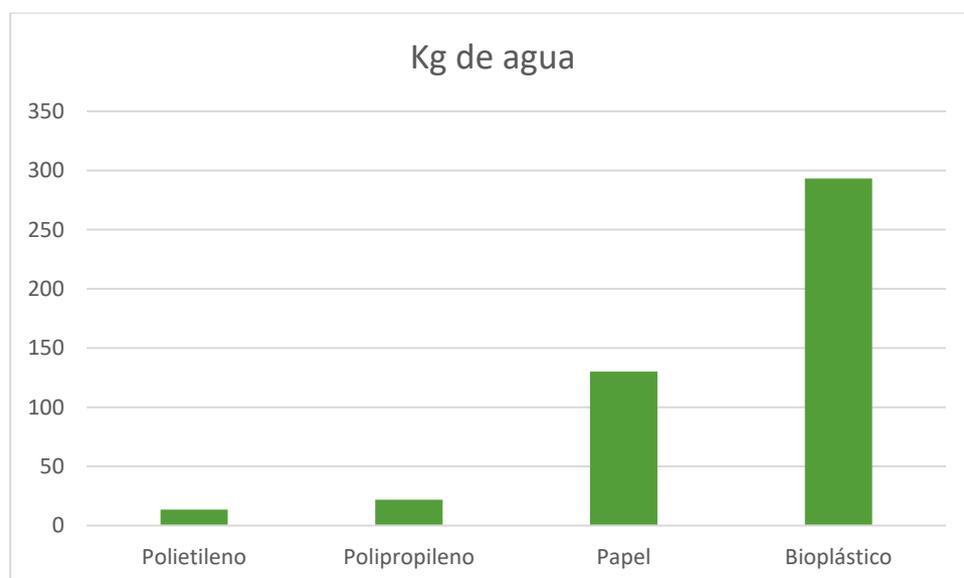


Tabla 8 - Comparación de huella hídrica en el ciclo de vida para bolsas de acarreo¹⁰

La minimización del residuo en todos los casos es posible, pero depende de factores socioeconómicos ligados a su uso, por lo que se debe de buscar la minimización del consumo y disposición a través de la generación de una cultura colectiva de consumo responsable.

El reciclaje de este material lleva alrededor de 25 años y se ha calculado que el impacto ambiental del reciclaje es de 0.041kg¹¹ de CO2 equivalente por kg de PE reciclado; al cerrar la cadena de valor, puede generar 450, 250 directos y 200 indirectos nuevos empleos, con un incremento anual de hasta el 55% y aumentar el tiempo de vida de los rellenos sanitarios que dan servicio a las tres principales zonas metropolitanas del país.

Estas situaciones, permiten diagnosticar que el mejor camino a seguir en el manejo de este material es fomentar la valorización y aprovechamiento de este a través del reciclaje.

⁹ Ibid

¹⁰ (Universidad Pompeu Favra de Barcelona, 2008)

¹¹ Impacto de reciclaje

Identificación del potencial de aprovechamiento

El uso de la bolsa para el acarreo y almacenamiento de productos se genera debido a su practicidad y relación costo beneficio, por ello y con relación a los usos y costumbres dentro de la sociedad mexicana, hacen difícil la erradicación de su uso, sin embargo, las nuevas tecnologías en torno a los materiales hacen que la fabricación de estas sea más sustentable.

Formas de manejo identificadas

Actualmente el 1% de los residuos de bolsas se disponen a través de los servicios de recolección domiciliar que ofrecen los municipios y los concesionarios autorizados por los mismos y terminan en centros de disposición final; mayormente rellenos sanitarios.

El material es acopiado en las actividades de pepena o en el proceso de selección de material en plantas de reprocesamiento y llega a algunos centros de reciclaje.

Material no recuperable

Dentro del proceso de reciclaje de bolsas, se han hecho diferentes investigaciones y pruebas con diferente cantidad de contaminación y diferentes contaminantes. Lo que ha llevado a identificar como materiales no recuperables los siguientes:

- Películas plásticas calcinadas
- Películas plásticas contaminadas con solventes orgánicos
- Películas plásticas con residuos agrícolas

Sin embargo, para el caso del material con residuos agrícolas se pretende implementar nuevas tecnologías para limpiar el material y poder procesarlo, reincorporándolo a la cadena de valor y creando una economía circular para este tipo de películas.

Propuesta de manejo

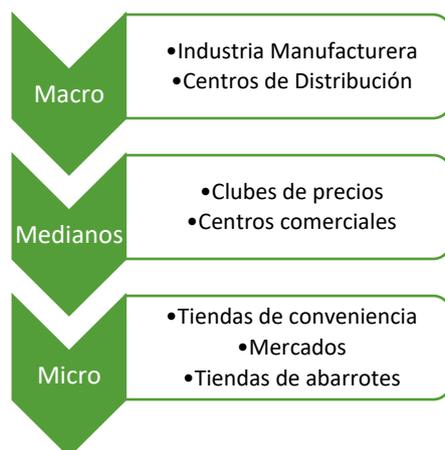
El diagnóstico del manejo actual y del residuo lleva al planteamiento de una propuesta de manejo, debido a que el mismo en su mayoría se segrega debido a ser un producto de consumo final y no un insumo, se establece una estrategia sectorizada enfocada a las condiciones de infraestructura de las diferentes zonas metropolitanas del país y buscará crear sinergias con cadenas comerciales y los clientes actuales de la empresa proponente.

Películas de empaque y embalaje

Se ha identificado que un 71% de las películas plásticas¹², son de uso para empaque y embalaje, representando un total de 650,138 toneladas anuales de residuos. A través de una segmentación cualitativa derivada de una correlación con su consumo aparente, se establece la siguiente lista de actores generadores de residuos de películas de polietileno, enlistándolos en orden de magnitud y de forma descendente.¹³

¹² (Gomez, 2013)

¹³ Los datos cuantitativos se buscará obtenerlos de la aplicación de este plan de manejo y a manera de un estudio independiente del mismo.



Para el caso de los macro y medianos generadores de residuos de películas se buscará implementar una vinculación con sus respectivas áreas de responsabilidad o ecología para manejar sus residuos a través de una cadena de logística verde, con el fin de disminuir el impacto ambiental disminuyendo los traslados del material.

Para el caso de los microgeneradores, se buscará crear campañas donde retornen sus películas a los centros de distribución donde se abastecen, para ahí ser recolectados bajo la estrategia de macro y medianos generadores.

Acopio del residuo

Películas de bolsas

Este residuo representa el 29% del total de los residuos de películas plásticas, llegando a 269,022 toneladas anuales¹⁴ y debido a que se trata de un residuo segregado, se busca que su acopio sea a través de la participación ciudadana, creando infraestructura en los siguientes puntos:

Centros de acopio en cadenas de auto servicio y tiendas de conveniencia

Estos centros de acopio se instalarán con el apoyo de los clientes de la empresa proponente, en donde se acopiarán las bolsas usadas que serán depositadas en contenedores diseñados para facilitar su manejo. Estos contenedores al llenarse, serán retornados por la cadena a su centro de distribución, en donde serán recolectados bajo el sistema antes mencionado para películas de empaque y embalaje.

Centros de acopio al público en general

Se buscará crear alianzas con diferentes centros de acopio que ya operan para que a través de una campaña de difusión, la ciudadanía pueda monetizar sus residuos de bolsas. Por otro lado, en el caso del material que ha llegado a disposición final y que ha sido recolectado de manera informal también terminará en estos centros de acopio ya existentes.



Ilustración 6 - Manejo propuesto

¹⁴ (Gomez, 2013)

Proceso de Reciclaje

Una vez acopiado el material, se recibe el mismo en la primera sección de la planta y se hace una separación por colores y se transporta al área de producción por medio de montacargas. [Recepción y clasificación](#)

En el área de producción se preparan las cargas, haciendo una última revisión manual, previo a introducir el material a las diferentes líneas de producción. [Revisión](#)

El material no apto se separa para manejarlo como merma.

Una vez separado correctamente el material, se ingresa a alguna de las líneas, denominadas CFPL, desde la línea 02 hasta la 09; o a alguna de las dos líneas adicionales, TVE: 1512 o 2018 [Proceso de reciclaje](#)

Cada una de estas máquinas aglomera las películas plásticas y posteriormente por medio de presión y temperatura eleva el polímero a su temperatura de transición vítrea para poderlo extruir por una matriz o dado, del cual salen líneas de diámetros de 2 a 5 mm de espesor, los cuales después son enfriados por medio de agua para disminuir su temperatura y que puedan cortarse del tamaño de arroses. Estos “arroses” se denominan pellets y son materia prima para la fabricación de nuevas bolsas plásticas. [Producto Terminado Pellets](#)

La merma de cada una de las líneas de producción se almacena y clasifica de acuerdo a su color. [Merma](#)

Posteriormente se muele para obtener gránulos manejables que se mezclan mecánicamente para obtener un peso molecular adecuado. [Molienda de la merma](#)

La mezcla molida se coloca en charolas de diferentes tamaños según el espesor de láminas a fabricar.

Esta charola se ingresa a una autoclave donde por medio de vacío y temperatura moldea el material en láminas de madera plástica.

Saliendo de la etapa de horneado pasa al equipo de prensado para rectificar la lámina, garantizando planicidad y homogeneidad.

Se deja enfriar la lámina a temperatura ambiente y una vez rígida se reperfila para ajustar los bordes a medidas estándar de construcción.

Los usos de este material están intencionados para sustituir las aplicaciones de la madera laminada como el MDF y el TriPlay. [Producto Terminado Madera Plástica](#)

Es importante mencionar que las mermas pueden contener residuos como restos de etiquetas, tierra, papel, etc. Y estos quedan embebidos dentro de la matriz plástica.

Infraestructura

Derivado de las características de este plan de manejo, la infraestructura con la que cuenta el proponente es la siguiente:

Tipo de Infraestructura	Cantidad
Vehículos	9
Capacidad total de vehículos	92
Plantas de transformación	1
Líneas de reciclaje	11

Tabla 9 - Infraestructura de recolección de residuos

Capacidad de Produccion Planta Reciclados

<u>Maquina</u>	<u>Capacidad de Produccion</u>	<u>% de Merma</u>	<u>Merma</u>
Maquina CFPL01 Tablas	200,000.00	0%	-
Maquina CFPL02	126,000.00	1%	1,260.00
Maquina CFPL03	126,000.00	1%	1,260.00
Maquina CFPL04	315,000.00	0.2%	630.00
Maquina CFPL05	243,000.00	0.2%	486.00
Maquina CFPL06	200,000.00	0.5%	1,000.00
Maquina CFPL07	200,000.00	0.5%	1,000.00
Maquina CFPL08	200,000.00	0.5%	1,000.00
Maquina CFPL09	200,000.00	0.5%	1,000.00
Maquina tve plus 1512	680,000.00	5%	34,000.00
Maquina tve plus 2018	1,650,000.00	5%	82,500.00
Totales	4,140,000.00	1%	124,136.00

Tabla 10 - Líneas de reciclaje, unidades en kilogramos al mes

Personal en planta

Unidad	Personal
Operación líneas de reciclaje	93
Clasificación y limpieza	150
Total	243

Con esta propuesta de manejo, se identifica el siguiente balance de impacto por el mismo.

Etapa	Indicador	Impacto	Unidades
Transporte	Huella de Carbono	0.00550808	Kg CO₂Eq/Kg PE Acopiado
Reciclaje	Huella de Carbono	0.03516621	Kg CO₂Eq/Kg PE Reciclado
Reciclaje	Huella Hídrica	0.22857143	Kg H₂O/Kg PE Reciclado

Tabla 11 - Balance de impacto ambiental por el reciclaje

Realizando este proceso, el impacto positivo al ambiente es de una disminución de huella de carbono de 52.46%¹⁵

Por otro lado, el sistema de reciclaje en cascada, permite que los residuos en general de la planta se reduzcan a cero.

¹⁵ Impacto de reciclaje

Metas de cobertura

Limitación geográfica

La planta de reciclaje de residuos de películas de polietileno se encuentra en Arandas, Jalisco, sin embargo, toda la cadena de acopio y logística, se encuentra distribuida a lo largo de la República, por lo que la cobertura comprende a toda la República.



Ilustración 7 - Ubicación geográfica de la planta de reciclaje

Ubicaciones

Una vez establecidas las propuestas de manejo, se considerará que la cobertura de este plan de manejo se centrará en los centros de distribución de las principales cadenas comerciales, además de puntos de acopio en tiendas de conveniencia que son usuarios de los productos de la empresa proponente. Para este fin, se utilizará una plataforma digital para mapear los puntos de acopio donde la ciudadanía puede disponer de forma correcta sus residuos. Esta plataforma digital estará disponible a través de un vínculo en la siguiente dirección web: <http://vamosareciclar.mx/>

Metas de acopio

La meta de acopio y utilización de materiales reciclados por la empresa proponente para el primer año de operación es de 40,050 toneladas y la tasa de crecimiento anual será de 19%

Descripción del destino

El destino final de todas las películas acopiadas se encuentra en Libramiento Norte, km2, Arandas, Jalisco, 47180, en donde se realiza el proceso de reciclaje, el cual se muestra a continuación.



Después de la recepción se clasifica el material por color y tipo de material (alta o baja densidad), posteriormente se introduce a la línea de reciclaje, donde se aglomera el producto para aumentar su densidad y aumentar la eficiencia del proceso. Una vez aglomerado, pasa al proceso de extrusión, donde se aumenta la temperatura del material para plastificarlo y poder pasarlo por un dado pelletizador, el cual crea filamentos, los que después son enfriados y cortados para formar pellets.

Estos pellets después son utilizados como materia prima para la fabricación de bolsas. Estas bolsas tienen un contenido que varía del 60% al 100% de material reciclado.



Ilustración 8 - Ubicación de Arandas en Jalisco

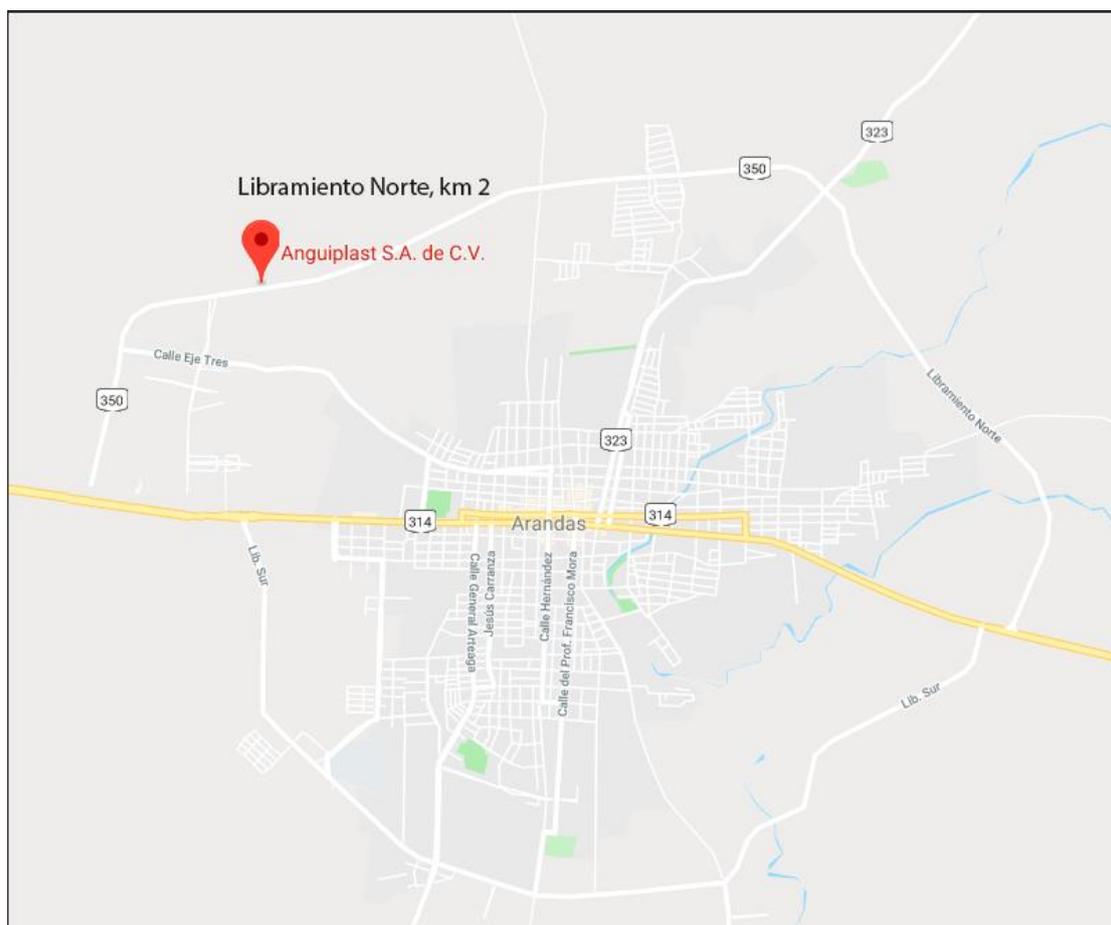


Ilustración 9 - Ubicación del centro de reciclaje en Arandas

Operación, control y monitoreo

La operación del plan de manejo será a cargo de la empresa proponente a través de los siguientes mecanismos de control.

Control de recepción.

Para cada evento de recepción en la planta o recolección de residuos en Centros de Distribución, Centros Comerciales o Centros de Acopio, se generará un vale o ticket con la siguiente información:

- Datos de procedencia
 - Nombre del generador
 - Tipo de material
- Datos de Transporte
 - Tipo de Vehículo
 - Placas
 - Capacidad del vehículo
 - Nombre del transportista
- Datos de Generación
 - Cantidad (kg)
 - Ubicación del generador
 - Fecha

Reportes a la autoridad correspondiente

Se entregará a la Secretaría de forma semestral un reporte con el balance total de residuos aprovechados, los cuales serán desglosados en una tabla con los siguientes datos.

Fecha	Tipo de Material	Cantidad	Procedencia	Nombre de Generador

Para la evaluación del plan de manejo, cada seis meses se hará una evaluación estadística y de metas y en su caso ajuste de objetivos.

Difusión y comunicación a la sociedad en general

Se generarán programas que impacten directamente en la sociedad con el fin de difundir, en primer lugar, el reducir el consumo del material, en segundo lugar, hacer un correcto manejo de la disposición de los residuos, así como su potencial de reciclaje y en tercer lugar, identificación del residuo para así mostrar el valor de los residuos y diferencien el concepto de basura del de residuos.

Estas campañas se centrarán en los medios de comunicación de la empresa y a través de campañas visuales en las tiendas de conveniencia donde se implementen los puntos de acopio.

Así mismo, se realizarán ferias de reciclaje, notas periodísticas, capacitaciones y eventos especiales como muestras artísticas.

En medios digitales, se harán estrategias con empresas dedicadas a la difusión de centros de acopio para materiales para vincular a la ciudadanía y permitir el aumento del manejo de residuos de películas de bolsas.

Acciones de participación

Las acciones de participación se dividirán acorde a la índole del participante, agrupado en generadores, productores, recicladores y aliados estratégicos.

Generadores

Su participación es fundamental ya que tienen en sus manos dar el correcto manejo a estos residuos, pudiendo cerrar el círculo virtuoso de operación de la cadena de valor alrededor del manejo de residuos de películas de polietileno.

Por estas razones, sus acciones estarán enfocadas a dar un correcto manejo al material, disponer adecuadamente de él y fomentar la comunicación con los demás generadores para difundir un correcto manejo del material.

Productores

Su participación es parte de la responsabilidad compartida en el manejo de residuos, por lo que su apoyo se enfocará en la difusión de materiales didácticos para la concientización y sensibilización sobre el correcto manejo del material, promoviendo el uso responsable del material para su disminución además del hecho que es un material reciclable que bien manejado crea valor a la economía nacional.

Además de acciones de difusión, crearán programas, campañas y otras actividades pertinentes que ayuden a aumentar las tasas de separación, recolección y reciclaje de material.

Recicladores

Usarán los incentivos que puedan ofrecer gobiernos locales, productores o generadores para mejorar la infraestructura de manejo y reciclaje de películas de polietileno. Su objetivo será mejorar sus procesos con el fin de mitigar en mayor proporción el impacto generado por el material.

Aliados estratégicos

Este último rubro, engloba a todas las agrupaciones, cámaras, ONG's, personas morales o físicas preocupadas por el ambiente que apoyarán el presente Plan de Manejo.

Mecanismos de adhesión al plan de manejo

Dentro de los mecanismos de adhesión que se plantean, se busca que estos involucren a los diferentes eslabones de la cadena conforme a su nivel de responsabilidad y acciones dentro de la misma.

Para ello se celebrarán convenios de adhesión en los que se estipularán las obligaciones, términos y condiciones de participación particulares acordes a las acciones referidas dentro de este plan de manejo.

Toda persona física o moral que así lo desee, puede solicitar su interés en adherirse al presente plan, por medio del envío de una carta a membretada a la dirección física del proponente.

Se anexa convenio de adhesión de la empresa Angruplast S.A. de C.V.

Memoria de cálculo

Impacto por transporte

En relación al cálculo del impacto ambiental por el transporte desde los centros de acopio hasta la planta de reciclaje, se hacen las siguientes consideraciones:

Las unidades ocupadas para el transporte son de dos tipos: Tractocamión con capacidad de 22 toneladas y camiones con capacidad de 7.5 toneladas.

Vehículo	Capacidad (Ton)	VKM (kg de CO ₂ Eq)
Camión vacío	7.5	0.54919039
Camión lleno	7.5	0.64361039
Trailer vacío	22	0.73335427
Trailer lleno	22	1.09523427

Tabla 12 - Valores de impacto de CO₂ por tipo de vehículo¹⁶

Se considera que el 50% de la carga se transporta en tractocamión y 50% en camiones.

Se considera una distancia promedio de viaje por kg de material acopiado, en relación a la proporción de material que se obtiene de los diferentes centros de acopio, siendo que el 70% proviene de la ZMVM, 15% de la ZMG y 5% de la ZMM.

	Distancia recorrida (Km)	Factor acopio	Distancia efectivamente recorrida (Km)
ZMVM	429	70%	300.3
ZMG	129	15%	19.35
ZMM	729	5%	36.45
Total			356.1

Tabla 13 - Distancia recorrida en proceso de acopio

Se hace un balance, con el tipo de transporte y la distancia recorrida

$$CO_2Eq = VKM \times d$$

Para el caso de las unidades llenas:

Transporte	Kg de CO ₂ Eq por Km recorrido
Camión	229.1896607
Tractocamión	390.0129231

Tabla 14 - Impacto ambiental por el transporte de material con unidades llenas

Por otro lado, se hace la consideración de una logística sustentable, es decir, que las propias unidades de reparto de producto terminado, acopien el material en los centros de acopio para reciclarse. Con esta práctica, se considera una aportación al ambiente, ya que en vez de regresar vacíos los vehículos, regresan con el material. Por lo tanto, el impacto total de transporte será la resta del impacto por un vehículo lleno, menos la del impacto por uno vacío.

Aportación por logística sustentable	Kg de CO ₂ Eq por Km recorrido
Camión	-195.566699
Tractocamión	-261.147455

Tabla 15 - Aportación por logística sustentable

¹⁶ (Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2013)

Por lo tanto, el balance total queda de la siguiente forma:

Impacto real del manejo	Kg de CO ₂ Eq por Km recorrido
Camión	33.622962
Tractocamión	128.865468

Tabla 16 - Impacto total de transporte

Se promedia la capacidad de transporte y el impacto en relación a la proporción de viajes por vehículo

Impacto real del manejo, promedio: 81.244215 (Kg de CO₂Eq)

Capacidad promedio del transporte: 14.75 Ton

El impacto de transporte por Kilogramo de material acopiado, será la división del impacto real entre la capacidad promedio.

Impacto por transporte de cada Kg acopiado de Película de PE: 0.005508082 (Kg de CO₂Eq/KgPE)

Impacto de reciclaje

El impacto por el reciclaje se basa en el consumo energético y la capacidad de producción de las diferentes máquinas que se cuenta en el proceso.

Se considera el impacto de 0.49 Kg de CO₂Eq por Kw¹⁷

Se contemplan los 10 equipos de reciclaje que comprenden el proceso y se considera su capacidad de producción, Consumo Energético, consumo hídrico y se presentan sus impactos en la siguiente tabla.

#	Capacidad (Kg/h)	Consumo E (kW)	Consumo H (KgH ₂ O/h)	Huella H (KgH ₂ O/Kg PE)	Huella CO ₂ Eq/Kg PE
1	416.6666667	16.5	125	0.3	0.0396
2	234.375	22.88	125	0.533333333	0.09762133
3	234.375	22.88	125	0.533333333	0.09762133
4	729.1666667	37.84	125	0.17142857	0.05189486
5	494.7916667	37.84	125	0.25263158	0.07647663
6	390.625	35.2	125	0.32	0.090112
7	468.75	35.2	125	0.26666667	0.07509333
8	468.75	35.2	125	0.26666667	0.07509333
9	468.75	35.2	125	0.26666667	0.07509333
10	1562.5	113.74	125	0.08	0.0727936

Tabla 17 - Tabla de balance de impactos

Promediando los valores anteriores, obtenemos el resultado de impacto final.

Huella de carbono: 0.035166208 (Kg CO₂Eq/Kg PE Reciclado)

Huella hídrica: 0.228571429 (Kg H₂O/Kg PE Reciclado)

Sumando el impacto del transporte, la Huella de carbono total es: **0.04067429 (Kg CO₂Eq/Kg PE Reciclado)**

Finalmente, sustituyendo la materia prima por una reciclada, se obtiene el siguiente balance

$$\text{Huella CO}_2 \text{ mitigada} = \text{Impacto Materia prima} - \text{Impacto total reciclaje}$$

¹⁷ (Programa de GEI México, 2013)

$$\text{Huella } CO_2 \text{ mitigada} = 4.93 \left(\frac{KgCO_2Eq}{KgPE} \right) - 0.0406 \left(\frac{KgCO_2Eq}{KgPE} \right)$$

Huella de CO2 mitigada: 4.89 (Kg CO_{2Eq}/Kg PE Reciclado)

$$\% \text{ reducción de impacto} = \frac{4.89}{9.32} = 52.46\%$$

Anexo Fotográfico

A continuación, se enlista un anexo fotográfico describiendo las diferentes etapas del reciclaje.

Recepción y clasificación



Revisión



Proceso de reciclaje





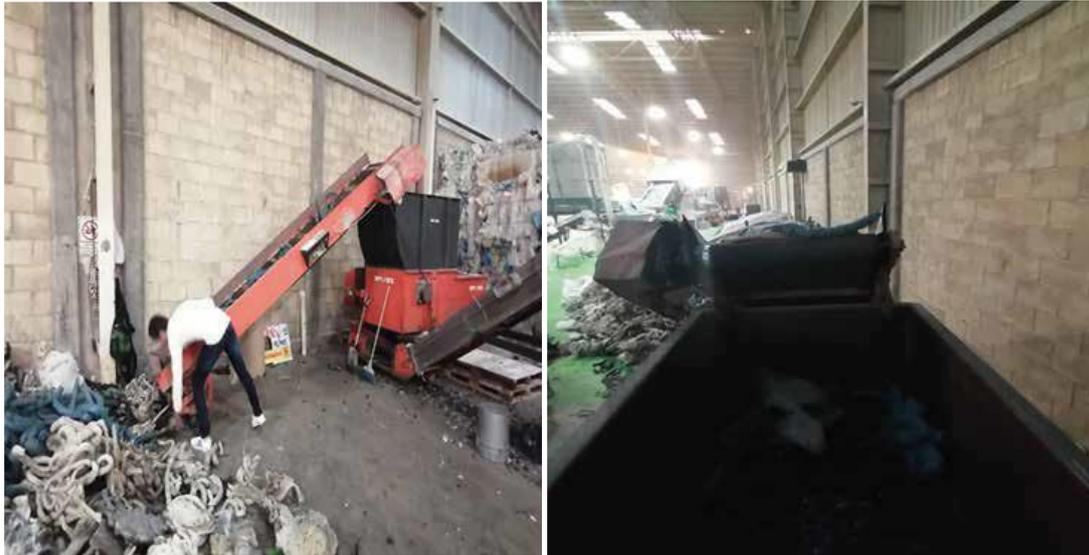
Producto Terminado Pellets



Merma



Molienda de la merma



Producto Terminado Madera Plástica



Líneas de producción

CFPL02



CFPL03



CFPL04



CFPL05



CFPL06



CFPL07



CFPL08



CFPL09



TVE Plus 1512



TVE Plus 2018



Glosario

- Ciclo de vida: Son todas las etapas de transformación por las cuales pasa un producto, consideradas desde la extracción de sus materias primas, incluyendo el desplazamiento geográfico (transporte) en cada una de estas etapas, hasta llegar a su destino final, ya sea como desecho o como producto reciclado.
- Co2 equivalente: Es un factor de medición de huella de carbono. Concentración de dióxido de carbono que podría causar el mismo grado de forzamiento radiativo que una mezcla determinada de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero
- Extrusión: Proceso de formado de plásticos caracterizado por plastificar el material y hacerlo pasar por un orificio pequeño denominado dado.
- Inyección: Proceso de formado de plásticos caracterizado por plastificar el material para después depositarlo en un molde por medio de presión neumática.
- Pellet: Forma granular de empaquetamiento compactado de materiales. Puede ser en forma cilíndrica, esférica, etc.
- Pelletizado – pelletizar: Acción de fabricar o generar pellets.

Nomenclaturas

- ACV: Análisis de Ciclo de Vida
- ANIPAC: Asociación Nacional de Industrias del Plástico
- CDMX: Ciudad de México
- CO2 eq: Dióxido de carbono equivalente
- CO2: Dióxido de Carbono
- GEI: Gases de efecto invernadero
- ICV: Inventario de Ciclo de Vida
- LGPGIR: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- NMX: Norma Mexicana
- NOM: Norma Oficial Mexicana
- PE: Polietileno
- PEAD: Polietileno de Alta Densidad
- PEBD: Polietileno de Baja Densidad
- PIB: Producto Interno Bruto
- PP: Polipropileno
- SEDEMA: Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México
- SEMADET: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del estado de Jalisco
- SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- TKM: Tonelada/Kilómetro
- VKM: Vehículo/Kilómetro
- ZMG: Zona Metropolitana de Guadalajara
- ZMM: Zona Metropolitana de Monterrey
- ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México

Bibliografía

- ABC Pack. (2018). *Cómo se hace una bolsa de plástico*. Obtenido de <https://www.abc-pack.com/enciclopedia/como-se-hace-una-bolsa-de-plastico/>
- ANIPAC. (2018). *Anuario Estadístico 2018*. México.
- Conde, M. (2012). Presente Futuro de la Industria del Plástico en México. *Ambiente Plástico*.
- Conde, M. (2012). Presente futuro de la industria Plástica en México. (pág. 69). *Ambiente Plástico*.
- Department for Environment, Food and Rural Affairs. (2013). *Environmental Impacts Database*. UK.
- EcolInvent. (2013). EcoQuery - UPR. *Database 3.1*.
- Gomez, R. F. (2013). *Diagnóstico de la industria del plástico en México*. México: UNAM.
- ONU Medio Ambiente. (Abril de 2018). *La historia de la bolsa de plástico, desde su nacimiento hasta su prohibición*. Obtenido de Dia Mundial del Medio Ambiente: <http://worldenvironmentday.global/es/la-historia-de-la-bolsa-de-pl%C3%A1stico-desde-su-nacimiento-hasta-su-prohibici%C3%B3n>
- Pérez Courtade, L. (18 de noviembre de 2015). Mancera entrega 76 camiones recolectores de basura. *Excelsior*. Obtenido de Excelsior: <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2015/11/18/1058085>
- Programa de GEI México. (2013). *Factor de emisión eléctrico 2013*. Obtenido de <http://www.geimexico.org/factor.html>
- Secretaría de Desarrollo Sustentable. (2017). *Solicitud de Acceso a la Información NL*. Monterrey, Nuevo León.
- SEDEMA. (2017). *Listado de autorizaciones RAMIR*. Obtenido de Registro y autorización de establecimientos mercantiles y de servicios para el manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que operen y transiten en la CDMX: <http://www.sedema.cdmx.gob.mx/servicios/servicio/ramir>
- SEMADET. (2017). *Listado de empresas autorizadas para realizar las diferentes etapas de manejo de RME Diciembre*. Obtenido de <http://semadet.jalisco.gob.mx/medio-ambiente/residuos/gestion-integral-de-residuos>
- SEMARNAT. (2013). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011. México: Diario Oficial de la Federación.
- Universidad Pompeu Favra de Barcelona. (2008). *Ciclo de vida de varios tipos de bolsas de comercio*. Barcelona.

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 - Composición química del Polietileno.....	6
Ilustración 2 - Proceso de refinación de gas de etileno.....	8
Ilustración 3 - Proceso de tiro o calandriado para formación de películas	9
Ilustración 4 - Ciclo de vida de películas de PE	13
Ilustración 5 - Manejo actual del residuo	15
Ilustración 6 - Manejo propuesto	18
Ilustración 7 - Ubicación geográfica de la planta de reciclaje	21
Ilustración 8 - Ubicación de Arandas en Jalisco.....	22
Ilustración 9 - Ubicación del centro de reciclaje en Arandas	22