Editorial de la
Universidad Tecnológica Nacional – U.T.N.

Trabajo Final de Carrera

Reciclado del plástico [PET*] para la obtención de fibra textil

Autora: Cinthia López

Profesor: Mg. Lic. Daniel Martinez Llaneza

Carrera: Ingeniería Industrial
Facultad Regional Santa Cruz
Universidad Tecnológica Nacional – U.T.N. – Argentina

2016

**PET: PolyEthylene Terephtalate o tereftalato de polietileno*

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional - edUTecNe
http://www.edutecne.utn.edu.ar
edutecne@utn.edu.ar

©[Copyright]
edUTecNe, la Editorial de la U.T.N., recuerda que las obras publicadas en su sitio web son de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir la producción cultural y el conocimiento generados por autores universitarios o auspiciados por las universidades, pero que estos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

ÍNDICE GENERAL

PRÓLOGO POR DANIEL MARTINEZ LLANEZA
PREFACIO
OBJETIVOS DEL PRESENTE ESTUDIO
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL PROYECTO
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL
CAPÍTULO III: ESTUDIO DE MERCADO
- Objetivos
- Definición del producto
- Estudio de la disponibilidad de la materia prima
- Análisis de la demanda
- Análisis de la oferta
- Estudio de comercialización del producto
- Conclusiones del estudio del mercado

CAPÍTULO IV: ESTUDIO TÉCNICO
- Objetivos
- Localización óptima del proyecto
- Método cualitativo por puntos
- Determinación del tamaño óptimo de planta
- Ingeniería del proyecto
- Materiales que constituyen una botella PET
- Estudio organizacional

CAPÍTULO V: ESTUDIO LEGAL
- Introducción
- Objetivos del estudio legal
- Aspectos del estudio legal

CAPÍTULO VI: ESTUDIO MEDIO AMBIENTAL
- Introducción

CAPÍTULO VII: ESTUDIO ECONÓMICO
- Introducción
- Estudios realizados

CAPÍTULO VII: EVALUACIÓN ECONÓMICA
- Conclusiones finales
- Bibliografía utilizada

ANEXOS

PRÓLOGO

Hace algunos años atrás hice un prólogo para un apreciado alumno que decidió que su trabajo de tesina en la materia que dicto hace casi una década como optativa de Ingeniería Industrial en la Facultad Regional Santa Cruz de la Universidad Tecnológica Nacional (FRSC – UTN) era posible darlo a conocer por éste medio, y hoy vuelvo a repetir la experiencia con otra alumna, que silenciosamente trabajó un tema complejo, dándole una calidad importante al producto final que es éste trabajo que estoy prologando.

Es siempre un desafío para nosotros los profesores motivar en forma suficiente a los alumnos, no siempre se logra el objetivo, pero también debiéramos pensar que quizás nosotros en ocasiones somos más "parte del problema" que de "la solución al mismo"; es fácil advertir que Cinthia López futura graduada de nuestra Casa de Estudios constituye uno de los casos en que ha sido exitoso en cuanto a motivación se refiere. Pero no sólo debemos hacer referencia a la motivación, dado que la elección del tema resulta muy importante también, las inquietudes que una persona, en éste caso una alumna de nuestra casa, tiene cuando vive en sociedad son también muy importantes.

Nuestra ciudad…nuestra región…..nuestras cosas…

Los que vivimos en Rio Gallegos, sabemos lo que ha decaído nuestro nivel de vida de una cierta cantidad de años a esta parte, medido como "bienestar" porque si bien nuestro ingreso nominal por unidad de empleo, puede ser elevado respecto de otras regiones del país, en términos del disfrute de lo que en la economía llamamos "intangibles" el ingreso tiene una capacidad de compra reducida, o sea el nivel real del mismo es bajo respecto de otros momentos, pero también la posibilidad de vivir al aire libre, de disfrutar la naturaleza, de encarar un emprendimiento entre otras actividades a pesar del clima que fue un actor desde el comienzo de los tiempos, se hace cada vez más difícil. En parte, la dificultad reside en la reducida utilización de tecnología que se hace en nuestra ciudad, en donde los niveles de inversión resultan altamente preocupantes por el reducidísimo margen de maniobra con que cuentan las autoridades municipales, pero también se centra en lo excesivamente despreocupados que los agentes económicos residentes tienen por la basura y la contaminación en materia de plásticos, el mal tratamiento que se hace de estos residuos resulta cuando menos peligroso sobre todo, considerando el tiempo que tardan éstos materiales en desaparecer y degradarse completamente.

El tema abordado en este trabajo por Cinthia López está enmarcado en una concepción de preservación de nuestro medio ambiente y en el propósito de encontrar una utilización a algunos plásticos que se desechan a diario por parte de la mayoría de los residentes en Rio Gallegos, no quiero pensar en que sea la "única" persona preocupada, pero si puedo expresar que "la preocupación" la hizo operativa y la plasmó en un trabajo que analiza un tema difícil, complicado y de solución lenta, lo rescatable es que puso su conocimiento, y llevó a cabo un trabajo de investigación monográfico para analizar y debatir éste tema, aspecto nada despreciable por parte de un egresado de una carrera de grado en cualquier universidad argentina. Este material como otros generados por alumnos que cursaron en periodos anteriores está disponible en la Biblioteca de la Facultad Regional Santa Cruz de la UTN, no sólo se trata de trabajos sólidos desde el punto de vista de la discusión tecnológica, en muchos casos también constituyen un buen banco de "muy buenas ideas", que muchas autoridades o aspirantes a serlo no debieran soslayar ni desconocer.

La economía de la innovación y de la sustentabilidad hoy se ocupan de éstos aspectos, la introducción de aspectos innovadores en muchos procesos, en la transformación de los residuos tratan de hacer el mundo un poco más habitable y donde el conjunto de residuos que se produce pueda reutilizarse de alguna manera, de lo contrario el desarrollo de muchas zonas en el mundo, trae complicaciones y consecuencias cada vez mayores como se está observando.

Una economía más amigable con nuestro medio ambiente

La producción de bienes en forma masiva y sin control se encuentra fuertemente cuestionada desde el mismo modo de producción capitalista, académicos de todo el mundo cada vez se hacen más preguntas acerca de cómo sigue ésta historia, en nuestros días no sólo se debe pensar el cómo distribuir la renta nacional, regional, provincial o local entre los más beneficiados y los menos beneficiados o excluidos directamente, sino también cómo estamos en la que han denominado la crisis de la ecosfera, las dos muy relacionadas y con implicancias similares [Mason, 2016][1].

Con la presencia del fenómeno "cambio climático" fuertemente influenciado por el modo de producción vigente, en donde los países más prósperos, son los que más comprometen el futuro del planeta, es preciso llevar a cabo acciones sistemáticas, deliberadas, planificadas y estudiadas en ese sentido como el modo más adecuado de contribuir a una mejora en nuestro medio ambiente, tal es el caso del reciclado de plásticos como fue el tema abordado en éste trabajo.

Nuestra zona tratándose de un espacio territorial poco habitado, aún sigue manteniendo basurales a cielo abierto, aspecto que para nuestra característica climática como es el viento, da lugar a un impacto ambiental muy significativo pero además con una difusión e implicancias zonales muy importantes. La contaminación ambiental, visual o una polución de las características que se observan en la Patagonia Austral puede conspirar contra el desarrollo, a través de impactos en los recursos disponibles para disfrutar, recrearse, relajarse o simplemente exhibir y eso afectará negativamente sobre nuestra capacidad de crear riqueza en el territorio, esto es el valor agregado generado por los comprovincianos o las empresas que decidieron vincularse a nuestro destino. Es imperioso preservar nuestros atractivos pero también es preciso tomar medidas acerca de ciertos usos y costumbres, tanto desde el consumo de ciertos artículos, como en la eliminación y también en la disposición final de algunos desechos que traen aparejado cierto riesgo ambiental.

En éste sentido se orientan éstos trabajos, como el que se comenta aquí, que pretenden reciclar o reutilizar ciertos desechos o elementos cuya utilización se ha extendido de manera importante. Hoy esos desechos no se utilizan para ningún tipo de proceso de reutilización de los materiales que lo componen, así como ocurre con el plástico que trata éste trabajo se debería pensar en hacer con muchos bienes obtenidos en las deposiciones de residuos.

Los incentivos de mercado no funcionan

Se ve casi de manera recursiva que los policy maker (en distintas épocas) pretenden intervenir más allá de lo que resulta recomendable, porque siempre me ha parecido y me parece que los mercados si algo deben evidenciar y transferir al sistema económico en general, es el sentido de la "escasez", éste es el cometido más importante que deben cumplir.

El debate realmente importante no debería ser intervención si o intervención no, no parece un debate muy actual, en realidad debiéramos remontarnos muchos años para que ese debate fuera realmente actual; el debate debería ser si realmente los precios de algunos insumos o productos finales "incorporan o no incorporan" el daño que hace al medio ambiente su utilización indiscriminada y/o masiva. Porque si los precios de algunos productos e insumos no

[1] Mason, Paul. Postcapitalismo Hacia un nuevo futuro. Ediciones Paidós. Buenos Aires. 2016.

incorporan lo conflictivos que resultan para el medio ambiente, estamos ante un verdadero problema de asignación, un problema económico, porque si "ésos precios" distorsionados están actuando como señales en el futuro vamos a continuar (probablemente con mayor énfasis) "sesgando" la asignación de recursos porque le sumaremos inversión además, es decir stock de capital físico más tecnología.

En esto se debe ser claro resulta casi un hecho que el mercado (asignador) no transformará a la economía al menos en el plazo de una generación [Mason, 2016], éste significa que los incentivos entonces deberán partir de los policy maker , los creadores y diseñadores de política económica tendrán que afrontar ésta decisiva encrucijada, modificando los incentivos orientándolos a trabajar con fuentes de energía, con materiales y con insumos no tradicionales, seguramente el esfuerzo no será sencillo ni tampoco efímero, pero en algún momento la sistematicidad tendrá sus frutos.

No hay que perder las esperanzas, la sociedad no debe caer en el desasosiego y el desamparo porque nuevas generaciones como aquella a la que pertenece Cinthia López están tomando en cuenta las necesidades de nuestro medio ambiente, la oportunidad que proporciona éste tipo de encrucijadas, no será ella en soledad sino como parte de una generación de nuevos graduados universitarios los que tendrán el loable desafío de comenzar a prestar atención a cuestiones tales como amigabilidad con el planeta y sustentabilidad, aspectos que seguramente tendrán una importancia suprema en los próximos años.

No queda más que entusiasmarlos y alentarlos en la tarea!! Porque serán los encargados de comenzar a cambiar las condiciones actuales que no son adecuadas para la vida humana en el largo plazo.

Mg. Lic. Daniel Jorge Martinez Llaneza

Rio Gallegos, Patagonia Austral Argentina, Junio de 2016.

PREFACIO

La elaboración del presente trabajo surgió del interés personal de profundizar en las posibles alternativas que pudieran aplicarse ante una problemática latente en la ciudad de Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina. En dicha localidad, el tratamiento de residuos sólidos urbanos es casi inexistente o nulo, lo que conlleva a una disposición incontrolada de desperdicios que diariamente incrementan su valor como contaminante.

El proyecto en cuestión propone la instalación de una planta industrial de reciclado mecánico e hilado por fusión de botellas PET post consumo. La primera etapa de reciclado se compone de equipos y maquinarias comunes a cualquier proceso de reciclado de plásticos, incluyendo una etapa de separación por flotación conveniente. La segunda etapa, se compone de un sistema de hilado por fusión para lograr que el material adquiera una condición específica, para ser comercializado a las diferentes industrias textiles.

Para llevar a cabo las etapas previamente dispuestas, se hace uso de una selección de equipos de fabricación internacional, preparados y diseñados para cumplimentar con las capacidades requeridas para el proceso.

La captación de materia prima se realiza por distintos métodos, establecidos estratégicamente como alternativas ante la falta de una planta de clasificación de residuo sólido urbano en la localidad.

Para la puesta en marcha del proyecto se proyecta una inversión total aproximada de $ 16.661.140,89 con un período promedio de recuperación de 4,14 años con financiamiento propio o con un período de recuperación de 2,6 años con la utilización de una línea de crédito.

El VAN del proyecto puro es de $374.561,79 y expresa el beneficio que la empresa obtendrá al implementar el proyecto. El VAN del inversionista es de $16.425.073,40, beneficio que los inversionistas obtendrán al implementar el proyecto. Para el proyecto la TIR es de 30,78% y para el inversionista de 59,17%.

Considerando el estudio completo ya finalizado, puede verse claramente cómo es posible adecuar una solución factible ante una problemática que nos afecta a todos los ciudadanos.

Las posibilidades de desarrollo e implementación de una solución adecuada son variadas. Sin embargo, dependerá del ejecutor considerar la que crea más acorde.

A lo largo del trabajo, se han descripto varias propuestas de aplicación para las botellas PET post consumo. Sin embargo, se ha tomado en consideración, para las etapas posteriores de desarrollo, la alternativa con menor impacto ambiental. Inclusive, se propone la elaboración de un producto sin agregados químicos, de manera de conservar el recurso hídrico de la zona.

La intención final no solo infiere al conocimiento sobre un tema en particular, sino que a su vez, se busca concientizar de existen alternativas que son posibles de alcanzar al corto o mediano plazo.

La cantidad de residuos generados se incrementa diariamente a niveles exorbitantes, es un tema de preocupación y es imprescindible contar con herramientas que establezcan oportunidades de progresos industriales y medioambientales.

Cinthia López

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 IDEA DEL PROYECTO

El presente proyecto propone la instalación industrial de una planta de reciclado mecánico y obtención de fibra de poliéster a partir de botellas plásticas de PET, para ser destinado y vendido al sector textil de la república argentina.

La instalación de la planta se ubicará en la ciudad de Río Gallegos, capital de la provincia de Santa Cruz, de manera de generar una alternativa ecológica de la gestión de residuos plásticos que hasta el momento es inexistente o nula.

El producto final se obtendrá a través de un reciclado mecánico, lo cual generará pellets (pequeñas porciones de material) que serán extruidos hasta lograr una fibra de PET entre el rango de 1.5 – 3 denier[2], el cual es usado en aplicaciones de ropa.

1.2 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

Los plásticos son materiales formados por moléculas muy grandes de cadenas de átomos de carbono e hidrógeno (polímeros). El 99 por ciento de la totalidad de plásticos se produce a partir de combustibles fósiles, lo que provoca una excesiva presión sobre las limitadas fuentes de energía no renovables. En la actualidad es difícil prescindir de los plásticos, no sólo por su utilidad sino también por la importancia económica que tienen. Esto se refleja en los índices de crecimiento de esta industria que, desde principios del siglo pasado, supera a casi todas las actividades industriales.[3]

Los plásticos se utilizan para embalajes, para envasar, conservar y distribuir alimentos, medicamentos, bebidas, agua, artículos de limpieza, de tocador, cosmetología y un gran número de otros productos que pueden llegar a la población en forma segura, higiénica y práctica.

Su uso cada vez más creciente se debe a las características de los plásticos. Debido a que son livianos, resultan de fácil manipulación y optimización de costos. Los envases plásticos son capaces de adoptar diferentes formas como bolsas, botellas, frascos, películas finas y tuberías, entre otros. Son aislantes térmicos y eléctricos, resisten a la corrosión y otros factores químicos y son fáciles de manejar.

A pesar de su indiscutible utilidad en la vida cotidiana, una vez que los plásticos se han utilizado se convierten en residuos que forman parte de los residuos sólidos urbanos (RSU) generados en grandes cantidades. Los RSU originan problemas de contaminación del agua, aire y suelo, que impactan directamente al ambiente y a la salud.

A nivel mundial, se calcula que 25 millones de toneladas de plásticos se acumulan en el ambiente cada año y pueden permanecer inalterables por un periodo de entre 100 y 500 años. Esto se debe a que su degradación es muy lenta y consiste principalmente en su fragmentación en partículas más pequeñas, mismas que se distribuyen en los mares (en estos se han encontrado entre 3 a 30 kg/km2), ríos, sedimentos y suelos, entre otros. Es común observar paisajes en

[2] Ojeda, Mariano. “Proceso del reciclaje del PET”. En línea. 30 de Mayo de 2011. Marzo de 2014. Disponible en la web: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/
Denier: Masa en gramos de 9000 m de fibra sintética en forma de un único filamento continuo.

[3] Ortiz Hernández, María Laura. “El impacto de los plásticos en el ambiente”. En línea. 27 de Mayo de 2013. Marzo de 2014. Disponible en la web: http://www.jornada.unam.mx/

caminos, áreas naturales protegidas, carreteras, lagos, entre otros, con plásticos tirados como parte de lo mismo.[4]

1.3 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA DETECTADO

A causa de la necesidad de seguir utilizando materiales plásticos como fuente de materia prima, se debe gestionar algún tipo de solución de la disposición final del residuo generado una vez que el material ha cumplido con su objetivo comercial, en este punto entra el reciclado para revalorizar lo que en un instante inicial solo agrava los puntos de contaminación ambiental.

Argentina en lo que respecta a materiales plásticos tiene un consumo aparente cercano a los 1,3 millones de toneladas por año, de los cuales se reciclan aproximadamente 180.000 toneladas por año; es decir, cerca de un 15%[5]. Entre los principales beneficios que reporta el reciclado plástico se cuentan: la recuperación de valor de productos de desecho, la reducción del volumen de productos que serían destinados a rellenos sanitarios o a basurales a cielo abierto y el ahorro de energía y recursos no renovables como el gas natural, entre otros.

1.3.1 Soluciones propuestas

Para reducir los focos de contaminación se han propuesto las siguientes alternativas, de manera de analizarlas y de elegir una de ellas para su consiguiente estudio.

A continuación se detallan las soluciones posibles para el tratamiento del PET:

- Reciclado del PET para la obtención de pellets para la industria de envases y otros no destinados al consumo humano.
- Reciclado del PET para la obtención de fibra de poliéster para la industria textil.
- Reciclado del PET para la obtención de fibra sintética para la industria de blancos y alfombras.
- Reciclado del PET para la industria de mobiliario.
- Reciclado del PET para relleno térmico.
- Reciclado del PET para material de relleno.
- Reciclado del PET para la obtención de láminas para fabricación de blísters y cajas.
- Reciclado del PET para la obtención de Strapping (en inglés), que es una cinta de gran tenacidad la cual puede ser producida de PET con una gran viscosidad intrínseca (>0.80) y mínima en contaminación. Compite con el acero y el polipropileno. Éste tipo de aplicación puede aceptar botellas de PET verdes o de color.
- Reciclado del PET para su utilización en materiales de construcción.

1.3.2 Selección de la alternativa

En lo que respecta al comercio de productos ecológicos, el reciclado del PET para la fabricación de indumentaria ha ganado terreno en el mundo del vestuario, por lo que se ha optado por la elección de esta alternativa.[6]

[4] Ortiz Hernández, María Laura. "El impacto de los plásticos en el ambiente". En línea. 27 de Mayo de 2013. Marzo de 2014. Disponible en la web: http://www.jornada.unam.mx/

[5] Marguliz, Reynaldo. "Crece la demanda de residuos plásticos entre las industrias de reciclado", en línea. Junio de 2012, 30 de Junio de 2013. Disponible en la web: http://revistapetroquimica.com.

[6] Editorial Everde. "Ropa con tela hecha a partir de botellas de plástico PET". En línea. 23 de Abril de 2012. Junio de 2014. Disponible en la web: http://www.everde.cl/2012/04/ropa-con-tela-hecha-partir-de-botellas.html

Este tipo de fibras están siendo desarrolladas por muchas empresas del mundo, en gran parte impulsadas por la problemática real actual del entorno, la incontrolable contaminación producto de desechos plásticos.

El primer paso para la fabricación de estas telas, es la recolección de las botellas de PET, luego se trituran y se remueven todas las impurezas, quedando hojuelas de PET. Estas hojuelas se procesan hasta dejarlas en formas de hilos, los que se tejen al igual que un hilo común para crear de esa manera la fibra o tela.

La calidad de las telas resultantes es igual o mejor que la del algodón usado a diario, pero tiene la ventaja de provenir de un material reciclado, que de no ser reutilizado, podría terminar en un vertedero demorándose siglos en degradarse.

1.3.3 Objetivo general del proyecto

Producir fibra de poliéster a partir del reciclaje de botellas plásticas PET en la ciudad de Río Gallegos con la finalidad que generar un beneficio económico y minimizar la contaminación de este tipo de residuo.

1.3.4 Objetivos específicos del proyecto

- Minimizar la contaminación causada por este tipo de residuos en la ciudad de Río Gallegos.
- Lograr una gestión más adecuada de este residuo.
- Generar fuentes de trabajo en la localidad.
- Otorgar un valor comercial a una parte del material clasificado como residuo sólido urbano.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En Argentina se consumen 500.000 botellas por hora[7]. Nadie se pregunta cuál es el destino que tienen. Hoy, una iniciativa hace viable el reciclado del PET luego de su consumo. Un proyecto que no solo genera beneficios económicos sino que también evita el daño medioambiental.

[7] Patricia F. Mainardi. “La próxima revolución industrial”. Sin fecha. Marzo de 2014. Disponible en la web: http://www.defonline.com.ar/

En el año 2011 la editorial del diario Tiempo Sur, publicó una nota en la cual se establecía que en ese momento se producían alrededor de 70 toneladas diarias de basura que se trasladaban en camiones recolectores, lo cual es un número alarmante y si se estima que la población ha crecido en el transcurso de los últimos años desde el dato otorgado, la situación se torna aún más preocupante siendo que en la actualidad la localidad no cuenta con una instalación de tratamiento de residuos sólidos urbanos.

En base a la información obtenida por el INDEC para el año 2001 y el año 2010; y a la información obtenida por el Ing. Alejandro Aroca se establece que la tasa estimada de crecimiento poblacional para la ciudad de Río Gallegos es del 2% anual, lo que genera a su vez un crecimiento proporcional anual de los residuos generados.

El aumento de la población conllevará un aumento del consumo, lo cual generará grandes acopios de residuos plásticos sin tratar incrementando los grados de contaminación ambiental actuales.

Una posible solución podrá verse justificada bajo la instalación de una planta recicladora, que no sólo reducirá focos contaminantes, sino que otorgará nuevos puestos laborales y contribuirá al desarrollo socio-económico y ecológico de la localidad.

1.5 BENEFICIOS DEL PROYECTO

A nivel social

- Reducción de los focos contaminantes que afectan la salud pública.
- Mejora visual de los espacios afectados por los desechos de grado PET.
- Concientización social de la preclasificación en la vivienda de residuos.
- Reducción de los impactos sociales en las cercanías del basural por el incremento de residuos sólidos urbanos.

A nivel económico

- Generación de fuentes de trabajo.
- Generación de ingresos para los encargados de la preclasificación de residuo y venta del PET en puerta de fábrica.
- Nuevos ingresos provinciales a causa de las producciones industriales.

A nivel ambiental

- Reducción del residuo sólido urbano.
- Reducción de la contaminación ambiental.
- Reducción del acumulamiento de residuo PET en mares y ríos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL

2.1 CONCEPTO DEL PET[8]

El Tereftalato de Polietileno (PET) es un Poliéster Termoplástico y se produce a partir de dos compuestos principalmente: Ácido Tereftálico y Etilenglicol, aunque también puede obtenerse también utilizando dimetil tereftalato en lugar de Ácido Tereftálico, los cuales al polimerizar en presencia de Tereftálico, catalizadores y aditivos producen los distintos tipos de PET.
Un kilo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. A partir del petróleo crudo, se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para dar

[8] Carrera de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales de la UMSA. "Reciclado de botellas de PET. Proyecto de Investigación", en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http://www.cpts.org.

ácido tereftálico. El etileno, que se obtiene a partir de derivados del gas natural, es oxidado con aire para formar etilenglicol.

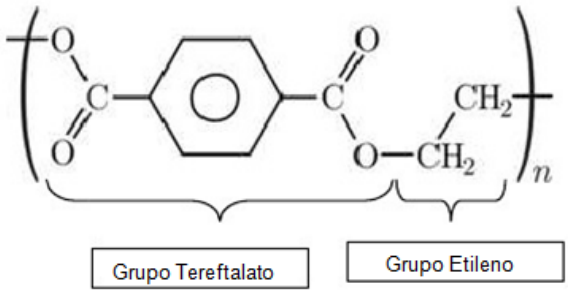


Imagen 1.0 Nomenclatura del Tereftalato de Polietileno
Fuente: Josué Ricardo, Carcaño

El método más simple para obtener PET es por medio de la esterificación (transesterificación) del ácido tereftálico con el etilenglicol, formando el bis – β – hidroxietil tereftalato, "monómero" que se somete a un proceso de polimerización en etapas para obtener un polímero de cadena larga. Mientras la reacción de transesterificación tiene lugar por la eliminación transesterificación de metanol como subproducto, la fase de polimerización en etapas que se realiza al vacío libera una molécula de etilenglicol cada vez que la cadena se alarga por una unidad repetida. Una vez que se tiene la longitud de la cadena requerida, el PET fundido se solidifica. Esto se efectúa a través de una extrusora con dado de orificios múltiples, para obtener un espagueti que se enfría en agua, en forma semisólida es cortado en un paletizador y se obtiene un pellet granula de PET granulado.

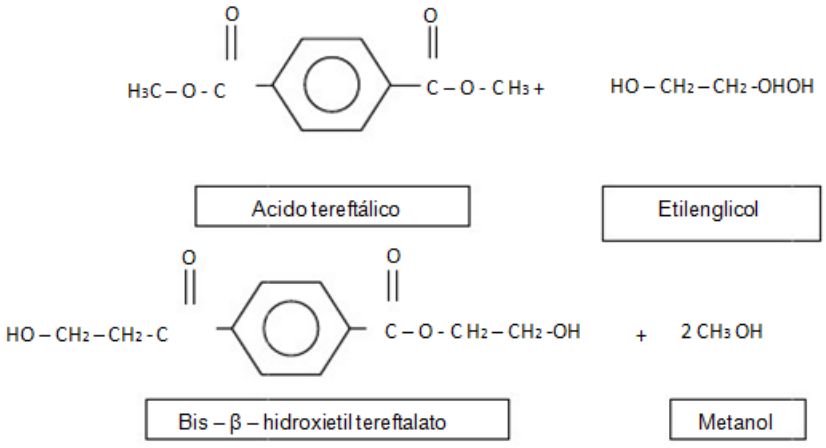


Imagen 1.1 Transesterificación del Àcido Tereftálico con el Etilenglicol, formando Bis- β-Hidroxietil Tereftalato.
Fuente: Josué Ricardo, Carcaño

Nombre	Abreviatura	Número de identificación
Tereftalato de Polietileno	PET o PETE	1

Imagen 1.2 Identificación del PET de otros plásticos.

*2.1.1 **Características y propiedades del PET**[9]*

El Tereftalato de Polietileno en general cuenta con las siguientes características y propiedades que lo diferencian de los demás polímeros:

- Biorientación.- Permite lograr propiedades mecánicas y de barrera con optimización de espesores.
- Cristalización.- Permite lograr resistencia térmica para utilizar bandejas termoformadas en hornos a elevadas temperaturas de cocción.
- Esterilización.- El PET resiste esterilización química con óxido de etileno y radiación gamma.
- Factor barrera.- Se denomina factor barrera a la resistencia que ofrece el material con el que está constituido un envase al paso de agentes exteriores al interior del mismo. Estos agentes pueden ser por ejemplo malos olores, gases ofensivos para el consumo humano, humedad, contaminación, etc. El PET se ha declarado excelente protector en el envasado de productos alimenticios, precisamente por su buen comportamiento barrera.
- Transparencia.- La claridad y transparencia obtenida con este material, es su estado natural (sin colorantes) es muy alta, obteniéndose un elevado brillo. No obstante, puede ser coloreado con pigmentos de colores adecuados sin ningún inconveniente.
- Peso.- El PET es más ligero en referencia con otros polímeros, por ejemplo: un envase requiere de una consistencia aceptable para proteger el producto que contiene y dar sensación de seguridad al consumidor. Tras haber realizado múltiples envases con este nuevo material, el peso medio de un envase de PET para agua de 1.5 l es de 37 a 39 gr, con este peso obtenemos la misma consistencia del mismo envase en PVC con 50gr. Aproximadamente y en forma orientativa, el peso de un envase de PET es de un 25% menos que el envase de PVC.
- Resistencia química.- El PET es resistente a multitud de agentes químicos agresivos los cuales no son soportados por otros materiales.
- Degradación Térmica.- La temperatura soportable por el PET sin deformación, ni degradación, aventaja a la de otros materiales, ya que este material se extrusiona a temperaturas superiores a 250ºC, siendo su punto de fusión de 260ºC.
- Conformidad sanitaria.- El PET supera a multitud de materiales en cuanto a calidad sanitaria por sus excelentes cualidades en la conservación del producto. El PET es un poliéster y como

[9] Editorial. “Uso del PET en envases alimentarios”, en línea. Septiembre de 2005, Septiembre de 2013. Disponible en la web: http:// textoscientificos.com.

tal es un producto químicamente inherente y sin aditivos. Los envases fabricados correctamente son totalmente inofensivos en contacto con los productos de consumo humano.

- Reciclado y recuperación.- El PET puede ser fácilmente reciclado, principalmente por el proceso mecánico y ser nuevamente útil.

*2.1.2 **Principales usos del PET**[10]*

En la actualidad se están abriendo cada vez nuevos campos de aplicación del PET, entre sus aplicaciones más importantes se encuentran:

1. *PET de grado textil*:
   La primera aplicación industrial del PET fue la textil, durante la Segunda Guerra Mundial, para remplazar a fibras naturales. Es utilizado para fabricar fibras sintéticas, principalmente poliéster (nombre común con el que se denomina al PET de grado textil) en sustitución de algunas como algodón o lino. Ya sea como filamento continuo o como fibra cortada, el PET encabeza a los polímeros textiles. Se emplea para la producción de fibras de confección (es muy utilizado en mezclas de diversos porcentajes con el algodón) y para rellenos de edredones [11] o almohadas, además de manufacturarse con él tejidos industriales de sustentación para cauchos, lonas, bandas transportadoras y otros numerosos artículos.

2. *PET de grado botella*:
   Es utilizado para fabricar botellas, debido principalmente a que el PET ofrece características favorables en cuanto a resistencia contra agentes químicos, gran transparencia, ligereza, menores costos de fabricación y comodidad en su manejo, lo cual conlleva un beneficio añadido para el consumidor final. Aunque comúnmente se asocia con el embotellado de las bebidas gaseosas, el PET tiene infinidad de usos dentro del sector de fabricación de envases.

3. *PET de grado film*:
   El PET se utiliza también en gran cantidad para la fabricación de film: en la práctica, todas las películas fotográficas, de rayos X y de audio están hechas de PET.

4. *PET de grado ingeniería*:
   El PET también es utilizado para realizar una gran diversidad de productos plásticos, como: cuerdas, hilos, refuerzos de llantas, mangueras, mangos de brochas para pinturas, cepillos industriales, etc.

[10] Editorial. "PET", en línea. S.F, septiembre de 2013. Disponible en la web: http://www.concienciaambiental.com.mx

[11] Un edredón es un tipo de cubierta compuesta por una funda suave, tradicionalmente rellena de plumón o material sintético, que se utiliza en la cama como manta.

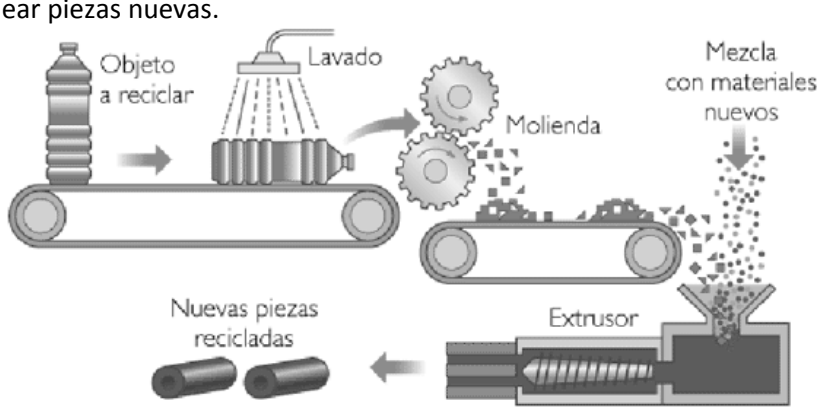
2.2 PROCESO DEL RECICLADO DEL PET

El reciclado es el proceso a través del cual materiales ya utilizados (desperdicios), en este caso PET, son acondicionados con el propósito de integrarlos nuevamente a un ciclo productivo como materia prima.
Existen tres maneras diferentes de aprovechar los envases de PET una vez que terminó su vida útil: someterlos a un reciclado mecánico, a un reciclado químico, o a un reciclado energético empleándolos como fuente de energía.

*2.2.1 **Reciclado mecánico**[12]*

Consiste fundamentalmente en aplicar calor y presión a los objetos para darles nueva forma. De todos los tipos de plásticos, este proceso solo puede aplicarse al grupo de los termoplásticos, que funden al ser calentados por encima de la temperatura de fusión.

1. Cuando el material llega a la central de reciclado pasa a una zona de lavado y secado para evitar que se mezclen impurezas.
2. Una vez limpio se le somete a una trituración mediante máquinas de molienda, de forma que los trozos de material salen muy pequeños, en forma de bolitas o incluso a veces en forma de polvo.
3. Este material triturado alimenta una máquina de extrusión que proporciona calor y presión para que la masa de plástico se funda y pueda utilizarse para extrusionar o moldear piezas nuevas.



*2.2.2 **Reciclado químico**[13]*

Actualmente, se están desarrollando tecnologías a escala industrial para el reciclaje químico que consiste en la separación de los componentes básicos de la resina y la síntesis de ahorro de gas y petróleo, que son las materias básicas del PET.

Existen varios procesos de reciclado químico, de los cuales los más importantes son: metanólisis, glicolisis e hidrólisis.

[12] Bermejo Gotor, Oscar.” Técnicas del reciclado”. En línea. 24 de Mayo de 2013. Junio de 2014. Disponible en la web: https://sites.google.com/site/tecnologiadelreciclado/tecnicas-del-reciclado
[13] Carrera de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales de la UMSA. “Reciclado de botellas de PET. Proyecto de Investigación”, en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http://www.cpts.org.

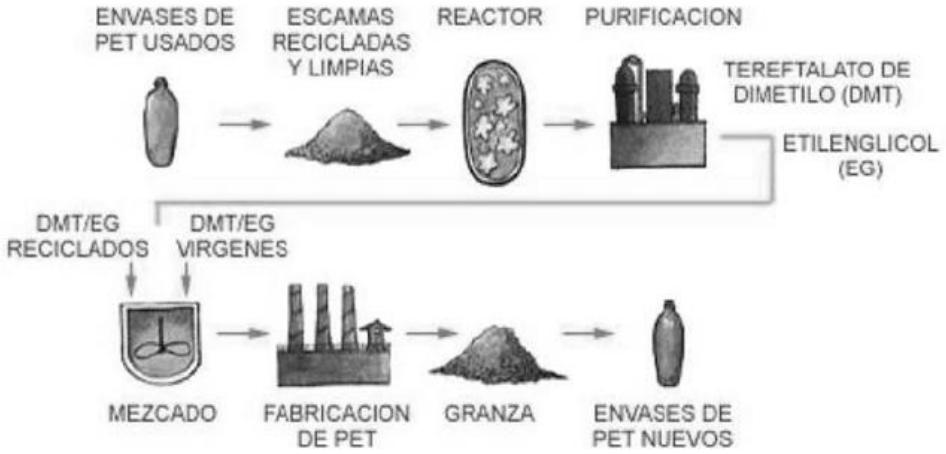


Imagen. Proceso de la Metanólisis

Dentro del reciclado químico los principales procesos son[14]:

a. *Pirólisis*:
   Es el craqueo o quiebre de las moléculas por calentamiento en el vacío. Este proceso genera hidrocarburos líquidos o sólidos que pueden ser luego procesados en refinerías. En el caso del PET, su pirólisis genera carbón activado, es decir, un carbón poroso que atrapa compuestos, principalmente orgánicos.

b. *Hidrogenación*:
   En este caso los plásticos son tratados con hidrógeno y calor. Las cadenas poliméricas son rotas y convertidas en un petróleo sintético que puede ser utilizado en refinerías y plantas químicas.

c. Gasificación:
   Los plásticos son calentados con aire o con oxígeno. Así se obtienen los siguientes gases de síntesis: monóxido de carbono e hidrógeno, que pueden ser utilizados para la producción de metanol o amoníaco o incluso como agentes para la producción de acero en hornos de venteo.

d. *Chemolysis*:
   Este proceso se aplica a poliésteres, poliuretanos, poliacetales y poliamidas. Requiere altas cantidades separadas por tipo de resinas. Consiste en la aplicación de procesos solvolíticos como hidrólisis, glicólisis o alcohólisis para reciclarlos y transformarlos nuevamente en sus monómeros básicos para la repolimerización en nuevos plásticos.

e. *Metanólisis*:
   Es un avanzado proceso de reciclado que consiste en la aplicación de metanol en el PET. Este poliéster (el PET), es descompuesto en sus moléculas básicas, incluido el dimetiltereftalato y el etilenglicol, los cuales pueden ser luego repolimerizados para producir resina virgen. Varios productores de polietilen tereftalato están intentando de desarrollar este proceso para utilizarlo en las botellas de bebidas carbonatadas. Las experiencias llevadas a cabo por empresas como Hoechst-Celanese, DuPont e Eastman han demostrado que los monómeros

[14] Ojeda, Mariano. "Proceso de reciclaje del PET". En línea. 30 de Mayo de 2011. Junio de 2014. Disponible en la web: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2011/05/proceso-de-reciclaje-del-pet.html

resultantes del reciclado químico son, lo suficientemente puros para ser reutilizados en la fabricación de nuevas botellas de PET.

*2.2.3 **Aprovechamiento energético**[15]*

Como ya se mencionó el PET es un polímero que está formado sólo por átomos de carbono, oxigeno e hidrogeno, por lo cual al ser quemado produce sólo dióxido de carbono y agua, (CO_2 + H_2O) con desprendimiento de energía.
Es posible aprovechar este material como combustible en los casos donde por costos de acopio y transporte sea inviable algún otro procedimiento de reciclado, para calefacción de asilos, escuelas y otros usos como la fabricación de ladrillos, etc.
Un gramo de PET libera una energía de 22075 Btu a la que tiene otros combustibles derivados del petróleo.

Tabla 1.1 Contenido energético del PET.
Fuente: Josué Ricardo, Carcaño

COMBUSTIBLE	Btu/g
Poliolefinas	43.929
Carbón	23.178
PET	22.075
Papel periódico	17.660
Basura húmeda	6.181

2.3 SELECCIÓN DE UN PROCESO DE RECICLADO

Es necesario determinar y analizar cuál de los tres sistemas de reciclado se adapta a las condiciones ideales, para la implementación y desarrollo del ante-proyecto. Para esto se utilizó una ponderación cualitativa considerando diversos criterios, la cual se presenta a continuación:

[15] Carrera de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales de la UMSA. "Reciclado de botellas de PET. Proyecto de Investigación", en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http://www.cpts.org.

Tabla 1.2 Comparación del aprovechamiento de PET reciclado.

Fuente: Josué Ricardo, Carcaño

CRITERIO	RECICLADO MECANICO	RECICLADO QUIMICO	VALORACION ENERGETICA
Inversión	Baja	Alta	No hay
Tecnología	Accesible	Alta (Accesible solo Europa)	No hay
Costos operativos	Bajo	Muy alto	Muy bajo
Uso del producto	Materia prima	Resina virgen	No aplica
Contaminación ambiental del proceso	Sin contaminación	Sin contaminación	Sin contaminación
Generador de fuentes de trabajo	Alto	Mediano	Bajo

Con este análisis se puede determinar que la tecnología de reciclado más factible para desarrollar proyectos de esta índole, es por medio del RECICLADO MECÁNICO.
Se puede justificar la tecnología seleccionada con las siguientes premisas:

- La tecnología de reciclado mecánico es accesible además que no requiere tecnología petroquímica como el reciclado químico.
- El reciclado mecánico del PET no conlleva contaminación del medio ambiente.
- El reciclado mecánico del PET genera un producto de mayor valor agregado y es materia prima para la producción de productos de uso final.
- Genera fuentes de trabajo en toda la cadena de reciclado.
- Existe un gran mercado en el cual se consume PET reciclado como materia prima en la creación de nuevos productos de consumo final.

2.4 PET EN FIBRA DE POLIÉSTER

Según información obtenida en una nota de un diario local de la ciudad de Aguascalientes, México; el Instituto Tecnológico de Aguascalientes de la ciudad de Aguascalientes, establece que; “una vez recolectado, clasificado, lavado, secado y triturado en PET, se obtiene hojuelas de este material que luego es fundido para que a través de un sistema de bombeo se produzca el proceso de hilatura, donde se transforma el PET en filamento, es decir, en la fibra textil”.

En la actualidad ya existen procesos de transformación de PET en fibras y se usan como relleno de colchones o almohadas, lo novedoso en la propuesta de las instituciones educativas es que a la fibra obtenida con esta tecnología se le podrá dar uso en la industria textil para la fabricación de cobertores o frazadas de características ligeras[16].

[16] Editorial Informador. “De PET a cobertores y playeras” En línea. Enero de 2014. Junio de 2014. Disponible en la web: http://www.informador.com.mx/tecnologia/2010/174102/6/de-pet-a-cobertores-y-playeras.htm

Con esta tecnología no se desperdicia la botella de PET, pues al evaluar sus propiedades químicas se mostró que con un kilo del material se pueden producir 900 gramos de fibra; es de decir, casi se obtiene un reúso casi completo del material[17].

2.5 FIBRAS SINTÉTICAS[18]

Las fibras sintéticas son aquellas fabricadas por el hombre, a través de procesos de síntesis químicas, obteniéndose largas cadenas moleculares denominadas polímeros.

Dependiendo de la naturaleza química del monómero, o producto inicial, se obtiene una diversidad de polímeros útiles para su uso textil, que se pueden clasificar en:

*2.5.1. **POLÍMEROS POR POLI-CONDENSACIÓN***

Obtenidos por la unión de los monómeros con pérdida de agua en la formación del polímero. Constituyen las fibras con más difusión dentro de las sintéticas, y son:

1. *Fibras de poliéster*:
   Desde la primera década del siglo XX, comenzaron las investigaciones para la obtención de una fibra sintética de poliéster, pero recién en 1945 se patenta la fibra de poli (etilentereftalato) (PET) y comienza diez años más tarde la producción industrial a partir de etilén glicol y dimetil tereftalato por trans-esterificación, bajo el nombre comercial de Terylene (ICI). Años después se comercializa la segunda fibra comercial bajo el nombre de Dacron (DuPont). La evolución hacia otros polímeros poliestéricos ha sido lenta y con resultados acotados. Así surgió la poli (1,4-cicloexadimetilentereftalato) (Eastman, 1958) y más recientemente poli (butilentereftalato), (PBT, 1974). Las fibras de poliéster se utilizan en forma de filamento continuo o cortadas. Estas últimas se emplean mezcladas con fibras naturales (algodón, lana, lino), artificiales (rayón viscosa, acetato y triacetato) y otras fibras sintéticas (acrílicas).
2. *Fibras de poliamida*:
   La investigación y desarrollo sobre la obtención de una fibra de poliamida, se remonta a las primeras décadas de 1900. El descubridor de la primera de ellas fue Wallace Hume Carothers en 1935, patentado en 1938 bajo el nombre comercial Nylon (DuPont). Se obtuvo por el método de condensación del ácido hexanodioico con hexametilendiamina. La cantidad de átomos de carbono en las cadenas de la amina y del ácido se indican detrás de las iniciales de poliamida, en este caso es PA 6.6.

   Una excepción a los polímeros de policondensación que conforman este grupo, la constituye otra poliamida: PA 6, que es obtenida por poliadición, a partir de caprolactama, descubierta por Paul Schlack in 1938, comercializada recién en 1952 bajo la marca registrada Perlon (Bayer).

[17] Agencia ID. "Desarrollan sistema para convertir PET en fibra de poliéster", en línea. Febrero de 2010, Septiembre de 2013. Disponible en la web: http://packaging.enfasis.com

[18] Editorial. "Fibras sintéticas", en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http://redtextilargentina.com.ar

En las siguientes décadas se desarrollaron nuevos tipos de fibras poliamídicas (Nylon 6.10, Nylon 6.12, nylon 11, nylon 12, y copolímeros de Nylon 6 y 6.6), aportando nuevas propiedades que generaron nuevos usos en diversos mercados.

*2.5.2. **POLÍMEROS POR POLI-ADICIÓN***

Obtenidos de monómeros que poseen dobles enlaces en sus moléculas y cuya ruptura hace posible la unión de dichas moléculas entre sí. Las fibras más importantes comercialmente son:

1. *Fibras acrílicas*:
   Las fibras acrílicas son fibras sintéticas obtenidas por polimerización de adición del monómero acrilonitrilo. Este fue descubierto en 1893 en Alemania. Los trabajos de desarrollo más importantes fueron llevados a cabo por W. H. Carothers y su equipo en la compañía DuPont. Recién en 1929 se patentó este polímero y no fue hasta 1944 que DuPont anuncia el desarrollo de la fibra acrílica. Seis años más tarde inicia la producción comercial con el nombre de Orlon.

   Al principio, las fibras elaboradas con 100 % de acrilonitrilo, presentaban una estructura interna compacta, con una alta orientación estérica, que hacía imposible teñirla. El problema fue resuelto por la incorporación de hasta un 15 % de otros monómeros, para conformar copolímeros que producen una estructura más abierta, lo cual permite la tintura en forma exitosa.

   Las propiedades físico-químicas de las fibras acrílicas, permiten obtener productos textiles con buena resiliencia, retención de pliegues, recuperación de arrugas, fácil cuidado y propiedades wash and wear (no precisa planchado, no se arruga con facilidad).

2. *Fibras de poliuretano*:
   Las fibras de poliuretano son fibras sintéticas de un polímero termoplástico basado en la reacción de un diisocianato con un alcohol alifático. Los trabajos de investigación comenzaron en Alemania a mediados del siglo XIX, pero recién un siglo más tarde Otto Bayer (IG Farben, 1937) logra la primera síntesis de laboratorio de un poliuretano, que es patentado ese mismo año. Tres años más tarde se comienza con la comercialización de la fibra con los nombres de Igamid y Perlon. Casi 20 años después la firma DuPont lanza al mercado fibras de poliuretano denominadas genericamente como spandex o fibras de elastano.
   Los poliuretanos también pueden generar polímeros rígidos (espumas, plásticos) que no tienen aplicación como fibras textiles. En cambio los poliuretanos flexibles, se clasifican como elastómeros, que son aquellos polímeros que desarrollan un comportamiento elástico. Pueden ser tanto termoplásticos como termoestables, ya que la elasticidad depende de los enlaces covalentes del polímero (resilencia) y la capacidad de las largas cadenas moleculares, de acomodarse por sí mismas, bajo los efectos de una tensión externa (estiramiento). Las fibras de poliuretano flexible, pueden alargarse desde una décima parte de su longitud sin tensión hasta siete veces dicha longitud.

3. *Otras Fibras*:
   Existen en el mercado otras fibras sintéticas obtenidas por el mecanismo de poliadición, que revisten menor importancia en cuanto a su uso como fibras textiles, dado que sus

limitadas propiedades fisico-químicas restringen su uso a casos muy específcos. Entre ellas se encuentran las fibras de polipropileno, polietileno y polivinilo.

2.6 USO DE LAS FIBRAS SINTÉTICAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO FINAL[19]

Si se tiene un filamento continuo de fibra poliéster o poliamídica de 150 deniers, se utilizarán de 48 filamentos para tapizados y 192 para vestimenta.

En el caso de una fibra cortada de una mezcla con algodón o viscosa, se utilizará entre 1.0 y 1,5 denier en indumentaria y fibra hueca de 6 denier, si se destina al relleno de cubrecamas.

Cuando una fibra se elabora con una finura inferior a 1 denier, entramos en un subgrupo de fibras sintéticas muy importantes denominadas: microfibras. Comparativamente las microfibras son 2 veces más finas que la seda, 3 veces más finas que el algodón y 100 más finas que el cabello humano. Esto le confiere a los tejidos elaborados con ellas propiedades superiores respecto a los tejidos convencionales.

Tipos de fibra	Nombre comercial	Características
Poliamidas	Nylon	Son muy resistentes y elásticos; no son atacadas por insectos o putrefacción. Tienen el inconveniente de deformarse con el calor. A veces producen alergias a pieles sensibles. Se usa par equipos deportivos y trajes de baño, mezclada con elastanos.
Poliéster	Tergal	De amplio uso en prendas de vestir y deportivas, sola ó mezclada con otras fibras. Son muy resistentes y con un precio relativamente bajo.
Acrílicas	Leacril	Son muy resistentes a la acción de la intemperie y de la luz. Generalmente se utilizan en géneros de punto o como hilos para tejer manualmente en mezclas con lana.

[19] Editorial. "Fibras sintéticas", en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http://redtextilargentina.com.ar

Polivinílicas	Rhovil	Son fibras muy suaves por lo que se suelen utilizar para la fabricación de prendas de recién nacidos.
Polietilénicas	Sarán	Tienen una gran resistencia a la abrasión. Por ello se utiliza mucho en artículos de tapicería, alfombras y moquetas.
Polipropilénicas	Merklón	Tiene muy bien la abrasión, así como toda clase de tratamientos y agentes químicos. Se emplean en la fabricación de tapicerías, artículos de de uso industrial y prendas de trabajos.
Poliuretano	Dorlastan	Tienen una enorme elasticidad. Se emplean en la fabricación de prendas de corsetería, bañadores, vestuario deportivo, etc.

Fuente: Editorial. "Fibras sintéticas", en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http://redtextilargentina.com.ar

2.7 NUMERACIÓN Y TÍTULO DE HILOS E HILADOS[20]

Cuando es necesario referirse al grosor de un hilo o hilado se recurre a un sistema indirecto para expresar el grosor, es decir, al concepto de numeración y título, que es también denominado en algunos casos como densidad lineal.

Existen varios métodos para numerar los hilos. La coexistencia de todos ellos es debido a los usos y costumbres establecidos en sectores de la industria o a nivel regional, y que resulta muy difícil de unificar. Los números que describen las características de un hilo se llaman título, y deben de ir precedidos del símbolo del sistema que se haya empleado. Los sistemas de numeración se clasifican en dos grupos muy bien diferenciados, pues se basan en planteamientos opuestos: el sistema directo (longitud constante y peso variable) y el sistema inverso (longitud variable y peso constante).

*2.7.1 **SISTEMAS DIRECTOS***

Estos sistemas expresan cuánto pesa una determinada longitud de hilo. Se denominan directos precisamente por el hecho de que cuanto mayor es el número, más grueso es el hilo.

a. *Sistema Tex*
   La definición del Tex es "Peso en gramos de 1.000 metros de hilo".
   Por ejemplo un hilo de 14 Tex, que quiere decir que 1.000 m de cada cabo pesan 14 gramos. Es uno de los sistemas más empleados y que más posibilidades tiene de

[20] Red textil. "Numeración y Título de Hilos e Hilados". En línea. Sin fecha. Abril 2014. Disponible en la web: http://www.redtextilargentina.com.ar/

universalizarse. Se emplea sobre todo en los hilos de filamento continuo, como poliéster de alta tenacidad, poliamida, rayón, etc.
Normalmente se utiliza una fracción del Tex, el dTex (decitex), que es su décima parte (1Tex=10dTex).

b. *Sistema decitex (dTex)*
Se define de la siguiente manera: "Los gramos que pesan 10.000 m de cada cabo, seguido del número de cabos que conforman el hilo"
Por ejemplo si se tiene un hilo que está formado por 2 cabos, y cada cabo es un 120 dTex (ó 12 Tex, lo que significa que 1000 metros de cada cabo pesa 12 gramos) su título se expresa como dTex 120/2.
Para conocer el metraje por kilo que tiene de este mismo hilo, se realiza el siguiente cálculo: 240 gramos pesan 10.000 metros., entonces 1000 gramos será el peso de 41.667 metros.

c. *Sistema Denier (Den)*
El Denier es el "Peso en gramos de 9000 m de hilo".
Su equivalencia con el sistema dTex resulta inmediata: 1 dTex = 0.9 Den
Por ejemplo al decir que el título de un hilo es 120/3 dTex es lo mismo que decir que es 108/3 Den.
A los hilos sintéticos generalmente se los titula en el sistema denier o el sistema decitex.

*2.7.2 **SISTEMAS INVERSOS***

Expresan cuanto mide un determinado peso de hilo.
Se llaman inversos justamente porque cuanto mayor es el número más delgado es el hilo.

a. *Número métrico (Nm)*
El número métrico expresa los miles de metros por kilo de cada cabo, seguido por el número de cabos. El sistema métrico es el más habitual de todos los sistemas descritos. Por ejemplo un hilo formado por 2 cabos de 60.000 m/Kg cada uno, se expresa como Nm 60/2. Para conocer el metraje que tiene un kilogramo de hilo, basta con dividir el metraje de un cabo entre el número de cabos que lo forman. Por ejemplo, un 60/2 tendría 30.000 m/Kg y un 60/3 tendría 20.000 m/Kg.
En el mercado se comercializan hilados de lana merino entre 10 y 32 Nm.

b. *Número Inglés (Ne)*
Es el número de madejas de 840 yardas (768,08 m) que pesan 1 lb (libra inglesa = 451,59 gramos). Se indica luego de una barra puesta a continuación el número de cabos que posee ese hilado. Por ejemplo algodón Ne 20/1.
Para pasar del sistema inglés al métrico, hay que multiplicar por 1,7. Esta numeración ha sido siempre la habitual para hilados de algodón. Un ejemplo para la conversión de títulos mencionada es: un hilo de algodón Ne 30/1 equivale a un título Nm 50/1.

c. *Número de etiqueta (No)*
Es un sistema poco práctico, pero bastante frecuente, en el que no se especifica el número de cabos del hilo.

Deriva del Nm, aunque no se especifica el número de cabos, sino que se refiere a 3 cabos siempre. Por ejemplo si un hilo Nm 80/2 es un No 120. Esto es así, porque 120/3 tiene el mismo metraje por kilogramo que el Nm 80/2: 40.000 m.
La confusión se produce porque un No 120 podría ser un Nm 40/1, un Nm 80/2, un Nm 120/3, etc. y todos estos títulos tiene el mismo metraje/kg: 40.000 m.

d. Número S

Este método de numeración de hilados se originó en Inglaterra, para asignar un título que identifique la finura del hilado de estambre de lana. Forma parte del sistema indirecto ya que cuanto mayor es su valor, menor es el diámetro de la fibra, lo que indica que es más fina y de mayor calidad. Actualmente también se permite su uso para los hilados hechos a partir lana mezclada con fibras de mohair, cashmere y alpaca.
Por ejemplo en el mercado internacional se comercializa hilados de lana 100%, australiana en títulos 29S a 54S, para tejedurías de punto y lanzadera.

2.7.3 ***Tabla de conversión de títulos de hilos***

La siguiente tabla constituye una herramienta práctica de gran utilidad cuando se desea conocer, las equivalencias entre los distintos sistemas de numeración:

TABLA COMPARATIVA DE SISTEMAS DE NUMERACIÓN DE HILADOS					
CONOCIDOS	INCÓGNITAS				
	Tex	Dtex	Den	Nm	Ne
Tex (tex)	**1**	10 x tex	9 x tex	1.000 / tex	591 / tex
Decitex (dtex)	dtex / 10	**1**	0,9 x dtex	10.000 / dtex	5.910 / dtex
Denier (den)	den / 9	den / 0,9	**1**	9.000 / den	5.314 / den
Número métrico (Nm)	1.000 / Nm	10.000 / Nm	9.000 / Nm	**1**	0,59 x Nm
Número inglés (Ne)	590 / Ne	5.900 / Ne	5.314 / Ne	1.693 x Ne	**1**

Fuente: Editorial. "Fibras sintéticas", en línea. S.f., Mayo de 2016. Disponible en la web: http://redtextilargentina.com.ar

CAPÍTULO III

ESTUDIO DEL MERCADO

ESTUDIO DE MERCADO

El siguiente estudio de mercado será el punto inicial para conocer la viabilidad del proyecto, analizando el entorno en el cual será puesto el producto, visualizando sus posibles competidores, sus posibles demandantes, su porcentaje de participación en el mercado, su precio de venta y sus canales de distribución para que sea llegado al consumidor final de la cadena de comercialización.

Objetivos

- Estudiar la viabilidad del proyecto.
- Establecer un mercado de posibles compradores.
- Determinar la forma de obtención de la materia prima.
- Analizar la situación competitiva del entorno.
- Determinar el precio de venta del producto.
- Establecer los canales de distribución del producto.

3. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El trabajo realizado pretende inicialmente demostrar la viabilidad de reciclar envases de PET para la obtención de fibra sintética, pero existen diversos grados de PET reciclado con su respectivo mercado al cual van dirigidos, dichos sectores son diferentes, porque el PET reciclado, primordialmente presenta un comportamiento de producto de desplazamiento, entendiendo como de desplazamiento, al hecho que las hojuelas o pellets de PET pueden substituir a

cualquier otro tipo de poliéster o polímero virgen, con la principal finalidad de reducir el costo de la materia prima de los nuevos productos a realizar.

En específico, los sectores del mercado del PET reciclado son los siguientes:

- PET grado fibra de poliéster.- pueden ser en forma de hojuelas o pellets que están destinados a la producción de fibras textiles, fibras para la elaboración de alfombras, fibras de relleno (almohadas, cojines, etc.).
- PET grado packaging.- principalmente en forma de lámina, para después realizar los rollos de packaging destinados a empacar láminas de acero, azulejos, losetas, asegurar cajas de cartón, etc.
- PET grado envase.- específicamente en forma de pellets, este tipo de PET reciclado esta principalmente dirigido a dos sectores de mercado con mayor demanda, que son envases para detergentes y productos de limpieza y grado envase alimenticio, de los cuales se diferencia por el grado de pureza del pellet.
- PET grado substituto.- son los que presentan menor grado de pureza, principalmente en forma de hojuela, aunque también los puede haber en forma de pellet, con el fin de sustituir a la resina virgen para la realización de productos de plástico.

En base a los sectores de mercado del PET, cabe señalar que la fundamentación de este trabajo se desarrollará en base al reciclado de PET con la finalidad de obtener fibras textiles para el armado y confección de telas de poliéster para la industria textil. La selección del sector se justifica en base a las siguientes causas:

- Actualmente es una de las alternativas de reciclado ecológico más novedosas del mercado.
- No requiere de grandes inversiones en comparación con otros métodos de reciclado.
- No está sujeto a rigurosos controles como material, ya que no se destina al consumo humano de tipo alimenticio, ni otros.
- Existe un flujo de información lo suficientemente amplio como para llevar a cabo el proyecto.
- La maquinaria a emplearse es accesible, puede conseguirse posiblemente de fabricación nacional, ya que deben considerarse las posibles limitaciones a la importación de maquinarias de otros países.
- El proceso elegido no requerirá de mano de obra especializada o calificada en cuanto al nivel operativo de funcionamiento, por lo que no será una limitación de implementación del proyecto.

3.1 PRESENTACIONES DEL PRODUCTO

El producto final estará presentado en forma de bobinas, en la cual es enrollado el hilo de poliéster.

Su presentación comercial será de una bobina de 4000 metros de longitud y otra de 2000 metros de fibra lisa y continua, sin pigmentos, es decir, sin colorantes agregados, que si bien encarece el precio de venta final del producto terminado, reduce los impactos ambientales generados por el uso de estos colorantes químicos especiales para el teñido de la fibra sintética.

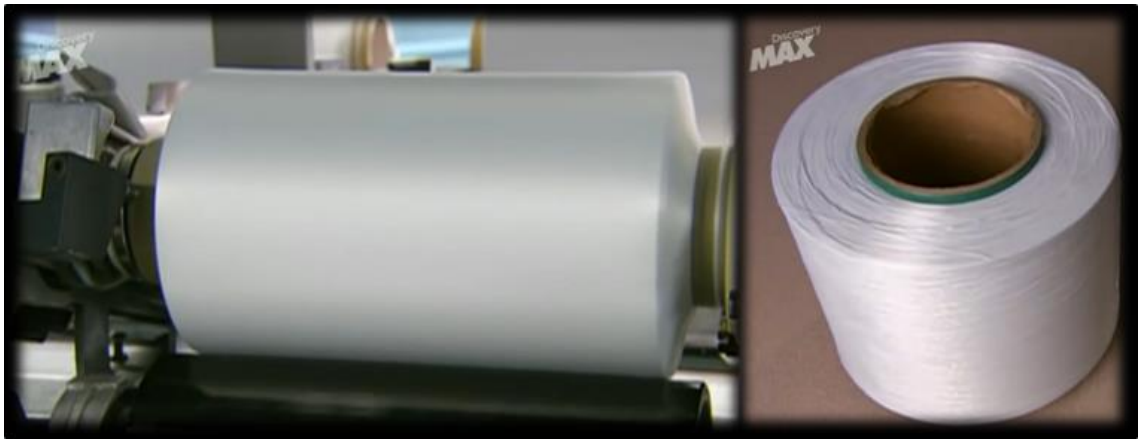
La bobina tendrá la especificación técnica de 42/2 denier, ya que es la más común utilizada en el mercado de las industrias textiles. Cuando hablamos de denier, se establece que cada 9000

metros de hilo de poliéster, la masa será de 42 gramos; y que el hilo corresponderá a un hilo compuesto por retorsión a dos cabos, es decir a dos hebras retorcidas entre sí.

42/2 denier

2 cabos (dos hebras retorcidas entre sí)

42gr de 9.000m de hilo de poliéster



ESTUDIO DE LA DISPONIBILIDAD DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima a emplear en el proyecto son las botellas de PET post consumo, que después de ser reunidas, seleccionadas y limpiadas, pueden reciclarse para ser transformados en muchos nuevos productos. El PET reciclado es transformado en varios tipos de ropa de poliéster, alfombras, fibras para bolsas de dormir, abrigos, autopartes, correas industriales y hasta nuevas botellas de plástico.

Existen cinco grandes clasificaciones:

- Aplicaciones de embalaje (como botellas nuevas)
- Aplicaciones en láminas y film (Láminas para rayos X)
- Correas
- Resina industrial (fabricación de autopartes)
- Fibras (como alfombras y otras fibras textiles)

Para la industria textil ya sea como filamento continuo o como fibra cortada, el PET encabeza a los polímeros textiles. Se emplea para la producción de fibras de confección -es muy utilizado en mezclas de diversos porcentajes con el algodón- y para ser rellenos de edredondes[21] o almohadas, además de manufacturarse con él tejidos industriales de sustentación para cauchos, lonas, bandas transportadoras y otros numerosos artículos. (SMA, 2002)

Para poder identificar la materia prima necesaria para la realización del proyecto, se deben establecer las siguientes pautas:

- El material reciclado establecido es el de botellas PET post consumo identificadas por ser las utilizadas en el mercado de bebidas para consumo humano de aguas saborizadas, aguas de consumo, aguas con gas, gaseosas azucaradas y gaseosas dietéticas entre otras.

- Visualmente en la actualidad, los envases PET con reconocidos por ser aquellos que utilizan símbolos en una zona visible del envase: corresponde a flechas representativas del ciclo de reciclado con un número 1 en su interior. De esa manera, se define la materia prima a utilizar.

[21] Un edredón es un tipo de cubierta compuesta por una funda suave, tradicionalmente rellena de plumón o material sintético, que se utiliza en la cama como manta.

3.2 NIVEL PROVINCIAL

El presente estudio estará basado en datos ya establecidos por diversas fuentes, de manera de analizar las cantidades disponibles de residuos PET en forma de botellas y con ello establecer el porcentaje efectivo a tratar, la forma de obtención de los mismos y las conclusiones pertinentes en cuanto al tema.

3.2.1 ***Cantidad de residuos sólidos urbanos***

Para poder estimar la cantidad de RSU (residuos sólidos urbanos) en la provincia de Santa Cruz, se realiza el siguiente cuadro:

Concepto	Año 2001	Año 2010	Año 2025
Cantidad de habitantes	196.958[22]	273.964 hab.[23]	327.387[24]
Total per cápita por habitante (Kg/ día)[25]	0,823	0,823	0,823
Total de RSU habitante (kg/año)	300,395	300,395	300,395
Total de RSU poblacional (Kg/ día)	162.096,434	225.472,372	269439,501
Total de RSU poblacional (kg/mes)	4.862.893,02	6.764171,16	8.083.185,03

[22] INDEC censo año 2001

[23] INDEC. Censo año 2010.

[24] ENGIRSU. Tasa anual estimada 1.3%.

[25] Observatorio Nacional de gestión de residuos sólidos urbanos, Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable. Jefatura de gabinete de ministros. "Generación per cápita y total por provincia y país de RSU". En línea. Sin fecha. Marzo de 2014. Disponible en la web: http://www.medioambiente.gov.ar//

Total de RSU poblacional (kg/año)	58.354.716,24	82.297.415,78	96.998.220,36
Total de RSU poblacional (ton/mes)	4.863	6.764	8.083

En base a la información obtenida, se establece en relación a la cantidad de habitantes para la ciudad de Río Gallegos (97.742 habitantes), un total de 29.361.208 kilogramos de residuo sólido urbano (RSU) al año, lo que representa al 36% del total poblacional producido.

3.2.2 ***Cantidad de residuos PET***

Para la estimación de los residuos PET, se utiliza el dato porcentual de residuos plásticos para poder estimar la cantidad de estos generados en la provincia de Santa Cruz:

Concepto	Año 2001	Año 2010	Año 2025
Total de RSU poblacional (kg/día)	196.958	225.472,372	327.387
Generación de residuos plásticos(RP)[26]	14%	14%	14%
Total de residuo plástico poblacional (kg/día)	27.574,12	31.566,13	45.834,18
Total de RP poblacional (kg/mes)	827.223,6	946.983,96	1.375.025,4
Total de RP poblacional (kg/año)	9.926.683,2	11.363.807,55	16.500.304,8
Total de RP poblacional (ton/mes)	827	946	1.375

En base a la información obtenida, se establece en relación a la cantidad de habitantes para la ciudad de Río Gallegos (97.742 habitantes), un total de 4.054.002 kilogramos de residuo plástico al año, lo que representa al 36% del total poblacional producido.

3.2.2.1 ***PET en forma de botellas***

Como está establecido que el proyecto utilizará botellas de plástico para la obtención del producto final, este análisis es más que imprescindible, ya que partiendo de la información obtenida, se deberá determinar la fracción de este residuo a procesar.

Debe tenerse en cuenta que ante los resultados obtenidos, no se debe cometer la errónea idea considerar el total de residuos plásticos en forma de botellas para su procesamiento, sino más bien una fracción del mismo, ya que existe una parte que no podrá ser aprovechada a causa de otros fines a los que estaría afectado el RP, como el caso de reciclaje para otros fines, artesanías, deposiciones en vertederos no controlados y acumulación doméstica entre otras posibles causas.
A continuación se desarrollará el análisis para la obtención del PET en forma de botellas post consumo:

En primera instancia, se requiere determinar el consumo promedio de bebidas en forma de aguas minerales y bebidas azucaradas, entre otras. Para ello, se debe seleccionar un modelo comercial promedio para efectuar los siguientes cálculos, el cual se presenta a continuación:

[26] Observatorio de RSU. "Composición promedio de los RSU del país" En línea. Año 2009. Marzo de 2014. Disponible en la web: http://www.ambiente.gob.ar/observatoriorsu/información_general/estadísticas.html

Medidas comerciales de botellas PET (litros)	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Promedio	1,75					
Medida adoptada Lts	1,75					

Cuadro de elaboración propia en base a la información proporcionada por Coca Cola Company Argentina. Abril de 2014. Disponible en la web: http://www.cocacoladeargentina.com.ar/producto/coca-cola/

Una vez que se ha determinado que la medida adoptada será de 1,75 litros, se requiere información adicional la cual especifique un valor aproximado de consumo de botellas promedio. Esta información es extraída de la lista de los mayores proveedores de aguas y bebidas azucaradas, entre otras.

Se solicita entonces, información inherente a la cantidad de camiones ingresados en promedio por mes para cada empresa, detallando la cantidad de pallet por camión, cantidad de packs de gaseosas por pallet y la cantidad de botellas por cada pack. Con estos datos, se procede a calcular la cantidad de botellas promedio ingresadas a la localidad.

A continuación presenta un cuadro en el cual se detalla la información obtenida de las distintas empresas distribuidoras consultadas para la ciudad de Río Gallegos:

Ingreso de botellas promedio en la ciudad de Río gallegos					
EMPRESA	CAMIONES POR MES	PALLET POR CAMIÓN	PACK POR PALLET	BOTELLAS POR PALLET	TOTAL DE BOTELLAS POR MES
Distribuidora Sur Patagonia	1	26	36	6	5.616
Línea Pritty					
RO Sola Representaciones	3	25	36	6	16.200
Polar					
Línea Coca Cola	36	22	36	6	171.072
La Anónima					
Línea Pepsi	48	26	40	6	299.520
Aguas Saborizadas	48	26	40	6	299.520
Agua de mesa	12	26	40	6	74.880
Sanvar	8	26	40	6	49920
Carrefour					
Línea Coca Cola	12	22	36	6	57.024
Otras	24	22	36	6	114.048
Diarco	40	24	36	6	207.360
TOTAL DE RESIDUOS GENERADOS POR MES					1.295.160

Cuadro de elaboración propia. Información extraída en el mes de abril de 2014

Partiendo de la suposición que la botella promedio será de 1,75 litros se realizan los siguientes cálculos, para la ciudad de Río Gallegos:

Concepto	Año 2014
Total botellas al mes (unidades)	1.295.160
Tamaño de botella promedio	1,75 litros
Peso de botella promedio[27] (kg)	0,12
PET en forma de botellas (kg/mes)	158.657

Por conclusión se establece que en la ciudad de Río Gallegos, se producen al mes, en el año 2014, 158.657 kilogramos de residuo PET en forma de botellas, de los cuales el 30% aproximado será destinado para la evaluación del presente proyecto de reciclado.

El valor calculado arrojaría un total de **47.600 kilogramos** aproximados de residuos al mes para el procesamiento y obtención de fibra de poliéster.

*3.2.3 **Determinación de la forma de obtención de la materia prima***

Para la obtención de la materia prima necesaria, se deberá establecer una modalidad o metodología, que permita adquirir el valor porcentual establecido anteriormente, ya que, actualmente la disposición de residuos se produce a silos abiertos y que en la provincia de Santa Cruz no existe planta alguna de reciclado de plástico.

Entonces, se establecen las siguientes metodologías para la obtención del residuo:

- Generación de convenios con el gobierno municipal para captar parte de las botellas post consumo, para lo cual se deberá establecer una forma de obtención del residuo que no se encuentre separado del resto de los RSU, ya que no todas las localidades cuentas con un sistema de clasificación de los mismos, lo cual presentaría un inconveniente a solucionar.

- Compra del residuo en puerta de fábrica en forma de botella a un precio estimado, analizando el mercado mundial de residuo compactado o sin compactar. Para ello se debe investigar la información disponible en la web en cuanto a los precios actuales de compra de material sin reciclar o en su defecto, investigar los precios de compra del PET por kilo ya reciclado y asignarle un valor porcentual, para así establecer el precio de compra del material sin tratar.

- Comprar el residuo a domicilio, utilizando equipos propios o alquilados de transporte, descontando cierto porcentaje al precio de compra a causa de los gastos incurridos en el transporte.

- Crear un programa de acción social, a través del cual el valor en pesos de la cantidad de botellas recaudadas sea destinado a distintas entidades sociales y/o gubernamentales, como escuelas públicas, hospitales, organizaciones sin fines de lucro y otras.

[27] Editorial. “Productos a fondo. Botellas de plástico”. En línea. Noviembre de 2009. Abril de 2014. Disponible en la web: http://www.amarilloverdeyazul.com/2009/11/botellas-de-plastico/

- Crear programas de pro ayuda a egresados a través del cual cada uno de ellos pueda recaudar dinero para su viaje de fin de curso mediante la recolección de botellas de PET, brindándoles una alternativa importantísima.

- Organización de eventos recreativos en donde la entrada sea abonada por medio de botellas PET.

Según información actualizada obtenida al mes de abril 2014 por ARPET[28], se establecen los precios orientativos de envases PET pos-consumo enfardados y puesto sobre camión fábrica, en la zona de gran Buenos Aires a pago de contado y en pesos argentinos por kilogramo:

Cristal.....	$	4.50 + IVA
Celeste.....	$	2.90 + IVA
Verde.....	$	2.75 + IVA

CONCLUSIONES

Una vez analizada la información y los resultados obtenidos, se establece que el proyecto deberá contar con una capacidad productiva estimada de **47.600 kilogramos** al mes para el procesamiento de botellas plásticas, con un total **571.200 kilogramos** al año. No obstante, es necesario destacar que por medio de la información publicada por el INDEC en los años 2001 y 2010, se proyecta un crecimiento poblacional del 2% interanual, para lo cual, se debe considerar una mayor capacidad productiva de la anteriormente calculada, en la cual se refleje este incremento. Entonces, se establece el siguiente cuadro con los respectivos incrementos de residuos en forma de botellas post consumo a lo largo de 10 años:

Año 1	571.200
Año2	582.624
Año 3	594.276
Año 4	606.162
Año 5	618.285
Año 6	630.651
Año 7	643.264
Año 8	656.129
Año 9	669.252
Año 10	682.637

Cuadro de elaboración propia.
Año 2014

Por lo que, en conclusión, el estudio se desarrollará en base a **682.637 kilogramos** al año, considerando las variaciones antes ya mencionadas. Además, se concluye que la forma de obtención del insumo principal se obtendrá según los programas y métodos antes descriptos.

[28] ARPET. "Cotización del mes de Abril de 2014". En línea. Abril de 2014. Abril de 2014. Disponible en la web: www.arpet.org

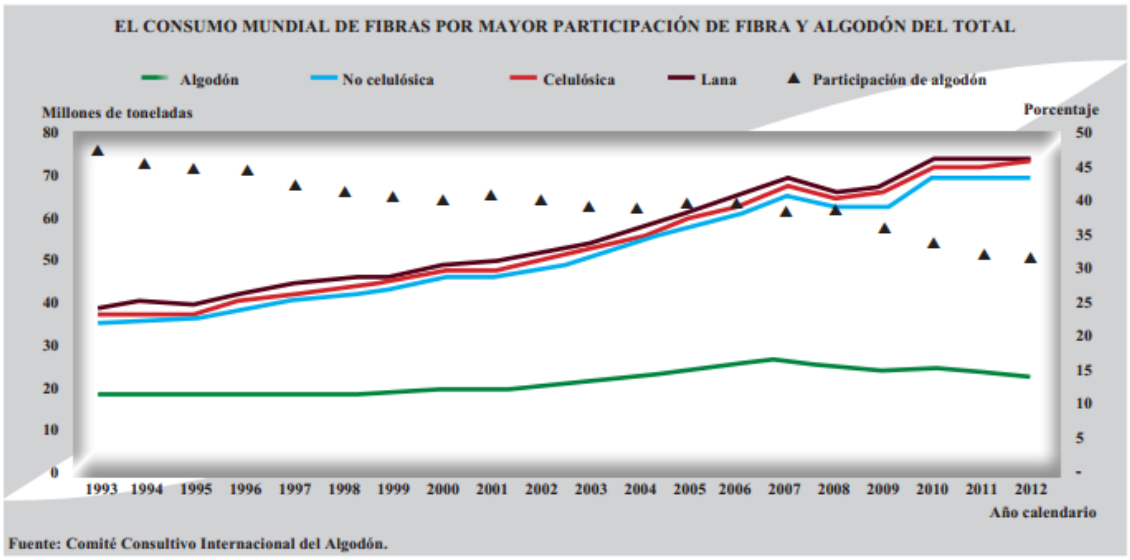
4. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Actualmente, el mercado de tejidos en fibra de poliéster es amplio y está en continuo crecimiento por lo que el análisis de la demanda se desarrollará de manera descriptiva a los distintos niveles del entorno mundial, nacional y regional, de manera de visualizar las posibilidades de inserción del producto en el mercado al que ha sido destinado.

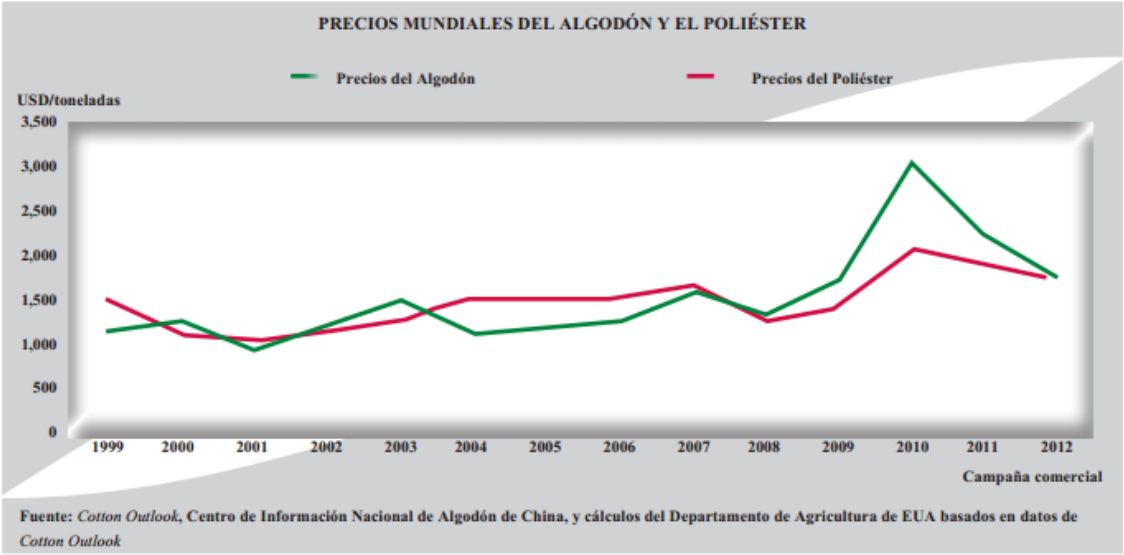
4.1. Marco mundial del consumo de fibras textiles

El algodón fue la fibra textil más importante del mundo durante la mayor parte del siglo XX, cediendo el primer lugar en la década de 1990 sólo al poliéster. Desde la introducción de las fibras sintéticas o artificiales en la década de 1920, la participación del algodón en el consumo mundial de fibras ha tenido una tendencia a la baja. La comercialización del poliéster y otras fibras no celulósicas en la década de 1960 marcó un período de cambio estructural particularmente rápido, y la pérdida de participación del algodón entre las fibras. Posteriormente, la promoción genérica del algodón, los cambios en las políticas agrícolas y los cambios en los gustos redujeron el abandono del algodón en las décadas de 1980 y 1990.[29]

[29] OCDE-FAO, Perspectivas Agrícolas 2013-2022, Texcoco, Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo, 2013.



El consumo mundial de la fibra tiene una alta correlación con la actividad económica, y con la abrupta desaceleración de la economía mundial en el año 2008, el consumo mundial de las fibras cayó por primera vez en casi dos décadas. Posteriormente, las fibras sintéticas reanudaron su expansión anterior, pero el consumo de algodón se ha reducido casi todos los años. El resultado ha sido una caída relativamente brusca de la participación del algodón en el consumo mundial de fibras, de 38 por ciento en 2008 a un estimado 31 por ciento en 2012.[30]



4.2. Marco nacional del consumo de fibras textiles[31]

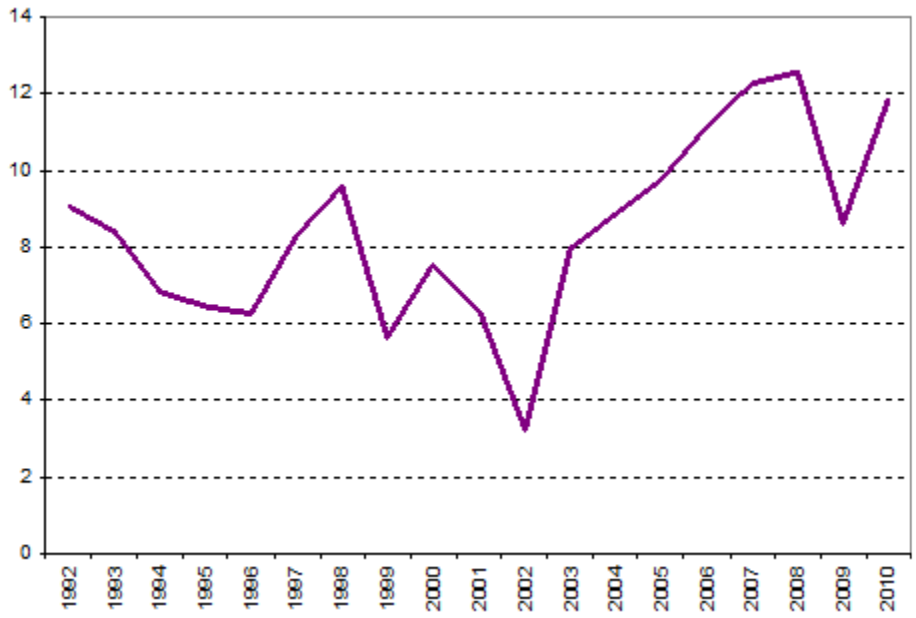
El objetivo de este apartado es brindar información elaborada por el Centro INTI Textiles en base a datos sectoriales dispersos y al conocimiento de la problemática sectorial. Se presentan gráficos con indicadores usualmente empleados en comparaciones internacionales del sector

[30] OCDE-FAO, Perspectivas Agrícolas 2013-2022, Texcoco, Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo, 2013.
[31] INTI. "Vestir (con)ciencia | Información económica del INTI", en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http: // inti.gob.ar

de la indumentaria y que se relaciona con la evolución del mercado local. También se cuenta con un indicador de la participación de los componentes importados en la composición de las prendas vendidas en el mercado interno y, por último, una estimación de la cantidad de costureros en el país, dividiéndolos en formales e informales.

Las fuentes de información de base son los datos de producción nacional por tipo de fibra, el comercio exterior de cada uno de los eslabones de toda la cadena de valor, las mermas promedio en cada una de ellos y estimaciones de productividad por operario a partir de una "prenda promedio" sectorial.

*4.2.1. **Consumo por habitante de fibra kilos**.*



Fuente: INTI textiles

El consumo de fibra por habitante en Argentina acompañó las vicisitudes de la economía en general: pico de consumo en 1998 para luego iniciar un período de fuerte retroceso con un

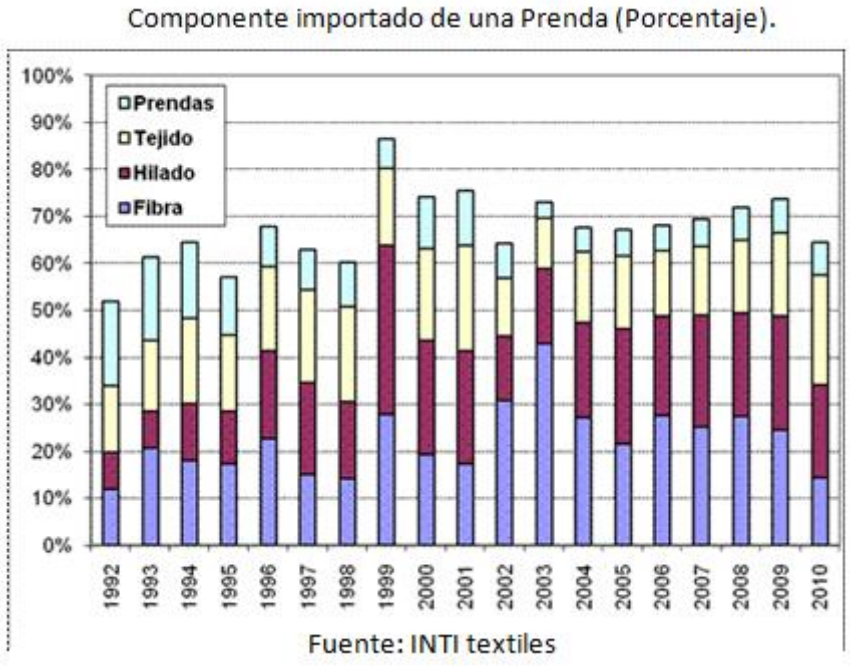
mínimo en 2002. La recuperación de la economía permitió aumentar el consumo de fibra en un 30% en 2008 respecto del máximo anterior de 1998.

La crisis internacional repercutió sobre el sector especialmente en 2009 provocando una importante disminución del consumo recuperado, aunque no en su totalidad, en 2010 registrando cerca de 12 kilos por persona por año. Las perspectivas para 2011 indican que se superará el valor de 2010.

*4.2.2 **Consumo por habitante de prendas de vestir (kilos)**.*

El consumo de prendas de vestir por habitante parte del indicador anterior teniendo en cuenta las mermas pertinentes a cada etapa productiva hasta los bienes finales, es decir las mermas correspondientes al proceso de fibra, fabricación de hilados, elaboración de tejidos y terminación de bienes de uso final. Asimismo, tiene en cuenta únicamente el destino de los tejidos hacia la confección de prendas, desestimando los dirigidos a bienes para el hogar y los industriales.

En 2010 el consumo por habitante de prendas de vestir alcanzó los 6 kilos, por debajo de 2007 y 2008, mostrando una rápida recuperación de la crisis de 2009. Las expectativas para el 2011 indican que este indicador estará por encima del valor de 2008, posiblemente entre 6,5 y 7 kilos por persona por año, alcanzando un nuevo valor máximo.[32]



El indicador de componente importado promedio por prenda de vestir refiere a la participación en un kilo de indumentaria estandarizado de componentes importados. Se tienen en cuenta todas las etapas del proceso productivo, es decir la participación importada en fibra, en hilado, tejido y prendas de vestir.

[32] INTI. "Vestir (con)ciencia | Información económica del INTI", en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http: // inti.gob.ar

El indicador muestra la mayor participación hacia fines de los ´90, es decir la fabricación nacional perdía peso no solo en el mercado de bienes finales sino también en la composición de las prendas. El casi 65% de 2002 y 2010 no alcanza a los niveles de máxima participación nacional al inicio de los ´90 perdidos durante el plan de convertibilidad.

El promedio de los últimos años se ubica en torno al 70% de componente importado, por cierto muy alto si lo que se considera mejor para el sector es incorporar cada vez más trabajo argentino a las prendas de vestir. La baja de 2010 se debe al importante incremento de la producción nacional en todos los eslabones de la cadena de valor en relación con los movimientos en las exportaciones e importaciones. De mantenerse esta tendencia el trabajo argentino irá consolidando su importancia dentro de los bienes finales vendidos en el mercado.[33]

Por otro lado, bajo el análisis de los años consiguientes y observando la información obtenida por el INDEC, se observa que el mercado de fibras sintéticas tiene una tendencia decreciente, lo que podría dificultar la inserción de grandes producciones en cuanto a esta fibra, pero que no deja de ser un mercado relativamente de interés.

Período		Fibras sintéticas y artificiales			Tejidos		
		Variación %			Variación %		
		respecto al período anterior	respecto a igual período del año anterior	del acumulado desde enero hasta cada mes del mismo año respecto a igual acumulado del año anterior	respecto al período anterior	respecto a igual período del año anterior	del acumulado desde enero hasta cada mes del mismo año respecto a igual acumulado del año anterior
2010		47,8	///	///	14,3	///	///
2011		– 2,2	///	///	2,2	///	///
2012		– 13,5	///	///	3,9	///	///
2013		– 13,2	///	///	– 1,9	///	///
2013	Ene	– 45,9	– 48,9	– 48,9	– 10,7	1,5	1,5
	Feb	70,8	– 4,3	– 27,6	– 4,6	– 12,1	– 5,6
	Mar	– 16,8	– 30,2	– 28,6	5,1	– 10,7	– 7,4
	Abr	12,9	– 28,7	– 28,6	10,8	– 7,3	– 7,4
	May	– 12,4	– 12,3	– 25,9	5,1	– 6,3	– 7,2
	Jun	20,8	– 17,4	– 24,4	1,5	– 1,6	– 6,2
	Jul	– 3,1	– 13,2	– 22,8	– 0,9	– 0,9	– 5,4
	Ago	19,8	1,7	– 19,8	0,2	2,6	– 4,4
	Sep	1,0	2,6	– 17,3	3,3	4,6	– 3,4
	Oct	12,0	3,3	– 15,0	0,4	2,4	– 2,8
	Nov	– 12,1	– 4,2	– 14,0	– 0,3	0,1	– 2,5
	Dic	– 9,8	– 4,4	– 13,2	– 3,2	5,3	– 1,9
2014	Ene	– 3,2	71,0	71,0	– 9,0	7,3	7,3

Fuente: INDEC. Marzo 2014

4.2.3 ***Empresas que utilizan fibra de poliéster***

Para la obtención de los consumidores actuales a modo descriptivo en el mercado argentino se citan las empresas asociadas y registradas en FITA -Federación Argentina de Industrias Textiles-

LISTADO DE EMPRESAS TEXTILES	NATURALES	SINTÉTICAS	OTROS	POLIÉSTER

[33] INTI. "Vestir (con)ciencia | Información económica del INTI", en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http: // inti.gob.ar

A.J TENDLARZ S.A.C.I.F	X	X		X
ALBALONGA S.A.			X	
ALGODONERA AVELLANEDA S.A	X	X		X
ALGODONERA SAN NICOLAS S.A.	X	X		X
ALGOSELAN S.A.I.C.F.I.A	X	X	X	X
ALPARGATAS S.A.I.C	X			
C.A.F.A.M.A	X		X	
CAIMARI S.A.	X	X		X
CIUDADELA S.R.L.	X		X	
CONFECOR S.A.	X			
CORDONSED ARGENTINA S.A.			X	
COTEMINAS ARGENTINA S.A.	X			
COTTONIER S.A.	X	X		X
ENTRETELAS AMERICANAS S.A.			X	
ESTABLECIMIENTO TEXTIL ADESAL S.A.	X	X	X	X
ESTAMPADOS ROTATIVOS S.A.	X	X	X	X
FADETE S.A.	X	X		X
FIBRALTEX S.A.	X		X	
FREUDENBERG S.A.		X		X
GABOR S.A.	X	X		X
GUILFORD ARGENTINA S.A.	X	X	X	X
HILANDERIA CAPEN S.A.	X			
HUYCK WANGNER ARGENTINA S.A.				X
JORGE Y FRANCISCO OTRANTO S.A.	X		X	
JOSÉ MOSCUZZA Y CIA S.A.C.I.	X	X	X	X
KALPAKIAN HNOS. S.A.C.I.	X	X		
KARATEX S.A.I.C	X	X		X
KARAVELL S.A.		X		
LANERA AUSTRAL S.A.	X			
LARTEX - RITEX S.A.	X	X	X	X
LAUDA TEXTIL S.A.	X		X	
LINKOLAN S.A.	X	X	X	X
LINKOTEX S.A.	X	X	X	X
MANUFACTURA DE FIBRAS SINTÉTICAS S.A.		X		X
NEDANSIL S.A.	X			
PASTORA NEUQUEN S.A.		X		
PGI ARGENTINA S.A.			X	
PROPULSORA PATAGÓNICA S.A.	X	X		
SEDAMIL S.A.	X	X	X	X
SILVANA I.C.F.S.A		X	X	
SOFTBOND S.A.			X	
SUEÑO FUEGUINO S.A.			X	
TAVEX ARGENTINA S.A.	X	X		X
TECOTEX S.A.	X	X	X	

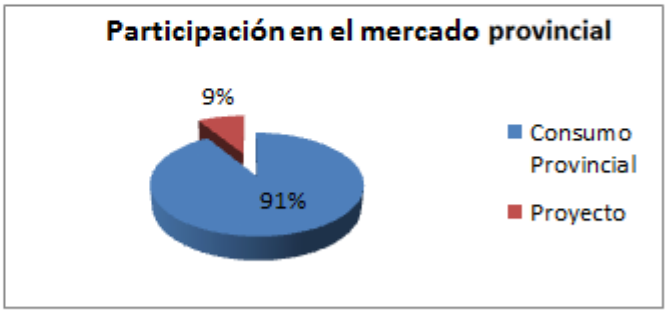
TEXTIL IBEROAMERICANA	X			
TEXTILES TALA S.A.	X		X	
TIAP S.A.	X	X	X	X
TINTORERÍA INDUSTRIAL MODELO S.A.I.C.	X	X	X	X
TIPOITI S.A.T.I.C.	X	X		X
TRAPOLIMP S.R.L.	X	X		
VICUNHA TEXTIL ARGENTINA S.A.			X	
Cuadro de elaboración propia. Año 2014.				

4.3. Marco local del consumo de fibras textiles

Para establecer la demanda local, primero se debe determinar el sector o la región dentro del territorio argentino en la cual se insertará el producto para su comercialización.

Se ha seleccionado como destino para la venta del producto terminado a la provincia de Buenos Aires, ya que conglomera la mayor cantidad de empresas textiles, lo que facilitará la distribución y minimizará los costos de transporte en relación a los demás centros de producción textil.
Una vez establecido el punto a abastecer, se caracteriza el mercado local tomando como referencia la producción nacional al año 2013 y se establece un grado de relevancia, es decir, un grado de significación de participación en el mercado de fibras sintéticas. Este supuesto establece que la producción de fibra, será igual al consumo de la misma.

Período	Fibras sintéticas (2) Producción Ton
2002	16.190
2003	17.060
2004	23.494
2005	26.886
2006	22.762
2007	18.887
2008	15.336
2009	14.660
2010	22.670
2011	19.594
2012	22.756
2013	19.752



Cuadro de elaboración propia en base a EPI - Estadísticas de productos industriales, diciembre 2013 - y variaciones del cuadro INDEC informa

En base a la proyección calculada para el año 2013, y considerando que el proyecto producirá un aproximado de **571.200 kilogramos** al año, se establece que la participación del mercado de fibras sintéticas será del **2,9%.**

Además, considerando que un tercio de las industrias totales se encuentran en la provincia de Buenos Aires según información extraída del CENSO NACIONAL ECONÓMICO 2004/2005 (CNE)[34], la participación a nivel local del proyecto abarca el **8,7%.**

*4.4 **Conclusiones***

El proyecto estará desarrollado con la finalidad de abastecer el mercado de la provincia de Buenos Aires, ya que en la misma se encuentran aglomeradas la mayoría de las industrias que consumen hilo de poliéster, lo que facilitará la inserción del producto en el mercado. Además se establece que, bajo una demanda para la provincia antes dicha de 6.584.000 unidades anuales, la participación en el mercado no será mayor al 9%.

5. ANÁLISIS DE LA OFERTA

La oferta es la cantidad de bienes o servicios que a un periodo determinado, un cierto número de oferentes (productores) están dispuestos a poner en el mercado.

Este análisis tiene como propósito determinar o medir las cantidades producidas de fibras de poliéster en el país, para poder fijar que porcentaje de ese volumen total representara nuestra producción. También permite conocer quien son los principales competidores en el rubro y poder tener datos concretos acerca de que porción de mercado ocupa cada uno.

Conociendo cuanto fabrica cada una de las empresas mencionadas y comparando con los datos obtenidos del análisis de la demanda, se podrá saber cuál es el porcentaje de demanda potencialmente insatisfecha y analizar qué porcentaje de dicha demanda es posible abarcar, teniendo en cuenta que la disponibilidad de materia prima, en este caso botellas de PET, es un factor limitante para la producción.

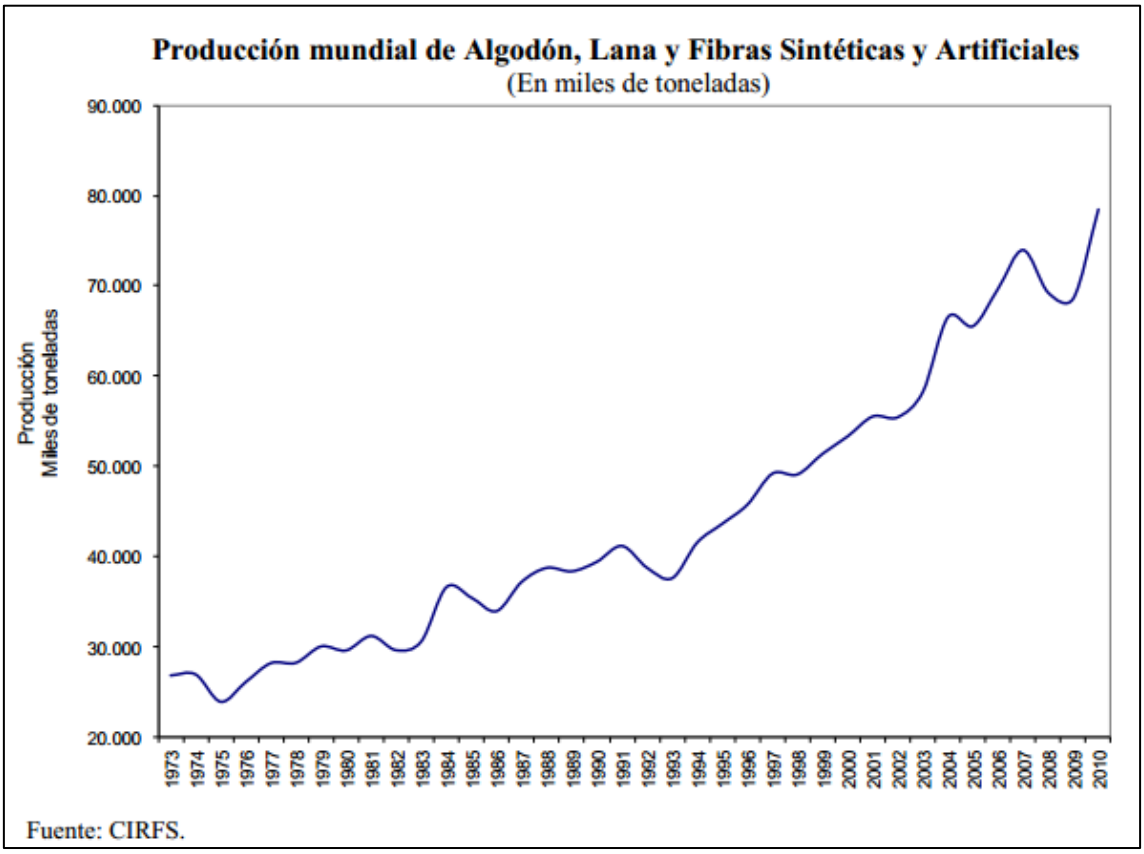
5.1. Marco mundial de la oferta de fibras textiles

La producción mundial de fibras textiles se ha multiplicado por ocho desde la década del 50, saltando desde las 9 millones de toneladas a mediados del siglo pasado a las 78 millones de toneladas en 2010 (CIRFS[35], 2011). El fuerte crecimiento de la demanda mundial desde los años 50 es producto del crecimiento demográfico, del aumento de la renta per cápita, del descenso del precio relativo de los productos textiles y de los nuevos usos de las fibras textiles como en la

[34] INDEC. "Censo Nacional Económico". S.F. Noviembre de 2015. Página web disponible: http://www.indec.gov.ar/Economico2005/inc_presenta.asp

[35] CIRFS. European Man-made fibres Association. (2011). Disponible en la web: http://www.cirfs.org/ManmadeFibres/ProductandProductionProcess.aspx.

industria automotriz o en la construcción[36].

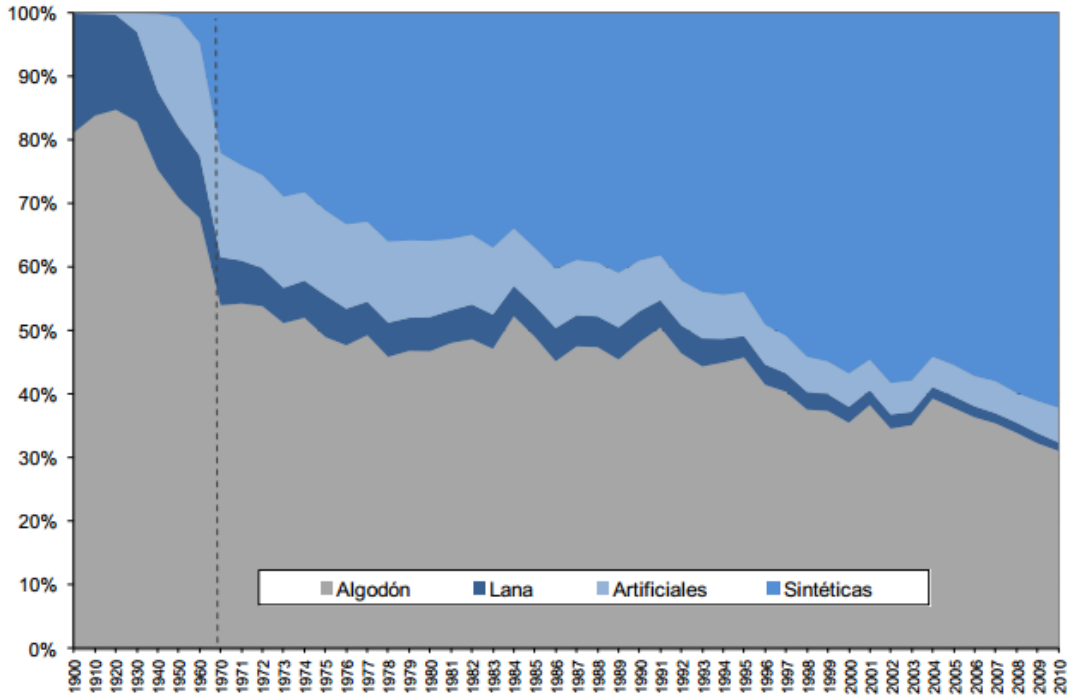


Por otra parte, cuando se analiza la evolución de la producción de acuerdo al tipo de fibra, se observa que presentan un comportamiento muy heterogéneo. A partir de mediados del siglo XX, las fibras manufacturadas (artificiales y, fundamentalmente, sintéticas) aumentaron fuertemente su participación en el total de las fibras producidas por sobre la de las naturales. De esta forma, la participación promedio de las fibras naturales en la producción total de fibras textiles se redujo continuamente a partir de los años 60, mientras que a principios de esa década era del 71%, para el año 2010 las fibras naturales sólo representaban el 32% de la producción total[37].

[36] Mariano Kestelboim, Director Ejecutivo. Julieta Loustau, Economista. "El nuevo escenario mundial para la producción de la cadena de valor algodonera de Argentina". En línea. Sin fecha. Mayo 2014. Disponible en la web: http://www.fundacionprotejer.com/img/informes/nuevo-escenario-mundial_octubre-2011.pdf

[37] Mariano Kestelboim, Director Ejecutivo. Julieta Loustau, Economista. "El nuevo escenario mundial para la producción de la cadena de valor algodonera de Argentina". En línea. Sin fecha. Mayo 2014. Disponible en la web: http://www.fundacionprotejer.com/img/informes/nuevo-escenario-mundial_octubre-2011.pdf

Producción mundial de Algodón, Lana y Fibras Sintéticas y Artificiales
(Participación de cada componente, en %)



Fuente: CIRFS.

Producción mundial de Algodón, Lana y Fibras Sintéticas y Artificiales
(En millones de toneladas)

Año	Algodón	Lana	Sintéticas	Celulósicas	Total
1950	6,6	1,1	0,1	1,6	9,4
1960	10,1	1,5	0,7	2,7	14,9
1970	11,8	1,7	4,8	3,6	21,8
1971	13,0	1,6	5,7	3,6	24,0
1972	13,7	1,5	6,5	3,7	25,4
1973	13,7	1,5	7,8	3,9	26,9
1974	14,0	1,6	7,6	3,8	27,0
1975	11,7	1,6	7,4	3,2	23,9
1976	12,5	1,5	8,7	3,5	26,1
1977	13,9	1,5	9,3	3,6	28,2
1978	13,0	1,5	10,2	3,6	28,3
1979	14,1	1,6	10,8	3,7	30,1
1980	13,8	1,6	10,6	3,6	29,6
1981	15,0	1,6	11,1	3,5	31,2
1982	14,4	1,6	10,4	3,3	29,7
1983	14,4	1,7	11,3	3,2	30,6
1984	19,1	1,7	12,4	3,3	36,6
1985	17,4	1,7	13,1	3,2	35,5
1986	15,3	1,8	13,7	3,2	34,0
1987	17,7	1,8	14,5	3,2	37,2
1988	18,4	1,9	15,2	3,3	38,8

Año	Algodón	Lana	Sintéticas	Celulósicas	Total
1989	17,4	2,0	15,7	3,3	38,4
1990	19,0	1,9	15,4	3,1	39,4
1991	20,8	1,8	15,7	2,9	41,2
1992	18,0	1,7	16,3	2,7	38,8
1993	16,7	1,7	16,5	2,8	37,6
1994	18,7	1,6	18,4	2,9	41,6
1995	20,0	1,5	19,2	3,0	43,7
1996	19,0	1,5	22,5	2,9	45,8
1997	19,8	1,4	25,0	2,9	49,2
1998	18,4	1,4	26,6	2,7	49,1
1999	19,2	1,4	28,2	2,6	51,4
2000	18,9	1,4	30,3	2,8	53,3
2001	21,2	1,3	30,3	2,7	55,5
2002	19,1	1,3	32,3	2,7	55,4
2003	20,4	1,2	33,7	2,9	58,3
2004	26,1	1,2	36,0	3,2	66,5
2005	24,8	1,2	36,3	3,2	65,5
2006	25,3	1,2	39,8	3,3	69,7
2007	26,2	1,2	42,9	3,7	74,0
2008	23,5	1,1	41,4	3,2	69,2
2009	22,1	1,1	41,9	3,5	68,6
2010	24,4	1,1	48,8	4,3	78,5

Fuente: CIRFS.

Este cambio en la composición de la producción de fibras textiles se asocia con la aparición y el desarrollo de nuevos materiales, y su incidencia en los costos y en las tendencias de la moda. Así como con otros factores, como los avances tecnológicos para la producción de textiles, el establecimiento de nuevos acuerdos comerciales y las barreras al comercio, y los precios y la disponibilidad de las fibras textiles.

La demanda mundial de fibras, tanto naturales como sintéticas o artificiales, aumentó en 2013 un 4% en relación al año anterior, hasta 83,4 millones de toneladas. Se calcula que el consumo mantenga el ritmo de crecimiento del 4% para 2014 y que se alcancen 86,8 millones de toneladas. De este total, el algodón, la lana y los derivados de la celulosa (la viscosa y el lyocell) tienen un porcentaje del 35%, que se espera que se mantenga estable a medio plazo[38].

En 2013, la demanda de poliéster se incrementó un 6% en relación al año anterior y se espera que en el ejercicio en curso vuelva a crecer a un ritmo similar[39].

5.2. Marco Nacional de la oferta de fibras textiles

A continuación se detallan cuatro de las principales empresas manufactureras de fibras sintéticas del país:

GALFIONE Y CIA S.R.L
FIBRAS SINTETICAS S.A
MAFFISA S.A
GIUNTOLI S.A

Analizando los datos extraídos del instituto de estadísticas y censos, puede observarse que la producción anual de fibras sintéticas se ve afectada por una fuerte reducción en cuanto a la producción nacional de fibras sintéticas, a consecuencia de la situación económica, es decir la crisis económica que viene afectando a varios países desde el año 2008.

Después de una importante devaluación durante la crisis económica argentina en el 2002, el país logró posicionarse muy bien. Sin embargo, en los últimos años su producción registra una importante pérdida de competitividad tanto a nivel regional como internacional, debido a fuertes incrementos de los costos industriales y laborales, al atraso cambiario y a un incremento de la productividad marginal. El Gobierno ha implementado una serie de medidas proteccionistas y sigue una política activa de sustitución de importaciones de productos industriales a favor de la producción nacional[40].

[38] Editorial. "China 'rompe' el mercado de las fibras sintéticas con una sobrecapacidad productiva". En línea. Marzo de 2014. Mayo de 2014. Disponible en la web: http://www.modaes.es/entorno/20140328/china-rompe-el-mercado-de-las-fibras-sinteticas-con-una-sobrecapacidad-productiva.html

[39] Editorial. "China 'rompe' el mercado de las fibras sintéticas con una sobrecapacidad productiva". En línea. Marzo de 2014. Mayo de 2014. Disponible en la web: http://www.modaes.es/entorno/20140328/china-rompe-el-mercado-de-las-fibras-sinteticas-con-una-sobrecapacidad-productiva.html

[40] Editorial. "Estructura de la economía" En línea. Julio 2013. Mayo 2014. Disponible en la web: http://www.buenos-aires.diplo.de/contentblob/2333934/Daten/3392086/Situacin_Econmica_Actual_Download.pdf

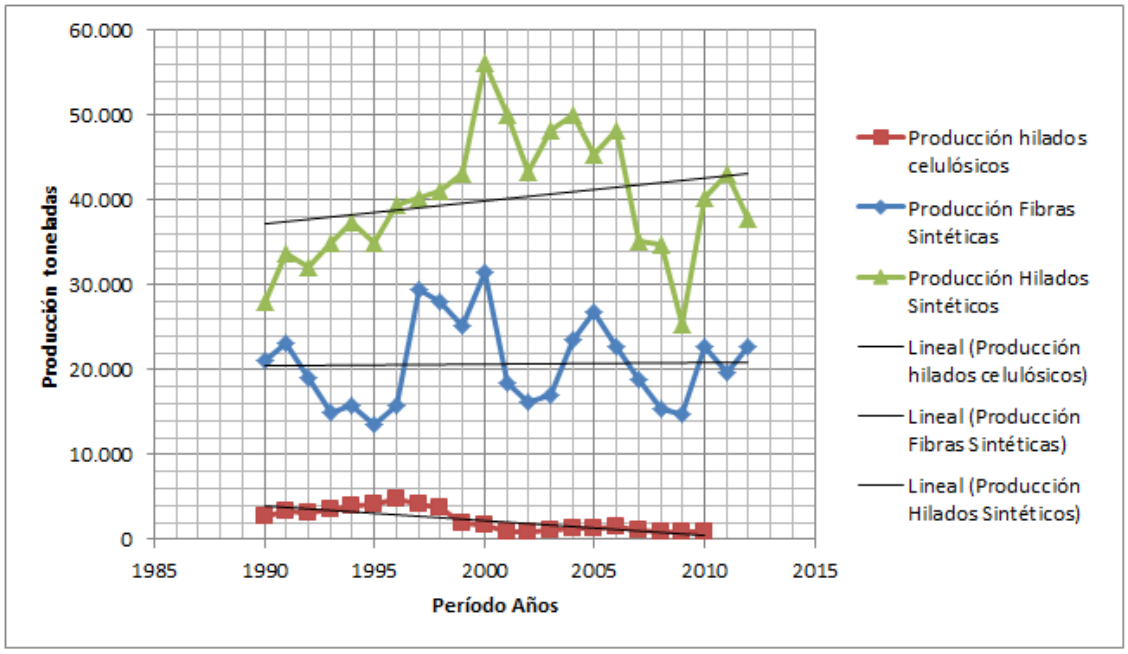


Gráfico de elaboración propia según fuente EPI - Estadísticas de productos industriales, diciembre 2013 - INDEC

Período	Hilados celulósicos (1)	Fibras sintéticas (2)	Hilados sintéticos (a) (2)
	Producción Ton	Producción Ton	Producción Ton
1990	2.653	21.004	27.978
1991	3.262	23.127	33.672
1992	3.202	19.143	32.007
1993	3.514	14.948	34.870
1994	3.879	15.830	37.339
1995	4.082	13.558	35.001
1996	4.726	15.853	39.382
1997	4.069	29.526	40.299
1998	3.794	27.964	41.096
1999	2.003	25.131	43.203
2000	1.600	31.468	56.161
2001	955	18.383	49.972
2002	822	16.190	43.424
2003	1.120	17.060	48.319
2004	1.344	23.494	50.015
2005	1.238	26.886	45.372
2006	1.425	22.762	48.138
2007	1.004	18.887	35.204
2008	968	15.336	34.828
2009	834	14.660	25.455
2010	925	22.670	40.356
2011 .		19.594	43.056
2012 .		22.756	37.899

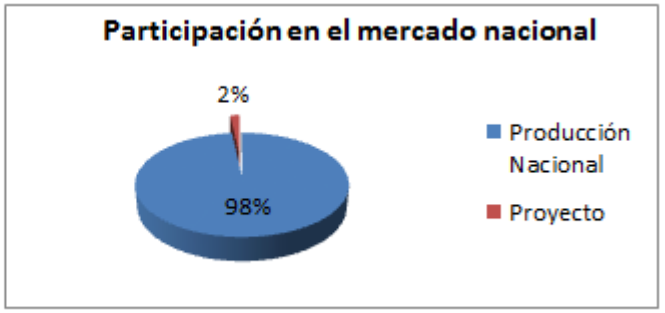
EPI - Estadísticas de productos industriales, diciembre 2013 - INDEC.

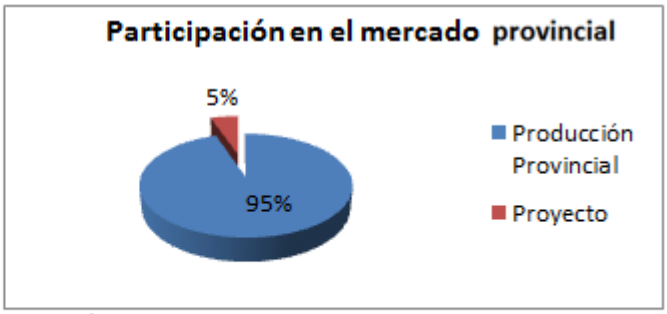
5.3. Marco local de la oferta de fibras textiles

De acuerdo al Censo Nacional Económico 2004/2005 del INDEC[41], la provincia de Buenos Aires concentra un tercio de los locales productivos del sector textil e indumentaria, el 36,6% de sus puestos de trabajo y el 36,1% del valor agregado por esta industria a nivel nacional[42].

Si la producción en la provincia de Bueno Aires, representa al año 2004/2005 solo un tercio del total y considerando que esta relación no haya cambiado en la actualidad, se establece que hay una producción aproximada de 12.633.000 kilogramos para el último año.

Período	Hilados Sintéticos
	Producción Ton
2002	43.424
2003	48.319
2004	50.015
2005	45.372
2006	48.138
2007	35.204
2008	34.828
2009	25.455
2010	40.356
2011	43.056
2012	37.899
2013	32.896





Cuadro de elaboración propia en base a EPI - Estadísticas de productos industriales, diciembre 2013 - y variaciones del cuadro INDEC informa

Como el proyecto tiene una producción total de **571.200 kilogramos** al año, hay una participación nacional de **1,73%.** Esta relación refleja el nivel bajo de incidencia en este tipo de industria.

Además, considerando que un tercio de las industrias totales se encuentran en la provincia de Buenos Aires según información extraída del CENSO NACIONAL ECONÓMICO 2004/2005 (CNE)[43], la participación a nivel local del proyecto abarca el **5,2%.**

5.4. Precio de los competidores

El precio es la cantidad monetaria que los productores están dispuestos a vender, y los consumidores a comprar, un bien o servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio.

Para fijar el precio adecuado para el hilo de poliéster, se analizan los precios de compra de las distintas industrias localizadas en la provincia de Buenos Aires, ya que este producto por su baja participación en el mercado local, debe manejar un tipo de precio aceptante.

[41] INDEC. "Censo Nacional Económico". S.F. Noviembre de 2015. Página web disponible: http://www.indec.gov.ar/Economico2005/inc_presenta.asp

[43] INDEC. "Censo Nacional Económico". S.F. Noviembre de 2015. Página web disponible: http://www.indec.gov.ar/Economico2005/inc_presenta.asp

A continuación, se detalla la información obtenida por diversas fuentes, de manera de determinar un precio óptimo de venta del producto final elaborado:

Marca	Cantidad (kg)	Precio ($)	Detalle
Casa Jorge	0,10	$ 12,07	42/2 denier
SOLTEX	0,20	$ 40,58	42/2 denier
REALTEX	0,50	$ 27,88	42/2 denier
MILAN MAYORISTA	0,50	$ 48,20	42/2 denier
Promedio	0,33	$ 32,18	
PRECIO/UNIDAD	1,00	$ 99,02	

Cuadro de elaboración propia. Febrero de 2016.

Una vez detallada la información de diversas industrias determina un precio de venta del producto que se dispone a ofrecer:

- Precio por kilogramo de bobina 42/2 denier: **$99,02 (precio aceptante).**

5.5. Conclusiones

Bajo en análisis de la oferta, se establece una participación del mercado provincial de la provincia de Buenos Aires del **5%**, respecto de los últimos datos analizados.

El precio de venta estimado según la base de precio aceptante es de **$99,02** por kilogramo para bobinas 42/2 denier de 2.000 metros y de 4.000 metros de presentación comercial.

ESTUDIO DE COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO

La comercialización es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar, es decir, no es la simple transferencia de productos hasta las manos del consumidor, una buena comercialización es la que coloca al producto en un sitio y momento adecuados, para dar al consumidor la satisfacción que el espera por la compra.

Un canal de distribución es la ruta que toma un producto para pasar de productor a los consumidores finales, deteniéndose en varios puntos de esa trayectoria. En cada intermediario o punto en el que se detenga esa trayectoria existe un pago a transacción, además de un intercambio de información. El productor siempre tratará de elegir el canal más ventajoso desde todos los puntos de vista.

6. ***Canal de comercialización***

El canal de comercialización o de distribución utilizado es directo, ya que se entiende que los consumidores finales serán las fábricas de hilado.

La forma de compra es a través de compras directas en puerta de fábrica, por medio de telefonía o de compras virtuales.

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DEL MERCADO

Al finalizar el capítulo se puede concluir que el producto a comercializar es el hilo de poliéster, obtenido por medio de un reciclado mecánico de botellas PET de post consumo, entre las cuales se destacan: botellas de agua mineral, aguas saborizadas y gaseosas, entre otras.

Se establece que, se prevé que la producción podría ascender a 47.600 kilogramos al mes para el procesamiento de botellas plásticas, con un total 571.200 kilogramos al año. Además, se debe considerar el crecimiento poblacional del 2% anual. Con esta información se concluye que las capacidades de operación deben ser de **682.637 kilogramos** al año finales.

La forma de obtención del insumo principal se obtendrá según los programas y métodos en función de las necesidades del proveedor.

La demanda se centra en la provincia de Buenos Aires, en la cual se encuentran un tercio de las industrias a nivel nacional, con un total de demanda de fibra sintética de 6.584.000 kilogramos al año, respecto de los 19.752.000 kilogramos al año correspondientes al nivel nacional. Con esta información, se estima que el proyecto se encuentra con una participación del mercado del **2,9%** a nivel nacional y un **8,9%** a nivel provincial para la provincia de Buenos Aires.

La oferta al igual que la demanda se centra en la provincia de Buenos Aires, con un total de producción de 32.896.000 kilogramos al año de hilo sintético, respecto de los 10.965.333 kilogramos al año correspondientes al nivel nacional. Con esta información, se estima que el proyecto se encuentra con una participación del mercado del **1,73%** a nivel nacional y **5,2 %** a nivel provincial.

Por último, se concluye que la forma de distribuir el producto final será por medio de un canal directo entre el productor y el consumidor final. Además, que la forma de obtención del producto será por medio de compras en puerta de fábrica, por medio de telefonía o por web.

CAPÍTULO IV

ESTUDIO TÉCNICO

ESTUDIO TÉCNICO

Un estudio técnico permite proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren, lo que además admite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas y las instalaciones necesarias para el proyecto y, por tanto, los costos de inversión y de operación requeridos, así como el capital de trabajo que se necesita. (Rosales, 2005)

El estudio técnico es aquel que presenta la determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal. (Baca, 2010)

Los aspectos que se relacionan con la ingeniería del proyecto son probablemente los que tienen mayor incidencia sobre la magnitud de los costos y las inversiones que deberán efectuarse a la hora de implementar un proyecto.

En el análisis de la viabilidad financiera de un proyecto, el estudio técnico cumple la función de proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes. (Sapag, 2008)

Una de las conclusiones más importantes derivada en este estudio, es que se deberá definir la función de producción que optimice el empleo de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto. De aquí podrá obtenerse la información de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto. (Sapag, 2008)

De esta manera, con el estudio técnico se podrá obtener los requerimientos de equipos de fábrica para la operación y el monto de la inversión correspondiente. Del análisis de las características y especificaciones técnicas de las máquinas se precisará su disposición en planta, la que a su vez permitirá dimensionar las necesidades de espacio físico para que el desarrollo de las operaciones se efectúe de manera normal, en consideración a las normas y principios de la administración de la producción. (Sapag, 2008)

El análisis de estos mismos antecedentes hará posible cuantificar las necesidades de mano de obra por especialización y asignarles un nivel de remuneración para el cálculo de los costos de operación. De igual manera, deberán deducirse los costos de mantenimiento y reparaciones, así como el de reposición de los equipos. (Sapag, 2008)

La descripción del proceso productivo posibilitará, asimismo, dar a conocer las materias primas y los restantes insumos que demandará el proceso. Por este motivo y como ya se ha mencionado, el proceso productivo se elige tanto a través del análisis técnico como económico de las alternativas existentes. (Sapag, 2008)

El estudio técnico no se realiza en forma aislada de los demás estudios existentes. El estudio de mercado definirá ciertas variables relativas a características del producto, demanda proyectada a través del tiempo, estacionalidad en las ventas, abastecimiento de materias primas y sistemas

de comercialización adecuados, entre otras materias, dicha información deberá tomarse en cuenta al seleccionar el proceso productivo. El estudio legal podrá señalar ciertas restricciones a la localización del proyecto que podrían de alguna manera condicionar el tipo de proceso productivo. El estudio financiero por otra parte, podrá ser determinante en la selección del proceso si en él se definiera la imposibilidad de obtener los recursos económicos suficientes para la adquisición de la tecnología más adecuada. En este caso, el estudio deberá tender a calcular la rentabilidad del proyecto, haciendo uso de la tecnología que está al alcance de los recursos disponibles. (Sapag, 2008)

Objetivo

El objetivo del estudio técnico es llegar a determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. De la selección de la función óptima se derivarán las necesidades de equipos y maquinarias que, junto con la información relacionada con el proceso de producción, permitirán cuantificar el costo de operación. (Sapag, 2008)

Información a modo resumen

Antes de desarrollar las distintas partes del estudio técnico, es importante destacar conclusiones significativas establecidas en los capítulos anteriores, que sirvan de base para el desarrollo óptimo del presente estudio.

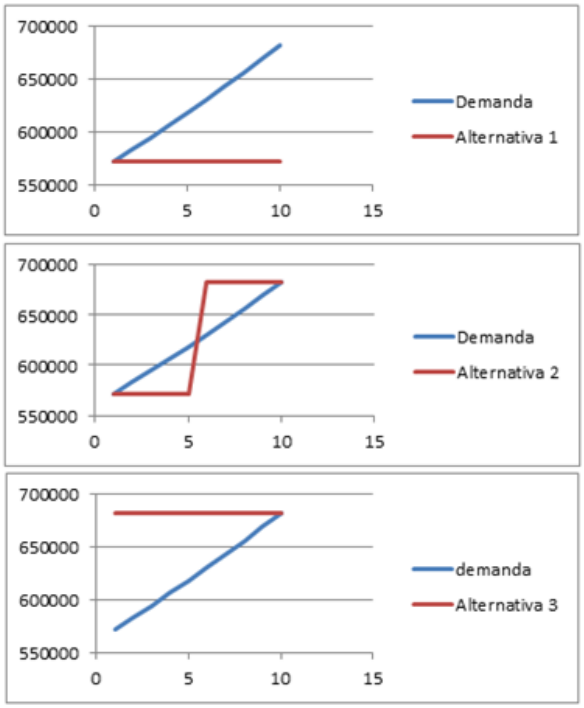
- Producto: Hilo de poliéster sin pigmentar
- Especificaciones técnicas: Bobina 42/2 denier
- Presentación comercial: Bobinas de 2.000 y 4.000 metros
- Tipo de proceso seleccionado: Reciclado Mecánico.
- Participación nacional:
    - Oferta: 1,73%
    - Demanda: 2,9%
- Participación provincial (Bs As):
    - Oferta: 5,2%
    - Demanda: 8,7%
- Precio del producto:
    - Precio por kilogramo de hilo de poliéster 42/2 denier en presentaciones comerciales de 2.000 y 4.000 metros.

Cantidades a producir:
Al momento de seleccionar la capacidad media productiva de los equipos, se deben analizar los tres supuestos principales:

- Alternativa 1: Capacidad de 571.200 kilogramos al año. Para este caso, sólo se consideran los resultados obtenidos en el análisis de la materia prima, es decir, los 571.200 kilogramos correspondientes al 30% de la generación total de residuos PET post consumo.
- Alternativa 2: Capacidad de 571.200 kilogramos al año durante 5 años y luego incrementar la capacidad a 682.637 kilogramos al año. Para este caso, se considera una capacidad inicial relacionada con la alternativa 1. Luego, a los cinco años de poner en marcha la planta, la capacidad productiva se verá afectada, incrementándola hasta los 682.637 kilogramos al año.
- **Alternativa 3: Capacidad de 682.637 kilogramos al año.** En esta alternativa, se considera una capacidad ociosa.

Año	Cantidad	A1	A2	A3
1	571200	571200	571200	682637
2	582624	571200	571200	682637
3	594276	571200	571200	682637
4	606162	571200	571200	682637
5	618285	571200	571200	682637
6	630651	571200	682637	682637
7	643264	571200	682637	682637
8	656129	571200	682637	682637
9	669252	571200	682637	682637
10	682637	571200	682637	682637

Cuadro de elaboración propia. Agosto de 2014



Para el presente estudio técnico, y el posterior estudio económico, se seleccionará la alternativa tercera, considerando así, una capacidad ociosa. Los resultados del estudio económico, determinarán en una instancia posterior, si la selección de esa alternativa resultara ser la más conveniente. En caso contrario, se evaluarán las demás, de manera de establecer la que genere mejores resultados. Además, se debe considerar que, con estrategias de mercadotecnia y otras herramientas, la demanda podría ser incrementada, para lo cual sería una elección adecuada el sobredimensionamiento.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL PROYECTO

La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital o a obtener el costo unitario mínimo. El objetivo general de este punto es, llegar a determinar el sitio donde se instalará la planta. En la localización óptima del proyecto se encuentran dos aspectos: la Macro localización (ubicación del mercado de consumo; las fuentes de materias primas y la mano de obra disponible) y la Micro localización (cercanía con el mercado consumidor, infraestructura y servicios). (Baca, 2010)

El objetivo general de este punto es llegar a determinar el sitio donde se instalará la planta. Para ello, los lugares propuestos, serán analizados por el método cualitativo por puntos, eligiendo la opción más rentable para el proyecto.

Para la localización de la planta se requiere de una nave industrial de aproximadamente **2.400m²**, con suministro eléctrico, toma de agua y drenaje.[44]

Método cualitativo por puntos

[44] Ver unidad 7.5.2.2 Detalle de la superficie de la planta.

Consiste en asignar factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización. Esto conduce a una comparación cuantitativa de diferentes sitios. El método permite ponderar factores de preferencia para el investigador al tomar la decisión. El procedimiento para realizar este método es el siguiente:

1. Desarrollar una lista de factores relevantes con respecto a la localización.
2. Asignar un peso a cada factor para indicar su importancia (los pesos deben sumar 1.00) y el peso dependerá exclusivamente del criterio del investigador.
3. Asignar una escala común a cada factor (0 al 10) y elegir cualquier mínimo.
4. Calificar cada sitio potencial de acuerdo con la escala designada y multiplicar la calificación por el peso.
5. Sumar la puntuación de cada sitio y elegir el máximo de puntuación[45].

Los factores a considerar para el estudio cualitativo, serán los siguientes con su correspondiente escala de calificación:

Tabla. Factores de localización de planta

Factor Relevante	Peso asignado
Materia prima	0,35
Mercado	0,25
Mano de obra	0,2
Infraestructura y servicios	0,10
Comunicaciones y transporte	0,10
Suma	1,00

Para la determinación de los valores de cada factor relevante analizado, se utiliza un parámetro de comparación. En estos casos los parámetros corresponden al número de habitantes para cada una de las localidades y la distancia existente entre cada localidad y la provincia de Buenos Aires en unidades de kilómetros.

[45] Evaluación de Proyectos. Gabriel Baca Urbina. Quinta Edición. México D.F. Pág. 107.

Localidad	Habitantes (1)	Materia Prima	Mano de obra	Distancia a Bs As [km] (2)	Mercado
Río Gallegos	97.742	10	8	2.541	6
Caleta Olivia	70.304	7,2	5,8	1.834	8
P. Deseado	15.023	1,5	1,2	2.054	7
P. Moreno	5.467	0,6	0,4	2.141	7
G. Gregores	4.262	0,4	0,3	2.484	6
Los Antiguos	3.119	0,3	0,3	2.197	7
P. San Julián	8.933	0,9	0,7	2.190	7
P. Santa Cruz	4.739	0,5	0,4	2.314	7
El Calafate	18.000	1,8	1,5	2.761	5
Piedrabuena	10.175	1,0	0,8	2.304	7

Cuadro de elaboración propia. Septiembre de 2014
(1) Fuente: INDEC 2010
(2) Fuente: http://ar.lasdistancias.com/

Tabla de evaluación por puntos

Factor relevante	Peso asignado	Río Gallegos		Caleta Olivia		P. Deseado		P. Moreno		G. Gregores		Los Antiguos		P. San Julián		P. Santa Cruz		El Calafate		Piedrabuena	
		C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP
Materia prima	0,35	10	3,5	7,2	2,52	1,5	0,53	0,6	0,21	0,4	0,14	0,6	0,21	0,9	0,315	0,5	0,18	1,8	0,63	1	0,35
Mercado	0,25	6	1,5	8	2	7	1,75	7	1,75	6	1,5	7	1,75	7	1,75	7	1,75	5	1,25	7	1,75
Mano de obra	0,20	8	1,6	5,8	1,16	1,2	0,24	0,4	0,08	0,3	0,06	0,3	0,06	0,7	0,14	0,4	0,08	1,5	0,3	0,8	0,16
Infraestructura y servicios	0,10	5	0,5	8	0,8	4	0,4	4	0,4	4	0,4	4	0,4	4	0,4	4	0,4	5	0,5	5	0,5
Comunicaciones y transporte	0,10	8	0,8	9	0,9	7	0,7	7	0,7	4	0,4	6	0,6	8	0,8	6	0,6	5	0,5	8	0,8
Suma	1,00	7,9		7,38		3,615		3,14		2,5		3,02		3,405		3,005		3,18		3,56	

C: Calificación
CP: Calificación ponderada
Tabla de elaboración propia. Año 2014

Una vez que se ha establecido el método cualitativo por puntos, se hace la elección de las opciones más favorables, por lo que, se han seleccionado dos ciudades claves: **Río Gallegos**, capital de la provincia de Santa Cruz y la ciudad de **Caleta Olivia**.

Por conclusión, se selecciona la localidad de **Río Gallegos**, para la instalación de la planta industrial. Esta decisión está basada en las posibilidades de crecimiento, la disponibilidad de mano de obra requerida y los suministros de servicios.

7.1 ***Análisis de la Macro localización***

La Macro localización, también llamada macro zona, es el estadio de localización que tiene como propósito encontrar la ubicación más ventajosa para el proyecto. Determinando sus características físicas e indicadores socioeconómicos más relevantes. Es decir, cubriendo las exigencias o requerimiento de proyecto, el estudio se constituye en un proceso detallado como: Mano de obra, materiales primas, energía eléctrica, combustibles, agua, mercado, transporte, facilidades de distribución, comunicaciones, condiciones de vida leyes y reglamentos, clima, acciones para evitar la contaminación del medio ambiente, apoyo, actitud de la comunidad, zona francas. Condiciones, sociales y culturales.

Para dicho análisis se ha considerado a la provincia de Santa Cruz, a causa de las posibilidades de desarrollo industrial, de los beneficios que se otorgan en servicios y de locación de planta, en cuanto a ley de promoción industrial se refiere.

7.1.1 ***Provincia de Santa Cruz***

- *Características geográficas*:

  Santa Cruz es una provincia argentina situada en la Región Patagónica al sur del país. Limita al norte con la provincia del Chubut, al este con el océano Atlántico y al sur y al oeste con la República de Chile. Con sus 243 943 km² de extensión, es la segunda provincia más extensa del país, solo superada por la de Buenos Aires, con 307 571 km². Sus principales ciudades son Río Gallegos y Caleta Olivia.
  La provincia está ubicada en el extremo sur del sector continental del país. El paisaje provincial presenta tres sectores diferentes:

  - Al oeste, la región andina: se caracteriza por la presencia de la sección de la cordillera de los Andes denominada Andes Patagónicos. En este tramo la cordillera presenta una menor altura, contando con sus cumbres nevadas durante todo el año, entre estas se destacan el Chaltén (o Fitz Roy) con 3405 m, al pie de los cordones andinos se encuentran grandes lagos de origen glaciar tales como el lago Argentino, lago Viedma y lago San Martín, lago Buenos Aires, Lago Pueyrredón surcados por témpanos que se desprenden durante el estío de los grandes glaciares que constituyen los Campos de Hielos Patagónicos, en esta bella región se ubica el célebre Parque Nacional Los Glaciares y el no menos conocido Parque Nacional Perito Moreno.
  - Al centro y este, la región extra-andina: predomina el relieve de mesetas escalonadas que disminuyen en altura hacia el este. Entre las mesetas se encuentran depresiones como el Gran Bajo de San Julián, en este, y con más precisión en el sitio llamado Laguna del Carbón con 105 metros bajo el nivel del mar, se encuentra el punto más bajo de los hemisferios Sur y Occidental.
    Ya en las mesetas de la Patagonia Extra-andina se pueden encontrar también importantes lagos, aunque estos deben su origen principalmente a hundimientos tectónicos, entre los mismos se cuentan el lago Cardiel, el lago Strobel, lago Ghio y el lago Quiroga.
    Otro rasgo muy destacado del relieve santacruceño es la Gran Altiplanicie Central delimitada por el valle del río Deseado al norte y por el valle del río Chico al sur, esta meseta es principalmente basáltica con algunos volcanes y conos aislados (chihuidos), de poca accesibilidad y con clima muy riguroso, también se presentan valles fluviales y cañadones los cuales se tratarán más detalladamente en el ítem hidrografía.

  - El sur: partiendo de la cuenca del río Santa Cruz se extiende una región húmeda con pasturas y praderas que, tras pasar el límite entre los estados argentino y chileno, llega al Estrecho de Magallanes, tal zona, bastante llana en relación con el resto de la Patagonia ha recibido el nombre de Pampas de Diana, tal denominación de origen indudablemente europeo parece originarse en la abundancia de caza existente allí hasta la primera mitad del siglo XX, caza de choiques, huemules, guanacos, y culpeos principalmente.
    El litoral marítimo: las costas de Santa Cruz se caracterizan por poseer abruptos y elevados acantilados (de hasta 300 msnm) muchas veces curiosamente erosionados

por las intensas mareas, sin embargo los accidentes más destacados son las rías en las desembocaduras de los ríos (siendo la principal la ría de Puerto Deseado) y el gran golfo de San Jorge.

- *Características económicas*[46]

La economía de la provincia de Santa Cruz está basada principalmente en actividades de producción primaria y extractivas organizadas en enclaves de alta productividad pero con escaso valor agregado, y en la destacada participación del sector terciario – sumamente heterogéneo-, donde predomina el rol del Estado Provincial, observándose un crecimiento de actividades formales e informales.

El Producto Bruto Geográfico (PBG) de la provincia de santa cruz representa, aproximadamente, el 1,5% del PBI nacional, y su producto per cápita es cerca de dos veces y media superior al nacional.

La existencia de abundantes reservas de recursos naturales no renovables, los cuales tienen una demanda sostenida en el comercio internacional, y la ausencia de un mercado interno significativo, determinan las características de la estructura productiva santacruceña. En consecuencia, el PBG está dominado por la actividad primaria, que concentra cerca del 50% del producto provincial, siendo dicha participación ampliamente superior a la nacional (8% del PBI). La magnitud de este sector está determinada por el elevado valor de producción de hidrocarburos (petróleo y gas), que alcanza el 80% de las actividades primarias.

El sector terciario por su parte, es el segundo en importancia (poco más del 35% del PBG) aunque participa en la economía santacruceña en una proporción muy inferior que a nivel nacional (65%), como consecuencia de la escasa actividad manufacturera (alrededor del 3% del PBG, mientras que a nivel nacional es del 20%).

La economía de base es primaria, en particular ganadería ovina y minería, lo que ha coadyuvado a la localización puntual de la población, creando inmensos vacíos demográficos. Un 18% del stock de ganado ovino del país (más de 3,3 millones de cabezas) se sostiene con los pastos pobres de escaso valor nutricional que tapizan las mesetas centrales. Únicamente en la porción más austral y húmeda del territorio, conocida como zona magallánica, la presencia de pastos con gramíneas mejora los índices de carga ganadera y configura el ámbito por excelencia de las grandes estancias. En el área de la cordillera, al amparo de microclimas térmicos que protegen a los animales del rigor de los inviernos, existen algunas estancias que crían ganado vacuno. Asimismo, en dicha zona los microclimas surgidos en torno a los grandes lagos permiten, con el auxilio de la irrigación artificial, la presencia de algunas chacras en la zona de los Antiguos, a orillas del lago Buenos Aires, en las que prosperan plantas forrajeras, hortalizas y frutas finas (cerezas, frambuesas y frutillas).
El extenso litoral atlántico y un mar epicontinental de riqueza piscícola promueven la actividad pesquera que aporta casi el 20% de valor agregado total a escala provincial y más del 40% del total nacional, pescado exportado hacia la Unión Europea.

Tanto la pesca como la minería están orientadas al mercado externo, pero con perspectivas disimiles: la primera atraviesa una crisis por sobreexplotación del recurso, en tanto que la

[46] Gonzáles, Magali Estefanía. Tesis para obtener el título de ingeniero industrial. "Planta de producción de alambre sintético a partir del reciclaje de PET grado botella en la provincia de Santa Cruz". Página 77. Argentina. Año 2012.

segunda ha comenzado una nueva etapa desde la puesta en producción del yacimiento de oro y plata Cerro Vanguardia.

El 80% del producto bruto industrial está representado por la elaboración de materias primas y alimentos (lanas y conservas de pescado, moluscos y crustáceos).

- *Características sociales y demográficas*[47]

Su densidad demográfica se acerca a 1,12 hab/km² y más de un 95% de la población es urbana, la mitad de la cual se concentra en la capital provincial, la ciudad de Río Gallegos. La escasa población rural, se dedica al criado de ganado ovino principalmente y bovino. Éste último se ubica en el sector occidental de la provincia, donde las montañas y la vegetación crean microclimas, permitiendo la cría de determinadas razas vacunas, aun así la producción minúscula. También existen algunas familias que se ubican en el sector norte, que se dedican al cultivo de frutas finas en fincas y chacras. La superficie total de la provincia es de 243.943 km²; y la población según el censo 2010 es de 273.964 habitantes.
Como se mencionó anteriormente, la mayoría de la población se concentra en los centros urbanos, siendo Río Gallegos, la ciudad capital provincial, que aglutina el mayor número de personas, aunque Caleta Olivia ostenta casi 71.000 habitantes, siendo la segunda ciudad en importancia numérica.

La distribución de la población por grupos de edad tiene forma de pirámide de tipo progresiva, de base más ancha que el centro y disminución en la parte superior, aunque tiene una tendencia a estancarse con base y centros parecidos y cima reducida.

Los niveles de desocupación son bastantes bajos, del total de la población económicamente activa, que busca trabajo solo el 1,7% se encuentra desocupado.

7.1.2 Micro localización

Micro localización, conjuga los aspectos relativos a los asentamientos humanos, identificación de actividades productivas, y determinación de centros de desarrollo. Selección y re limitación precisa de las áreas, también denominada sitio, en que se localizara y operara el proyecto dentro de la macro zona.

- *Características geográficas*

Río Gallegos es una ciudad argentina, capital de la Provincia de Santa Cruz. Ubicada en la desembocadura del río Gallegos, en el departamento Güer Aike, es la ciudad más poblada de la provincia -con 95 796 habitantes (según el último censo)- y el centro distribuidor para las actividades turísticas de la zona.[48]

- *Características económicas*

[47] Gonzáles, Magali Estefanía. Tesis para obtener el título de ingeniero industrial. "Planta de producción de alambre sintético a partir del reciclaje de PET grado botella en la provincia de Santa Cruz". Página 78. Argentina. Año 2012.
[48] Editorial. "Río Gallegos". En línea. Mayo de 2014. Mayo de 2014. Disponible en la web: http://www.riogallegos.gov.ar/

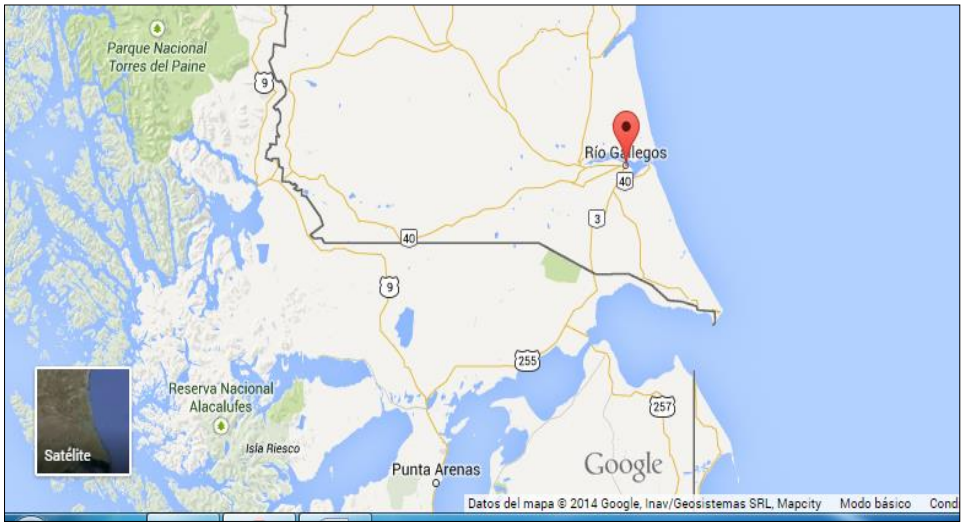
El sector de Minas y Canteras: La estructura productiva provincial continua con una importante preeminencia del sector petrolero, gasífero y minero que se localiza dentro del agregado Minas y Canteras.

7.1.2.1 Localización

El lugar donde el proyecto se llevara a cabo será en la ciudad capital de Rio Gallegos, más específicamente la planta estará localizada en la zona destinada para parques industriales, esto está ubicado sobre Ruta Nacional N° 3 con orientación hacia la zona sur de nuestro territorio nacional. Esta zona industrial cuenta con grandes áreas en las cuales a través de una gestión municipal se pretende iniciar los trámites para poder adjudicarse un terreno con las dimensiones necesarias definidas en la distribución de planta del proyecto.

Su lejanía con el resto de la zona urbana de la ciudad permite una mayor comodidad para la carga y descarga de camiones y su desplazamiento por la zona, teniendo muy cerca los accesos a rutas tanto nacionales como provinciales.

7.1.2.2 Mapa de micro localización



DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE PLANTA

Se refiere a la capacidad instalada del proyecto, y se expresa en unidades de producción por año. Existen otros indicadores indirectos, como el monto de la inversión, el monto de ocupación efectiva de mano de obra o algún otro de sus efectos sobre la economía. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica. (Baca, 2010)

El tamaño óptimo de un proyecto es su capacidad instalada, y se expresa en unidades de producción por año. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica. Además de definir el tamaño óptimo de un proyecto de la manera descrita, en otro tipo de aplicaciones existen otros indicadores indirectos, como el monto de la inversión, el monto de ocupación efectiva de mano de obra o algún otro indicador.

Para determinar el tamaño óptimo de la planta es necesario conocer el proceso de manufactura y de todas las operaciones que implica este, como son: el estudio de método, distribución de planta, etc.

Debe entenderse por manufactura la actividad de tomar insumos, como las materias primas, mano de obra, energía, etc., y convertirlos en productos. Se han clasificado cinco tipos de procesos de manufactura:

- Un proceso de manufactura por proyecto se refiere al hecho de construir algún producto por única ocasión, o en dos o tres ocasiones.
- La manufactura por órdenes de producción implica elaborar determinada cantidad de productos con ciertas características, para lo cual requiere de personal con habilidades especiales, con experiencia, que utilizan un equipo productivo especializado y para elaborar la producción, se fija un tiempo límite.
- Un proceso de manufactura por lotes se presenta cuando se fabrica un producto similar en grandes cantidades y en las órdenes de trabajo, con la diferencia de que en lotes el producto se elabora en grandes volúmenes y en las órdenes de trabajo rara vez se ejecutan.
- La manufactura por línea se utiliza cuando una empresa que elabora una gama de productos fabrica con mayor demanda que los demás; entonces se considera se considera que vale la pena hacer una línea de producción exclusiva para este artículo.
- En la manufactura por procesamiento continuo, una materia prima pasa a través de varios procesos y con ella se elaboran diversos productos sin interrupción; este procedimiento puede durar meses o años.

Para el caso del proyecto analizado, se presenta un proceso de manufactura continuo, puesto que el proceso de reciclado es a través de varias operaciones continuas, que se inician con el acopio de las botellas hasta terminar con el hilo de poliéster, sin interrupción.

7.2 ***Factores que determinan el tamaño de la planta***

El tamaño de la planta a establecer dependerá de factores relevantes el tamaño, la demanda, la disponibilidad de la materia prima, la tecnología, los equipos y el financiamiento.

7.2.1 Planta principal

- *El tamaño del proyecto y la demanda:*

En general, la eficiencia del proceso del reciclado desde la operación de acopio, hasta el término de la elaboración de los pellets, es de 70%[49]. Por lo que, de los 682.637 kg/año de PET se transformarán en **477.846 kg/año** aproximados para ser procesados en la segunda etapa de elaboración del hilo de poliéster.

Se consideran dos turnos de ocho horas laborales, con cinco días a la semana y 52 semanas al año, se estiman **4.000 horas** aproximadas de producción.

Capacidad productiva: **120 kg/h** para el proceso de reciclado y **90 kg/h** aproximado para la etapa posterior.

- *El tamaño del proyecto y los suministros e insumos:*
  Capacidad productiva: **120 kg/h** para el proceso de reciclado y **90 kg/h** aproximado para la etapa posterior.

  Tamaño de planta aproximada: Para la determinación del tamaño óptimo de planta, no sólo se deben considerar los espacios necesarios para las áreas principales de producción y oficinas, sino también debe preverse el espacio necesario para el acopio de materia prima, evitando capacidad ociosa por falta de insumos. Además, deben considerarse los espacios requeridos para entrada y salida de camiones, baños y depósitos de producto terminado, entre otros.

*7.2.2 **Método de escala***

Una forma detallada de determinar la capacidad óptima de producción es considerar la capacidad de los equipos disponibles en el mercado y con esto analizar las ventajas y desventajas de trabajar cierto número de turnos y horas extra. Cuando se desconoce la disponibilidad de capital para invertir, es un método muy útil.

Para el estudio se trabajará con dos turnos de ocho horas laborales cada uno, con cinco días a la semana y 52 semanas al año, con aproximadamente **4000 horas** de producción. La capacidad de producción de las máquinas de reciclaje está medida en kg/h, por esta razón es necesario presentar la capacidad de producción en kg/h; si la capacidad a producir es de 682 ton/año, la capacidad diaria debería ser de 2.73 toneladas y se tendrían que reciclar **170 kg/h**.

Las maquinarias a utilizar serán: 1 línea de reciclaje L300 de la empresa mexicana PLASTINOVA, con capacidad mínima de producción de 100 kg/h y máxima de 300 kg/h, esta trabajará al 40% de su capacidad, una extrusora de hilo plano de origen americano (distribuye PROINPLAS), con capacidad de 120 kg/h, que estará trabajando al 100% de su capacidad, una hiladora de marca Rieter, de origen suizo (distribuye Chilicote S.A) y una máquina de embaladora de bobinas de hilo.

Las máquinas y equipos a utilizar serán los siguientes:

- Transportador de cinta
- Removedor de etiqueta
- Banda seleccionadora material
- Banda alimentadora molino

[49] Reyes Carcaño, Josué Ricardo. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. “Estudio de factibilidad para la instalación de una planta recicladora de envases PET”. Página 28. Argentina. Año 2009, Junio de 2014.

- Trituradora
- Tornillo transportador helicoidal
- Tanque de separación
- Lavadora de fricción baja velocidad
- Tina de lavado en caliente 1
- Tornillo transportador helicoidal
- Tina de lavado en caliente 2
- Tornillo transportador helicoidal
- Lavadora de fricción alta velocidad
- Tornillo transportador helicoidal
- Tanque de separación
- Tanque de enjuague
- Centrífuga
- Secador
- Separador de finos y de etiqueta
- Silo de almacenamiento
- Prensa hidráulica para fardos
- Extrusora de hilo plano
- Ventilador industrial
- Bobinadora
- Hiladora

7.2.3 Tamaño seleccionado para la planta principal

Tomando en consideración que la bobina a producir es **42/2 denier** (42gr cada 9.000 metros) y, que la producción es de **90kg/h** para el hilado por fusión, se calcula a continuación la cantidad, en unidad de kilogramos, de poliéster producido.

Producción de kilogramos por hora	90 kg
Duración en horas de cada turno	8hs
Producción de kilogramos por turno	720 kg
Turnos por día	2,5
Producción de kilogramos por día	1.800 kg
Días efectivos al mes	22 días
Producción de kilogramos por mes	39.820 kg
Meses al año	12 meses
Producción de kilogramos por año	477.846 kg

El proyecto, en conclusión, producirá un total neto de **477.846 kilogramos** al año de producción plena de hilo de poliéster. Sin embargo, considerando que la eficiencia del personal sea de al menos un 90%, como valor optimista, la producción final será de **430.061 kilogramos al año.**

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Su objetivo es resolver todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta, desde la descripción del proceso, adquisición del equipo y la maquinaria, se determina la distribución óptima de la planta, hasta definir la estructura jurídica y de organización que habrá de tener la planta productiva. En síntesis, resuelve todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta. (Baca, 2010)

Materiales que constituyen una botella de PET

Previo al desarrollo de la etapa de descripción del proceso de producción, es indispensable conocer los materiales que se encuentran en una botella post consumo, ya que al conocer cada material y su respectiva densidad, se podrá justificar la forma de separación de los distintos componentes de una botella plástica.

Los componentes principales de la botella son: el envase mismo, la tapa y la etiqueta. A continuación se detallas cada uno de ellos:

1. El envase en sí mismo es PET.

2. La tapa tiene dos componentes, el de la tapa con su anillo de seguridad que es de PP (polipropileno) ó PEAD (polietileno de alta densidad) y la junta de hermeticidad interior que le confiere estanqueidad a la tapa impidiendo que se escape el anhídrido carbónico. El material de la junta de hermeticidad, en general, es de EVA (etilenvinilacetato)[50].

3. Por último, la etiqueta, compuesta principalmente de PP, PEBD (polietileno de baja densidad). Además, se tiene un elemento adicional, que es el del adhesivo con el cual se pega a esta etiqueta.

[50] Ojeda, Mariano. "PRODUCCION DE ESCAMAS DE PET" En línea. 27 de Diciembre de 2012. Junio de 2014. Disponible en la web: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2012/12/produccion-de-escamas-de-pet.html

Gráfica. Partes de una botella plástica

Densidad de cada parte constituyente de una botella plástica:

Parte	Material	Densidad
Cuerpo	PET	1,38 gr/cm³
Etiqueta	Polipropileno (PP)	0,946 gr/cm³
Tapa	Polietileno de alta densidad (PEAD)	0,952 gr/cm³
Junta hermética	Etileno vinil acetato (EVA)	0,925 gr/cm³

Cuadro de elaboración en base a información obtenida en http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2011/05/pet.html y en http://quiminet.com. Junio de 2014.

7.3 ***Descripción del proceso de producción***

El proceso de producción es el procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener los bienes y servicios a partir de insumos, y se identifica como la transformación de una serie de insumos para convertirlos en productos mediante una determinada función de producción.[51]

7.3.1 **Detalle del proceso de reciclado mecánico**

7.3.1.1 Acopio del material

El acopio es simplemente la recolección del material, ya sea en centros de acopio ya establecidos o recolección directa. Es el área destinada a la realización de las siguientes tareas:

- Descarga de los camiones de los proveedores con fardos o paquetes de botellas prensadas
- Vaciado de los bolsones y/o desarme de los fardos para verificar que:
- Las botellas sean de PET y no de otro material como ser PVC, PEBD, PEAD, PP.
- Las botellas no estén sucias con aceites, pinturas, cemento, etc.

[51] Evaluación de Proyectos. Gabriel Baca Urbina. Quinta Edición. México D.F. Pág. 111.

- Las botellas no estén llenas de agua u otros líquidos.
- Las botellas sean de un material uniforme ya sea PET cristal (incoloro), PET verde o PET celeste.
- La presencia excesiva de estos defectos decidirá la aceptación o rechazo de la carga.

7.3.1.2 Rompedora de fardos

Los fardos o paquetes prensados de botellas de PET son desarmados mediante la eliminación del suncho por guillotina y la acción de tornillos sinfín. Si los fardos no se encuentran debidamente desarmados pueden llegar a entorpecer el proceso productivo.

Recepción de la materia prima

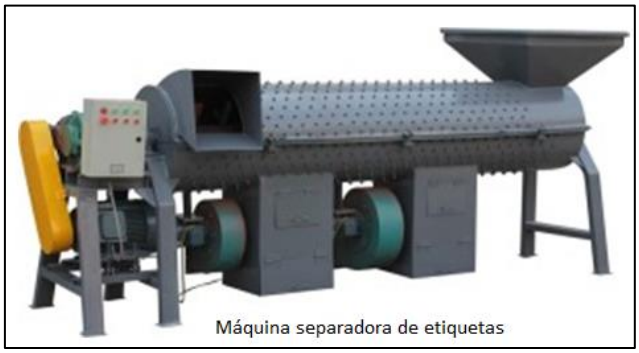
Rompedora de fardos

7.3.1.3 Prelavado

El material desembalado es transferido mediante una cinta transportadora al pre-lavador (tambor giratorio cribado) donde las botellas son liberadas de la suciedad gruesa exterior (principalmente tierra y piedras).

7.3.1.4 Sacado de etiquetas

Por medio del saca-etiquetas, gran parte de las botellas son despojadas de las etiquetas que tenía adheridas. El equipo se compone de un eje con paletas que al girar a gran velocidad despoja a las botellas de las etiquetas. Las paredes metálicas del equipo presentan perforaciones, de aproximadamente 5cm, que permiten la eliminación de las etiquetas, mientras que las botellas continúan su marcha hacia la siguiente etapa del proceso.



Máquina separadora de etiquetas

7.3.1.5 Detección y separación de metales

Luego del saca-etiquetas todas las botellas pasan por un detector/separador de metales encargado de la eliminación, por ejemplo, de latas de hojalata o aluminio y las botellas que contienen algún elemento metálico.

Detector de metales

Prelavador y saca-etiquetas

7.3.1.6 Cinta de clasificación[52]

En esta zona trabajan varias personas inspeccionando visualmente las botellas que se desplazan sobre una cinta transportadora, separando envases de PVC, PC, PEAD, PP u otros plásticos de la corriente de envases de PET. Así mismo, se separan otros materiales tales como maderas, piedras, basura, etc.

Cabe destacar que se deberá eliminar principalmente todos aquellos plásticos que no puedan ser separados, en la etapa de separación por flotación en agua. Estos serían precisamente todos aquellos plásticos que como el PET presentan una densidad mayor al agua (por ejemplo: PVC, PS y PC). El PVC constituye uno de los peores contaminante del material debido a que la presencia de este en el producto terminado ocasiona amarillamiento del PET además de aparición puntos negros cuando se procesa posteriormente en una extrusora. El PVC también ocasiona oxidación de la maquinaría utilizada para su conformación debido a la formación de HCl (muy corrosivo) durante el calentamiento.

Una forma de distinguir los diferentes tipos de plásticos es por medio del código de números asignados a cada uno de ellos impresos en los envases.

clasificación manual de botellas

[52] Ojeda, Mariano. "PRODUCCION DE ESCAMAS DE PET" En línea. 27 de Diciembre de 2012. Junio de 2014. Disponible en la web: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2012/12/produccion-de-escamas-de-pet.html

Aunque lamentablemente no siempre los envases presentan este código identificatorio. Lo cual dificulta la identificación a simple vista para el ojo no entrenado.

7.3.1.7 Detector de PVC[53]

La corriente de botellas pasa por este equipo, que al detectar la presencia de un envase o fragmento de PVC (no detectado y eliminado en la cinta de clasificación) lo expulsará, hacia la cinta de descarte, por intermedio de unos picos que expulsan aire comprimido. El equipo solo podrá expulsar fragmentos de PVC mayores a 5 mm.
La sensibilidad de este equipo es ajustable. Cabe aclarar que a mayor sensibilidad mayor será la cantidad de botellas de PET descartadas junto con el PVC y que luego habrá que reclasificar.

El principio de funcionamiento de este equipo se basa en la emisión de rayos X.

En la actualidad, existe una gran variedad de tecnologías desarrolladas para la identificación de polímeros utilizadas en la industria del reciclado de materiales plásticos. Estas tecnologías abarcan los distintos tipos de espectroscopías: NIR, MIR, termografía de IR, LIBS, fluorescencia de rayos X, etc.

7.3.1.8 Transporte neumático

Las botellas de PET luego del detector/separador de PVC son transportadas neumáticamente por la acción de un soplante al sector de molienda.

7.3.1.9 Molienda de botellas

En este paso, las botellas transportadas neumáticamente caen en la garganta del molino, el cual mediante un juego de cuchillas giratorias y fijas, tritura la botella hasta obtener escamas de un tamaño de 12 mm. Luego pasan a través de una criba metálica y caen dentro de la primera batea de separación por flotación.

El tamaño de las escamas de PET estará dado por el diámetro de los orificios de la criba.

[53] Ojeda, Mariano. "PRODUCCION DE ESCAMAS DE PET" En línea. 27 de Diciembre de 2012. Junio de 2014. Disponible en la web: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2012/12/produccion-de-escamas-de-pet.html

Interior de molino para plástico

Criba del molino

7.3.1.10 Lavado y separación de plásticos[54]

El material molido proveniente del molino, cae en una batea llena de agua con circulación por bombeo y desborde. En el fondo de la batea se halla un tornillo sin fin que gira lentamente. Las etiquetas, las tapitas y la guarnición de las tapitas están fabricadas con materiales que tienen una densidad inferior a la del agua, por lo tanto flotan. El PET tiene una densidad mayor que el agua, por lo tanto se hunde y es transportado por el tornillo sin fin.

El PET es transportado mediante tornillos sin fin a tanques de lavado con una solución acuosa de lavado caliente y agitación para eliminación de suciedad adherida a las escamas de PET. La solución de lavado se compone de agua, soda cáustica y tensoactivos. Los tensoactivos son sustancias químicas que consigue que dos líquidos inmiscibles (que no se mezclan) se unan de forma homogénea.

La soda cáustica permite la eliminación de los adhesivos que pueden contener las botellas por el colocado de etiquetas.

Los trozos de etiquetas, tapitas y guarnición flotan en el agua y son arrastrados por paletas agitadoras, hasta desbordar y puede ser recuperado, lavado, secado, extruido y comercializado.

Luego del lavado en caliente, las escamas de PET pasan por una serie de bateas de enjuague con agua.

Bateas de enjuague y centrífuga

Lavado en caliente

7.3.1.11 Eliminación de agua por centrifugación

[54] Ojeda, Mariano. “PRODUCCION DE ESCAMAS DE PET” En línea. 27 de Diciembre de 2012. Junio de 2014. Disponible en la web: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2012/12/produccion-de-escamas-de-pet.html

Mediante un tornillo sin fin las escamas de PET son transportadas a la parte inferior de una centrífuga. Una vez que el material entró a la centrífuga asciende y es proyectado contra una camisa perforada que permite escapar el agua.

7.3.1.12 Transporte neumático

Las escamas de PET ascienden por la centrífuga y salen por la parte superior. Allí se encuentran con la depresión de una corriente de aire producida por un soplante. El vacío producido fuerza a las escamas a entrar en el soplante y las arrastra mediante una corriente de aire, por cañerías, hasta el ciclón.

7.3.1.13 Ciclón

La corriente de aire que conduce las escamas de PET desemboca en un ciclón separador. Mediante una brusca expansión del diámetro de la cañería, las escamas pierden velocidad y caen en la cinta de inspección mientras que la corriente de aire es conducida al exterior, previo paso por una manga filtrante de tela que retiene las partículas de polvo de PET que se originan en el transporte neumático.

Ciclón

Bateas de enjuague y centrifuga

7.3.1.14 Cinta de inspección

El material proveniente del ciclón cae en una cinta que lo arrastra a medida que es inspeccionado visualmente y liberado de contaminantes tales como piedras, metales y otros que pudieran haber llegado hasta esta etapa del proceso.

Actualmente, diferentes tecnologías de espectroscopías infrarrojas (NIR, MIR, termografía de IR, LIBS, fluorescencia de rayos X, etc.) permiten eliminar diferentes contaminantes en las escamas de PET[55].

[55] Ojeda, Mariano. "PRODUCCION DE ESCAMAS DE PET" En línea. 27 de Diciembre de 2012. Junio de 2014. Disponible en la web: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2012/12/produccion-de-escamas-de-pet.html

Cinta de inspección de flakes

Flakes de PET

7.3.1.15 Transporte neumático

Las escamas de PET son transportadas mediante una corriente de aire proveniente de un soplante hasta el silo de almacenamiento.

7.3.1.16 Silo de almacenamiento

A la espera de ser envasadas, las escamas de PET son alojadas en un silo. Los mismos cuentan, por lo general, con dispositivos de dosificación (válvulas rotativas o tornillos sinfín) que permiten detener el flujo de material que permiten el cambio de los bolsos cuando están colmados, además de evitar la obturación del canal de salida con los mismos flakes (hojuelas).

Silos de almacenamiento

Soplante

7.3.2 **Detalle del proceso de hilado**

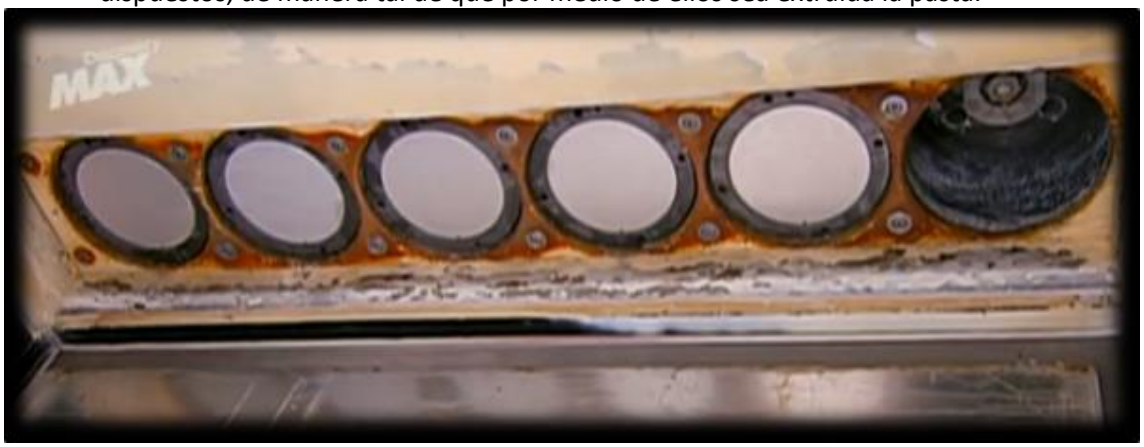
7.3.2.1 Extrusión

La extrusión es una parte muy importante del proceso de hilatura. Consiste en forzar o bombear la solución de hilatura a través de los pequeños orificio de una hilera o tobera. Una hilera es una boquilla pequeña, semejante a un dedal.

Este sistema es conocido comúnmente como tamiz de hilado que incluye además un filtro de malla, una placa metálica de distribución y partículas diminutas de metal para un filtrado extra.

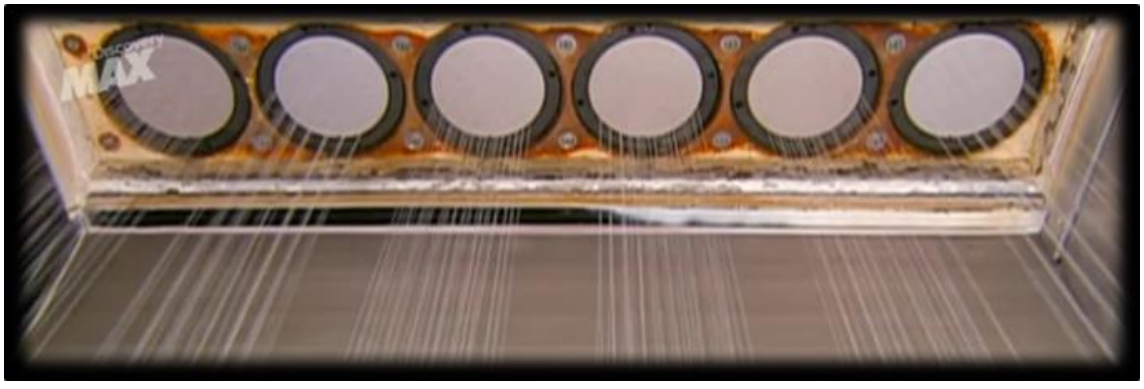
El tamiz debe ser recalentado para que el poliéster no se endurezca mientras fluye en estado líquido a través de este.

Una vez recalentados los tamices, son colocados sobre orificios que se encuentran dispuestos, de manera tal de que por medio de ellos sea extruida la pasta.



El scrap de PET se constituye en solución fundiéndolo (el punto de fusión del PET está alrededor de los 250 o 260 °C). Ésta solución se conoce como solución de hilatura o pasta hilable, que tiene una consistencia espesa. La solución se filtra antes de ser extruida.

Una vez fundida y obtenida la pasta, es extruida a través de los agujeros diminutos del tamiz, los cuales le dan forma de filamento al poliéster.



7.3.2.2 Enfriado

Las fibras obtenidas por la extrusión, se enfrían y endurecen al hacer contacto con el aire.

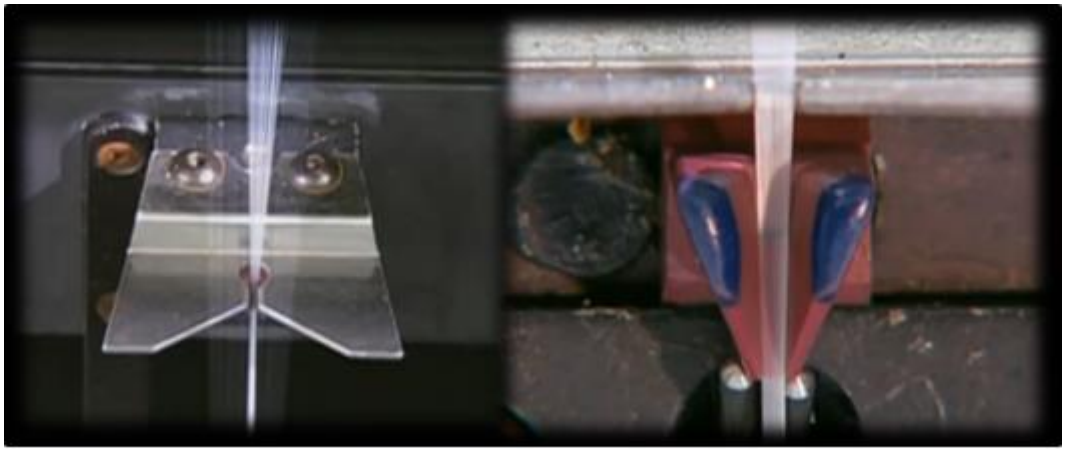
Los filamentos que se parten cuando el equipamiento arranca o se para se guardan en un contenedor para ser reciclados nuevamente.

7.3.2.3 Bobinado

Las fibras resultantes convergen y son encausados hacia el interior de una guía que junta todos los filamentos en un solo hilo.

El hilo pasa alrededor de unos rodillos que lo conduce a un compartimento, donde el aire lo zarandea para enredar los filamentos y que queden unidos.
Una devanadora enrolla el hilo a una velocidad superior a los 200 kilómetros por hora.

Luego de devanado el hilo es retirado para continuar con las demás etapas del proceso.



7.3.2.4 Inspección

Se coloca una muestra de cada tanta de producción sobre unas hebras de hilo negro que hace que el hilo más claro destaque. Se deshilachan ambos extremos de los hilos con una cuchilla para que sea más fácil examinarlas en el microscopio.
Se visualiza la imagen aumentada en una pantalla y se cuenta el número de filamentos.

7.3.2.5 Estirado

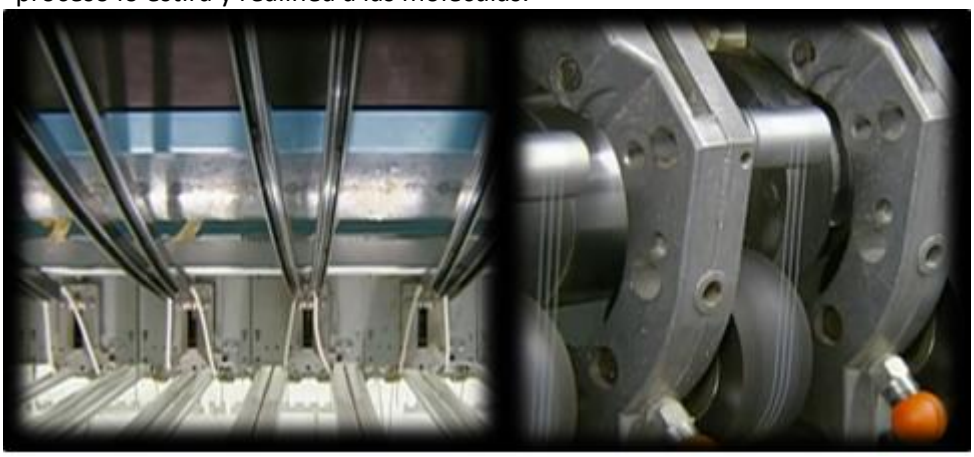
Previo baño en una emulsión de agua y aceite, el hilo debe ser estirado. Las fibras artificiales, al ser extruidas, presentan un estado molecular aleatorio, sin orientar. El estirado o alargamiento aumenta la cristalinidad y distribución interna ordenada, reduce el diámetro (disminuyendo por consiguiente el título o denier) y agrupa las moléculas juntándolas más. La cristalinidad y orientación se relaciona con propiedades físicas de la fibra. La resistencia a la abrasión, la elongación, la absorción de humedad, así como la receptividad de la fibra a los colorantes, son algunas de esas propiedades.

Los poliésteres deben estirarse en caliente para que la alineación molecular sea efectiva. Las cadenas moleculares se mantienen unidas entre sí por enlaces cruzados o por fuerzas intermoleculares (llamadas enlaces de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals). Las fuerzas son similares a la atracción entre un imán y un trozo de hierro. Mientras más cerca se encuentren las cadenas unas de otras, más fuertes serán los enlaces. El enlace de hidrógeno es la atracción de los átomos positivos de hidrógeno en una cadena, por átomos negativos de oxígeno o nitrógeno de una cadena continua. Las fuerzas de Van der Waals son similares pero más débiles.[56]

[56] Hollen, Norma. Manual de los Textiles. 1990. Pp. 139-140.

La temperatura que se debe aplicar a la fibra, previa del estirado, se establece por encima de los 95-100ºC.[57]

Entonces, el hilo es arrastrado sobre unos rodillos de goma caliente, por lo que el proceso lo estira y realinea a las moléculas.



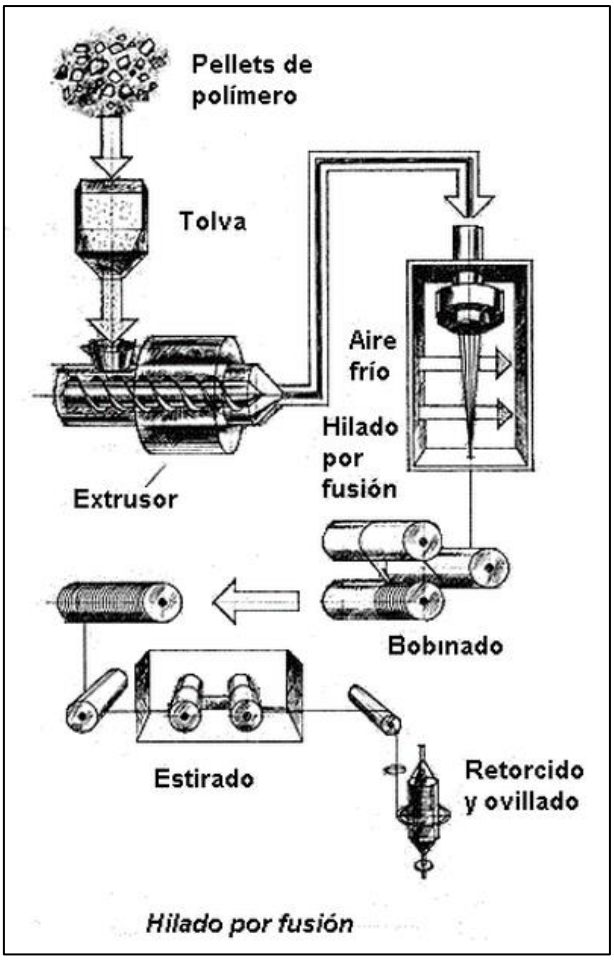
7.3.2.6 Retorcido y ovillado (bobina)

El rizado de la fibra se refiere a las ondas, quiebres, rizos o dobleces a lo largo de la longitud de la misma. Este tipo de ondulación aumenta la cohesión, resiliencia, resistencia a la abrasión, elasticidad, volumen y conservación del calor. El rizado también aumenta la absorbencia y, si bien favorece la comodidad al contacto con la piel, puede reducir el lustre.

Una forma común de rizado es el mecánico, que se imparte a la fibra haciéndola pasar a través de rodillos gravados, torciéndolas o aplanando uno de sus lados.
El rizado o crimpado favorece la cohesión. Es decir, la capacidad de las fibras de permanecer juntas durante la hilatura. Además, contribuye a darle resistencia al deshilachado de la tela posteriormente.

El hilo, una vez rizado, pasa por un túnel de secado a fin de fijar el rizo en la fibra. La mecha continua se llama ahora tow, quedando lista para la obtención de fibra dándole la longitud de corte deseada (1.5 den y 3 den para la mezclas con algodón y rayón respectivamente).

[57] Ojeda, Mariano. “PRODUCCION DE ESCAMAS DE PET” En línea. 27 de Diciembre de 2012. septiembre de 2014. Disponible en la web: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2012/12/produccion-de-escamas-de-pet.html



7.3.2.7 Cortado y embalado

Finalmente, el tow se corta en las longitudes predeterminadas y se embala, ajustándolo con zunchos de plástico.

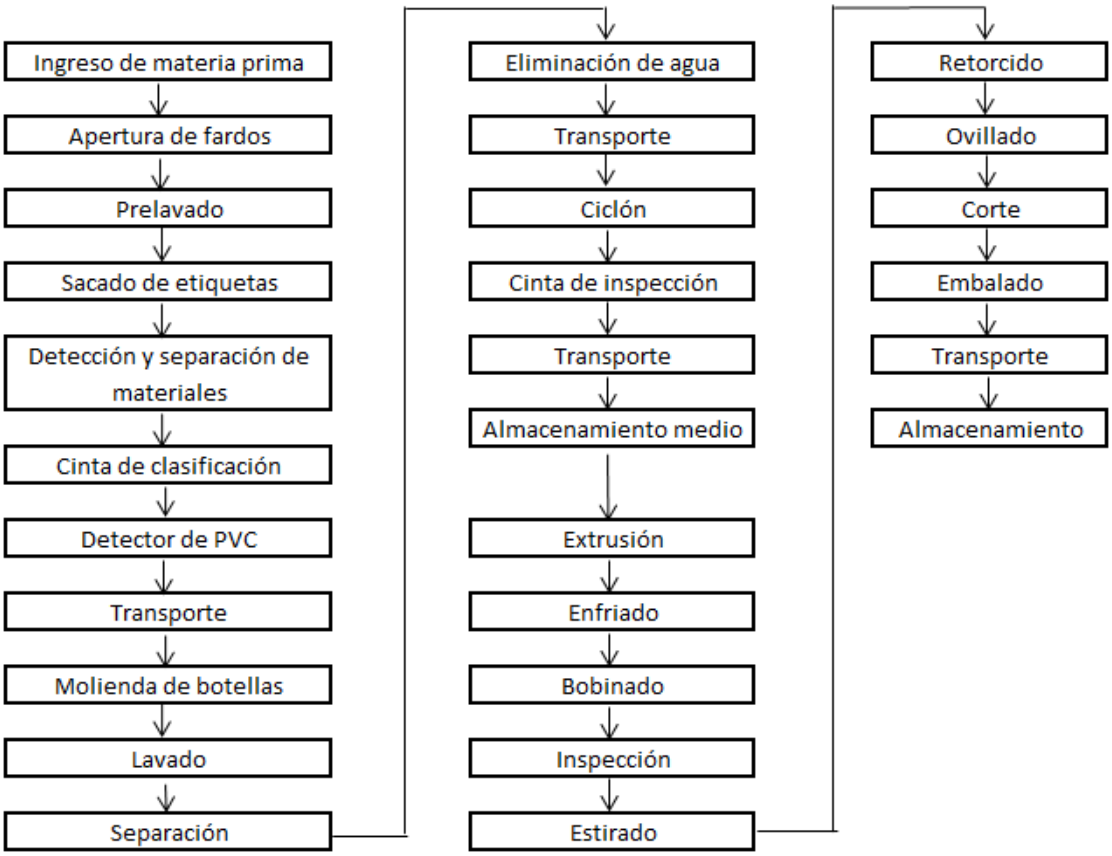
El producto final está listo para ser comercializado bajo el nombre de fibra corta de poliéster, de acuerdo a las especificaciones solicitadas y requeridas por el mercado.

7.3.2.8 Almacenamiento final de bobinas

Las bobinas son trasladadas a los centros de almacenamiento para su posterior comercialización.

7.3.3 **Análisis del proceso de producción**

7.3.3.1 ***Diagrama de bloques***



7.3.3.2 ***Diagrama de flujo del proceso***

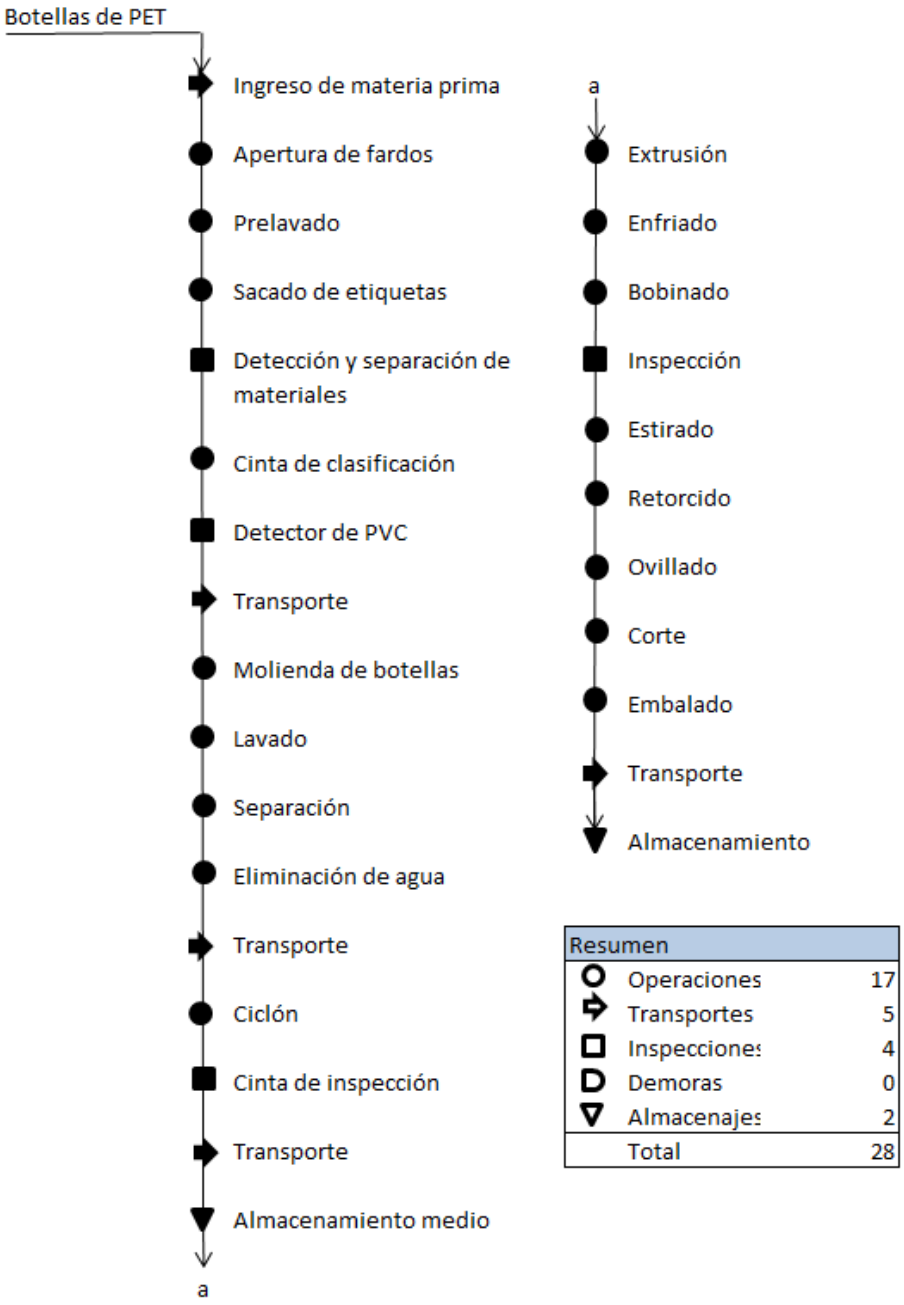
Para una determinación óptima con respecto al diagrama de flujo, primero se realiza un cuadro resumen de las operaciones que se encuentran involucradas en el proceso seleccionado, para luego desarrollar el diagrama anteriormente dicho.

	Operaciones					
Detalles del método	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Notas
Ingreso de material	○	⇨	□	D	▽	Fardos, bolsones, paquetes de botellas prensadas
Apertura de fardos	●	⇨	□	D	▽	Guillotina y tornillos sinfín
Prelavado	●	⇨	□	D	▽	Agua
Sacado de etiquetas	●	⇨	□	D	▽	Saca etiquetas
Detección y separación de metales	○	⇨	■	D	▽	Imanes
Cinta de clasificación	●	⇨	□	D	▽	Clasificación manual por inspección visual
Detector de PVC	○	⇨	■	D	▽	Descarte de PVC
Transporte	○	⇨	□	D	▽	Corriente de aire
Molienda de botellas	●	⇨	□	D	▽	Cuchillas para reducción de tamaño
Lavado	●	⇨	□	D	▽	Agua caliente, detergente industrial y soda caústica
Separación	●	⇨	□	D	▽	Tinas de separación por densidad
Eliminación de agua	●	⇨	□	D	▽	Centrifugación
Transporte	○	⇨	□	D	▽	Corriente de aire
Ciclón	●	⇨	□	D	▽	Separación de polvo
Cinta de inspección	○	⇨	■	D	▽	Inspección visual y por equipos
Transporte	○	⇨	□	D	▽	Corriente de aire
Almacenamiento	○	⇨	□	D	▼	Silo

	Operaciones					
Detalles del método	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Notas
Extrusión	●	⇨	□	D	▽	Tamiz de hilado. Temperatura 250-260ºC
Enfriado	●	⇨	□	D	▽	Corriente de aire
Bobinado	●	⇨	□	D	▽	Unión de las fibras
Inspección	○	⇨	■	D	▽	Conteo del número de filamentos
Estirado	●	⇨	□	D	▽	Alineación de filamento en caliente
Retorcido	●	⇨	□	D	▽	
Ovillado	●	⇨	□	D	▽	Armado de la bobina
Corte	●	⇨	□	D	▽	Corte en longitudes predeterminadas
Embalado	●	⇨	□	D	▽	
Transporte	○	⇨	□	D	▽	
Almacenamiento	○	⇨	□	D	▼	

Resumen	
○ Operaciones	17
⇨ Transportes	5
□ Inspecciones	4
D Demoras	0
▽ Almacenajes	2
Total	28

A continuación y con la información detallada anteriormente, se desarrolla el diagrama de flujo de las operaciones que intervienen en el proceso productivo:



*7.4 **Adquisición del equipo y la maquinaria***

Para el proyecto se utilizará una línea de reciclaje de PLASTINOVA, una empresa Mexicana proveedora de equipamiento para el reciclaje.

En lo que respecta a suministros para la segunda etapa de hilado por fusión, se utilizarán equipos de fabricación internacional, cuyos proveedores son las empresas Chilicote S.A. y PROINPLAS, ambas ubicadas en la provincia de Buenos Aires.

Además de estos equipos, es necesario el uso de una planta para el tratado de agua, ya que directamente esta no se puede desechar sin tratamiento previo. A continuación se detallaran los equipos y maquinarias a utilizar:

Equipo	Cantidad	Potencia [kw]	Precio [USD]
Transportador de cinta	1	2.2	7.952
Removedor de etiqueta	1	3.7+1.5	14.723
Banda seleccionadora material	1	2.2	8.725
Banda alimentadora molino	1	1.5	7.718
Trituradora	1	22.5	23.436
Tornillo transportador helicoidal	1	1.5	3.020
Tanque de separación	1	1.5+1.5	10.997
Lavadora de fricción baja velocidad	1	7.5	11.022
Tina de lavado en caliente 1	1	3.7	11.047
Tornillo transportador helicoidal	1	1.5	3.020
Tina de lavado en caliente 2	1	3.7	11.047
Tornillo transportador helicoidal	1	1.5	3.020
Lavadora de fricción alta velocidad	1	11.25	12.324
Tornillo transportador helicoidal	1	1.5	3.020
Tanque de separación	2	3+3	22.000
tanque de enjuague	1	2.2	5.662
Centrífuga	1	7.5	14.090
Secador	1	48+3.7+3	11.428
Separador de finos y de etiqueta	1	7.5+3	11.571
Silo de almacenamiento	1	3	4.126
Potencia total 152,6 kw			
			199.948

Cuadro de elaboración propia. 2014

Equipo	Cantidad	Potencia [kw]	Precio [USD]
Prensa hidráulica para fardos	3	5.5*3	15.600
Extrusora de hilo plano	1	42	49.900
Ventilador industrial	1	2.2	233
Bobinadora	1	25.2	5.400
Hiladora	1	37.25	60.000
Potencia total 121.2 kw			
			131.133

Cuadro de elaboración propia. 2014

*7.5 **Distribución de planta***

La distribución de planta se define como: La ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal del taller[58].

Una buena distribución de planta es la que proporciona condiciones de trabajo aceptables y permite la operación más económica, a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar para los trabajadores.

[58] Reyes Carcaño, Josué Ricardo. Tesis para obtener el título de ingeniero industrial. "Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de envases PET". México. Año 2009, Diciembre de 2013.

Los principios básicos de una distribución de planta son los siguientes:

- Integración total. Consiste en integrar en lo posible todos los factores que afectan la distribución, para tener una visión de todo el conjunto y la importancia relativa de cada factor.
- Mínima distancia de recorrido. Al tener una visión general de todo el conjunto, se debe tratar de reducir en lo posible el manejo de materiales, trazando el menor flujo.
- Utilización del espacio cúbico. Aunque el espacio sea de tres dimensiones pocas veces se considera el espacio vertical. Esta opción es muy útil cuando el espacio es reducido y su utilización debe ser máxima.
- Seguridad y bienestar del trabajador. Este debe ser unos de los objetivos principales en toda distribución.
- Flexibilidad. Se debe obtener una distribución que pueda reajustarse fácilmente a los cambios que exija el medio, para poder cambiar el tipo de proceso de manera más económica si fuera necesario.

*7.5.1.1 **Tipos de distribución de planta***[59]

Existen tres tipos básicos de distribución

a) **Distribución por proceso**: Se basa en que las máquinas deben ser capaces de ejecutar una gran variedad de operaciones productivas sobre una variedad de partes. Los departamentos están compuestos de máquinas con capacidades similares que realizan funciones similares.

   Ventajas

   - La mejor utilización de las máquinas permite una inversión menor en máquinas.
   - Flexibilidad para cambios en los productos y en el volumen de demanda.
   - Alto incentivo para los obreros de elevar su rendimiento.
   - Existe acumulación local de experiencia en el proceso.
   - Es más fácil de mantener la continuidad de la producción en caso de:
     - Máquinas o equipos averiados
     - Falta de material
     - Obreros ausente

   Desventajas

   - Poseen mayor tiempo de producción total mayores tiempos muertos.
   - Altos niveles de inventarios de trabajo en proceso y mayores costos de almacenamiento.
   - Manutención cara.
   - Programación compleja.
   - Se requiere mano de obra más calificada.

   Recomendable si:

   - Variedad de productos y demanda baja o intermitente de cada uno de ellos.
   - La maquinaria es cara y difícil de trasladar.
   - Haya amplias variaciones en los tiempos requeridos por las diversas operaciones.

b) **Por producto:** La línea está orientada según el flujo del producto de acuerdo a la secuencia de las operaciones, colocando una operación inmediatamente adyacente a

[59] Información extraída de apuntes de la cátedra "Manejo de materiales y distribución de planta". Docente: Ing. Daniel Birgi. Universidad Tecnológica Nacional. Río gallegos. Año 2013.

la siguiente. La materia ingresa por el frente de la línea. Sale de la línea el producto terminado.

Ventajas

- Reducido tiempos de producción total.
- Bajo niveles de material en proceso.
- Baja inversión en materiales.
- Evita costos de almacenamiento, movimiento, obsolescencia y daño.
- Mínima manipulación de los materiales.
- Utilización más efectiva de la mano de obra por:
    a. Mayor especialización
    b. Facilidad de adiestramiento
    c. Mayor disponibilidad de mano de obra
- Control más fácil:
    a. De producción
    b. Sobre los obreros
- Reduce la congestión y la superficie ocupada por pasillos y almacenamiento.

Desventajas

- Requiere mayor inversión.
- Son diseñados para un producto específico, lo que las hace poco flexibles.
- Diseño y puesta a punto más complejos.
- El ritmo de producción lo marca la máquina más lenta
- Una avería puede interrumpir todo el proceso.
- Tiempos muertos en algunos puestos de trabajo.
- El aumento de rendimiento individual no repercute en el rendimiento global.

Recomendable si:

- Es la distribución más efectiva y eficaz cuando lo justifica un alto volumen de producción de unidades idénticas o bastante parecidas
- El diseño del producto está más o menos normalizado.
- La demanda del producto sea razonablemente estable, y el equilibrado de las operaciones y la continuidad de la circulación de materiales puedan ser logrados sin muchas dificultades.

Ejemplo de una distribución por producto:

c) **Posición fija:** Esta es una distribución donde el material o los componentes principales permanecen en un lugar fijo y todas las herramientas, hombres y resto de material se llevan a él.

Es usada para grandes productos como barcos, edificios, aviones porque el tamaño del producto hace poco práctico moverlo entre operaciones en el proceso.

Ventajas

- Se reduce la manipulación de la unidad principal de montaje y se incrementa la manipulación o transporte de piezas al punto de montaje.
- La responsabilidad de la calidad se fija sobe una persona, debido a que los operarios son altamente especializados.
- Alta flexibilidad para adaptarse a variantes de un producto e incluso a una diversidad de productos.

Desventajas

- Ocupación de gran espacio.
- Mantención de las piezas hasta el emplazamiento principal de montaje.
- Complejo para utilizar con equipos difíciles de mover.

Recomendable si:

- El costo de traslado de la pieza mayor del material es elevado.
- Se fabrica solamente una pieza o unas pocas piezas de un artículo.
- Las operaciones de transformación o tratamiento requieren tan sólo herramientas de mano o máquinas sencillas.
- La efectividad de la mano de obre se base en la habilidad de los trabajadores, o cuando se desee hacer recaer la responsabilidad sobre la calidad del producto, en un trabajador.

7.5.1.2 Cuadro comparativos de los distintos tipos de distribución de planta

CARACTERÍSTICAS	POR PRODUCTO	POR PROCESO	POSICIÓN FIJA
TIEMPO DE PRODUCCIÓN	BAJO	ALTO	MEDIO
TRABAJO EN PROCESO	BAJO	ALTO	MEDIO
NIVEL DE HABILIDAD	A ELECCIÓN	ALTO	VARIADO
FLEXIBILIDAD DEL PRODUCTO	BAJO	ALTO	ALTO
FLEXIBILIDAD DE LA DEMANDA	MEDIO	ALTO	MEDIO
UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA	ALTO	MEDIO-BAJO	MEDIO
UTILIZACIÓN DE LA MANO DE OBRA	ALTO	ALTO	MEDIO
COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN	BAJO	ALTO	ALTO

Cuadro extraído de apuntes de la cátedra Manejo de materiales y distribución de planta. Docente: Ing. Daniel Birgi. Universidad Tecnológica Nacional. Río Gallegos. Año 2013

Analizando los distintos tipos de distribución de planta, se define que el proyecto se encuentra bajo una **distribución de planta por producto**, ya que todas las actividades se encuentran orientadas a la producción continua de un producto: hilo de poliéster.

7.5.2 **Infraestructura necesaria**

7.5.2.1 ***Planta principal***

Para la ejecución de la planta de producción de alambre sintético, se necesitará una parcela de **2.400 m²**, de los cuales aproximadamente **1.800 m²** estarán edificados. El resto de la superficie comprende patios exteriores, zonas de paso, zona ajardinada, estacionamiento, etc.

A continuación, se detallan los espacios requeridos aproximados para cada área de la planta productiva, así como los destinados a esparcimientos y demás:

- Nave de producción de 1440 m².
- Instalaciones industriales para servicios de electricidad, tratamiento de agua, talleres y demás de 258 m².
- Oficinas, vestuarios, comedor y otros de 260 m².
- Patios exteriores para zona verde, estacionamiento, entrada de camiones y demás de 460 m².

Los equipos del proceso productivos se encontrarán distribuidos en forma de "U", por lo que los almacenes de materia prima y productos terminados, se localizarán de manera contigua y en unos de los laterales de la nave de producción. Luego, la zona de carga y descarga de camiones se ubicarán junto a la zona de almacenes.

En la zona de ingreso al público de la planta, se ubicarán los vestuarios, oficinas, admisiones, comedores y similares, de manera de facilitar el acceso del personal y evitar los tráficos cruzados con otras áreas. Además, en otro extremo, se localizarán los espacios verdes y zonas de descanso para los trabajadores.

7.5.2.2 ***Detalle de la superficie de la planta***

Al momento de establecer los espacios requeridos para cada área, se toma como referencia la información obtenida por los fabricantes de los distintos equipos, las dimensiones de cada mobiliario necesario y la aplicación de las siguientes normas legales:

- Ley 19.587/72. Ley de seguridad e higiene en el trabajo.
- Decreto 351/79. Condiciones de seguridad e higiene referentes al edificio, las instalaciones, la maquinaria, herramientas fijas y móviles, y otros.
- Organización internacional del trabajo (OIT)

Normas de ergonomía
ISO 9241: Ergonomía en el lugar de trabajo y su ajuste al trabajador.
ISO 6385: Regula el diseño de sistemas de trabajo previos a la construcción, para maximizar los principios ergonómicos. Su objetivo es eliminar o reducir la exposición de los trabajadores a riesgos laborales.

NAVE DE PRODUCCIÓN	
ÁREA	SUPERFICIE CONSTRUIDA
Sector maquinaria	900 m²
Almacén de materia prima	150 m²
Almacén de productos terminados	150 m²
Almacén de productos intermedios	80 m²
Depósito de tapas	80 m²
Depósito de etiquetas	80 m²
TOTAL SUPERFICIE	1440 m²
INSTALACIONES INDUSTRIALES	
ÁREA	SUPERFICIE CONSTRUIDA
Taller mecánico y eléctrico	42 m²
Almacén de repuestos	24 m²
Tratamiento de agua	150 m²
Taller	42 m²

TOTAL SUPERFICIE	258 m²
OFICINAS, VESTUARIOS, COMEDOR Y OTROS	
ÁREA	SUPERFICIE CONSTRUIDA
Área de descanso	15 m²
Comedor	42 m²
Oficinas	66 m²
Baños y vestidores	72 m²
Admisión	9 m²
Laboratorios	12 m²
Enfermería	9 m²
Entrada al personal	9 m²
Entrada principal	18 m²
Puestos de vigilancia	8 m²
TOTAL SUPERFICIE	260 m²
EXTERIORES	
ÁREA	SUPERFICIE
Área de camiones	300 m²
Estacionamiento	80 m²
Espacios verdes	30 m²
TOTAL SUPERFICIE	460 m²

7.5.3 ***Diagrama de recorrido***

Los diagramas de circulación son diagramas de análisis del proceso dibujados sobre los planos o lugares de trabajo, para mejor ilustración del recorrido real de los operarios y materiales.

Estos diagramas se emplean principalmente para estudiar la distribución en planta de los talleres.

En los diagramas de recorrido se representan los movimientos de materiales. Estos diagramas son muy interesantes, ya que el sólo desplazamiento de los materiales para la elaboración de un producto llega a representar a veces hasta el 85% del tiempo total invertido en su fabricación. A la vista del diagrama de recorrido correspondiente a cada producto debe intentarse reducir todo lo posible el tiempo invertido en su manipulación, que aumenta el costo de fabricación sin añadirle ningún valor.[60]

Para el proyecto, el movimiento de materia es principalmente por tornillos sin fin o de bandas transportadoras, a continuación se presenta la ruta de recorrido de los envases PET hasta su transformación en fibra corta de poliéster.

[60] Evaluación de proyectos. Gabriel Baca Urbina. Quinta Edición. México, DF. Página 119.

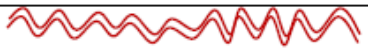
7.5.3.1 ***Análisis del diagrama de recorrido***

Operación	Concepto	Distancia (m)
1	Ingreso de materia prima	4
2	Apertura de fardos	-
3	Transportador de cinta	4
4	Removedor de etiqueta	-
5	Transporte en banda seleccionadora de material	7
6	Transporte en banda alimentadora molino	3
7	Trituradora	-
8	Transporte por tornillo helicoidal	3
9	Tanque de separación	-
10	Lavadora de fricción de baja velocidad	-
11	Tina de lavado en caliente 1	-
12	Transporte por tornillo helicoidal	3
13	Tina de lavado en caliente 2	-
14	Transporte por tornillo helicoidal	3
15	Lavadora de fricción de alta velocidad	-
16	Transporte por tornillo helicoidal	3
17	Tanque de separación	-
18	Tanque de enjuague	-
19	Centrifuga	-
20	Secador	-
21	Separador de finos y de etiqueta	-
22	Transporte	4
23	Silo de almacenamiento	-
24	Transporte	4
25	Extrusión	-
26	Enfriado	-
27	Bobinado	-
28	Inspección	-
29	Estirado	-
30	Retorcido	-
31	Ovillado	-
32	Corte	-
33	Embalado	-
34	Transporte	4
35	Almacenamiento	-
36	TOTAL	42

El diagrama de recorrido, tiene en total **42 metros** de que son utilizados para el transporte de materiales a través de los distintos equipos que componen al proceso productivo para la obtención del hilo de poliéster.

*7.5.4. **Método SLP (Systematic Layout Planning)***

Es un método poco cuantitativo al proponer distribuciones con base en la conveniencia de cercanía y la relación entre los departamentos o área ocupada. Emplea la siguiente simbología internacional para cuantificar el orden de proximidad entre los departamentos.

Letra	Orden de proximidad	Valor en líneas
A	Absolutamente necesario	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Ordinaria o normal	
U	Unimportant (sin importancia)	
X	Indeseable	
XX	Muy indeseable	

Reyes Carcaño, Josué Ricardo. Tesis para obtener el título de ingeniero industrial. "Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de envases PET". México. Año 2009, Diciembre de 2013

Para poder desarrollar este método, es mediante los siguientes pasos:

1. Se determina la relación entre los departamentos, por medio de una matriz de correlación (código de proximidad).
2. Se desarrolla un diagrama de hilos a partir del código de proximidad con referencia en el valor de las líneas.
3. Se desarrolla la distribución acorde al diagrama de hilos[61].

5.5.4.1 Matriz de correlación

Para la obtención de la matriz de correlación, se debe construir una matriz diagonal y anotar los datos correspondientes al nombre del departamento y al área que ocupa.

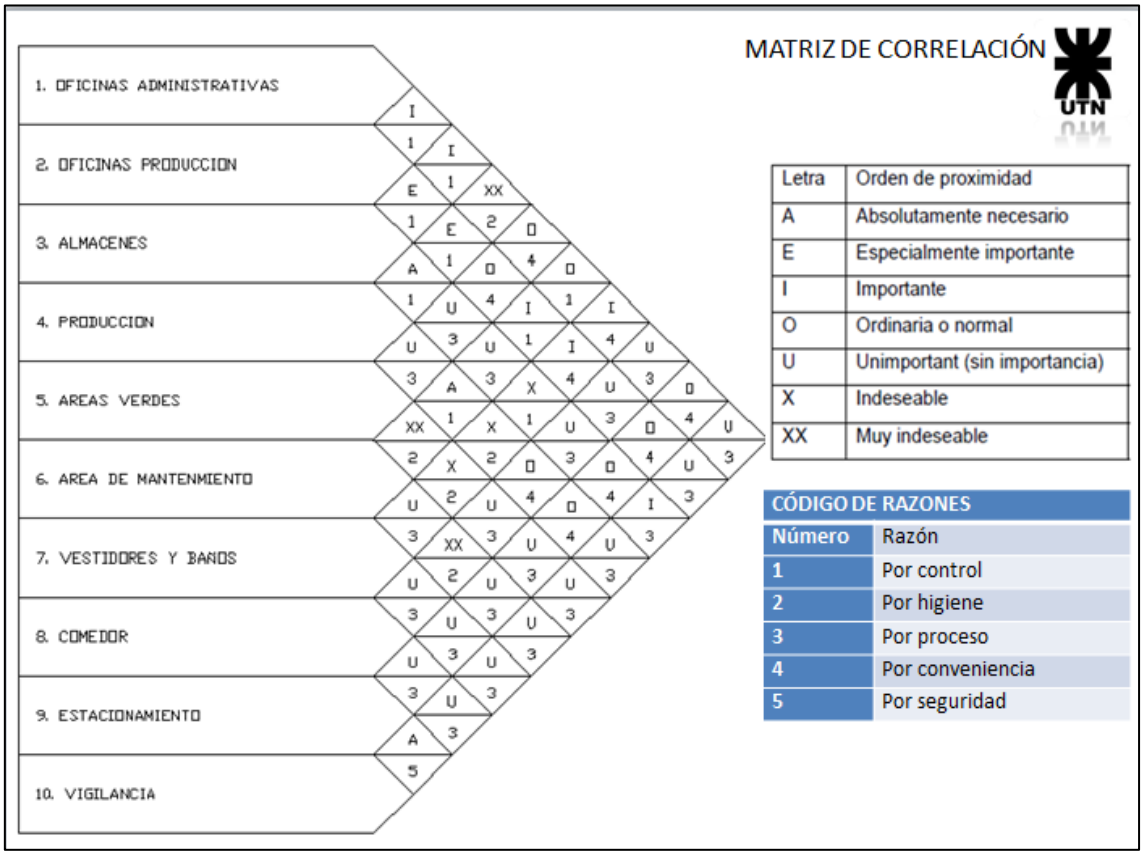
La matriz utilizada, tiene una forma tal, que por medio de la misma, se encuentran relacionados todos los departamentos de la planta.

Por último, se debe llenar cada uno de los cuadros de la matriz (diagrama de correlación) con la letra del código de proximidades que se considere más acorde.

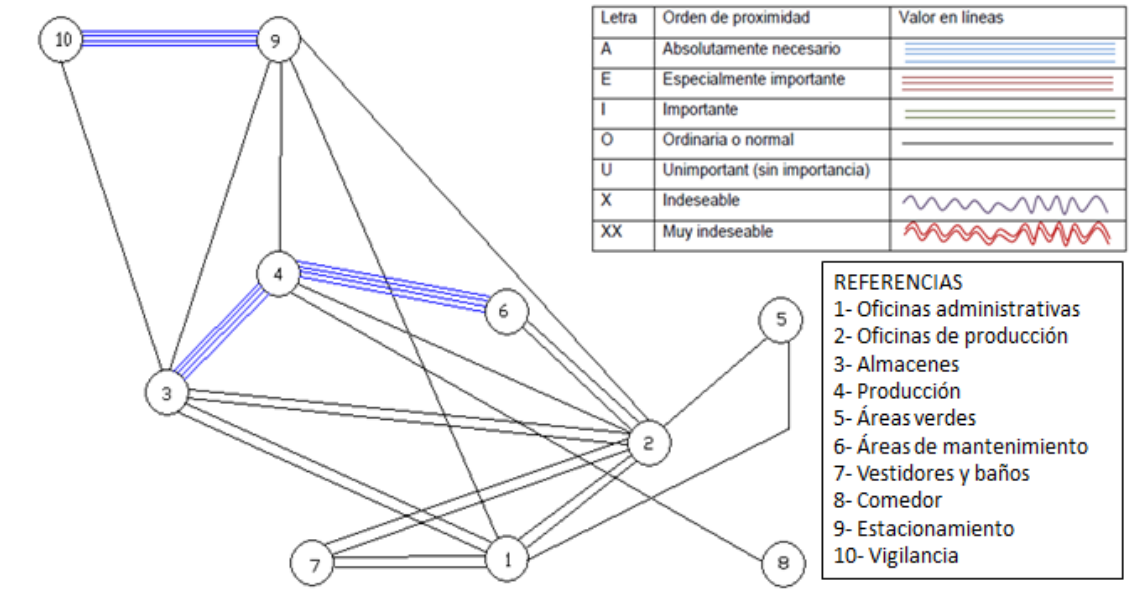
CÓDIGO DE RAZONES	
Número	Razón
1	Por control

[61] Evaluación de proyectos. Gabriel Baca Urbina. Quita edición. México, DF. Página 120.

2	Por higiene
3	Por proceso
4	Por conveniencia
5	Por seguridad



7.5.4.2 ***Diagrama de hilos***

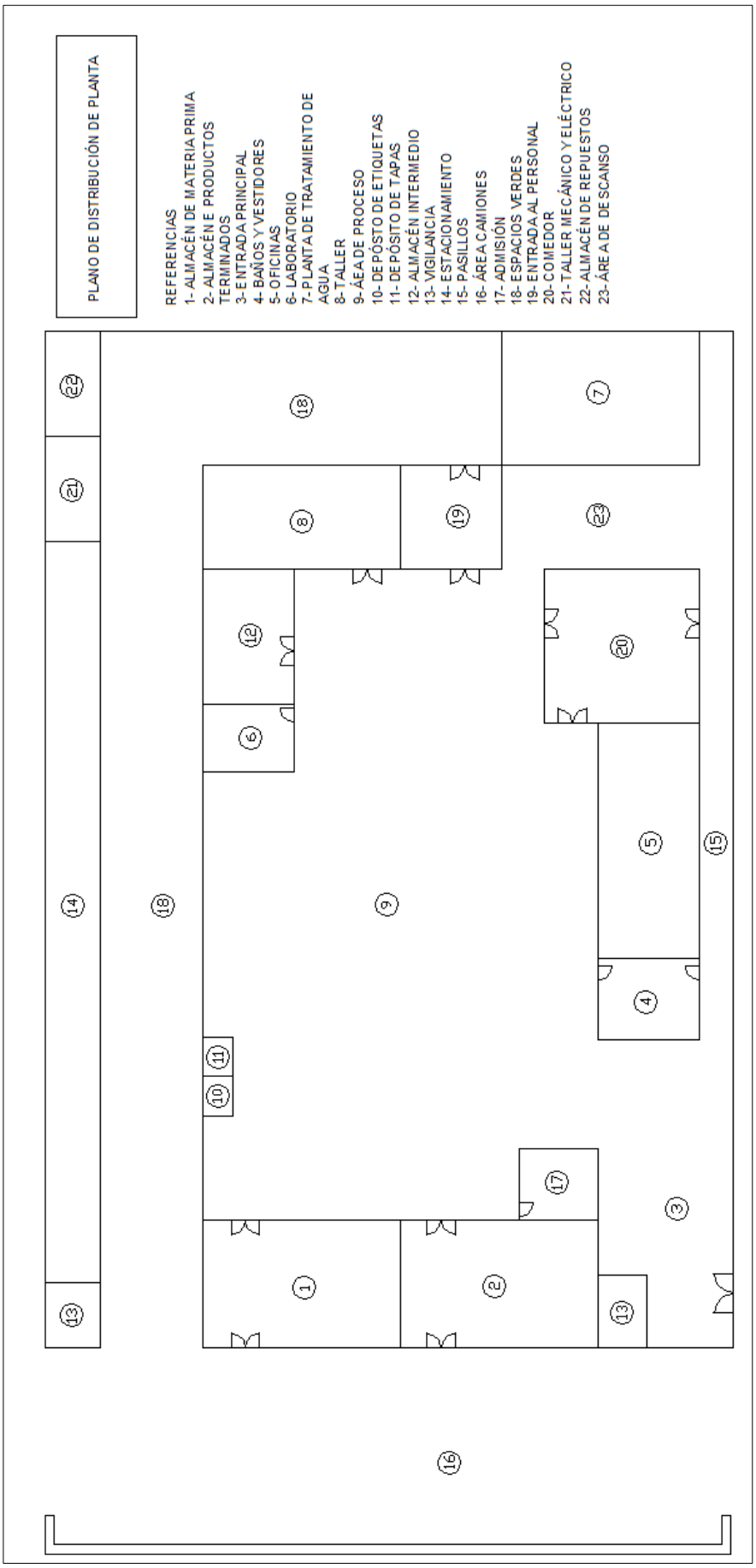


Letra	Orden de proximidad	Valor en líneas
A	Absolutamente necesario	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Ordinaria o normal	
U	Unimportant (sin importancia)	
X	Indeseable	
XX	Muy indeseable	

Gráfica de elaboración propia. Diagrama de hilos.

7.5.5 Distribución de planta

Una vez efectuado el anterior análisis, se procede a elaborar el plano de distribución de planta correspondiente.


PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA
REFERENCIAS
1- ALMACÉN DE MATERIA PRIMA
2- ALMACÉN E PRODUCTOS TERMINADOS
3- ENTRADA PRINCIPAL
4- BAÑOS Y VESTIDORES
5- OFICINAS
6- LABORATORIO
7- PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
8- TALLER
9- ÁEA DE PROCESO
10- DEPÓSTO DE ETIQUETAS
11- DEPÓSITO DE TAPAS
12- ALMACÉN INTERMEDIO
13- VIGILANCIA
14- ESTACIONAMIENTO
15- PASILLOS
16- ÁREA CAMIONES
17- ADMISIÓN
18- ESPACIOS VERDES
19- ENTRADA AL PERSONAL
20- COMEDOR
21- TALLER MECÁNICO Y ELÉCTRICO
22- ALMACÉN DE REPUESTOS
23- ÁRE A DE DESCANSO

ESTUDIO ORGANIZACIONAL

El estudio de organización es muy importante porque permite conocer aspectos relacionados con la figura jurídica que deberá adoptar la empresa, así como la organización técnica y administrativa que aporte los elementos necesarios para conseguir que la empresa logre una estructura completa para dar respuesta a las actividades propias de su función productiva.[62]

Con el presente estudio, se determinarán los distintos departamentos necesarios, así como los niveles jerárquicos, características de cada puesto y cantidad necesaria de personal para la planta industrial.

*8.1 **Estructura organizacional***

La estructura organizacional de una empresa u otro tipo de organización, es un concepto fundamentalmente jerárquico de subordinación dentro de las entidades que colaboran y contribuyen a servir a un objetivo en común.

Una organización puede estructurarse de diferentes maneras y estilos, dependiendo de sus objetivos, el entorno y los medios disponibles. La estructura de una organización determinará los modos en los que opera en el mercado y los objetivos que podrá alcanzar.

La planta industrial está estructurada como una organización lineal o jerárquica, en donde, cada entidad en la organización, excepto una, está subordinada a una entidad única.

Los miembros de las estructuras jerárquicas de organización, principalmente se comunican con su superior inmediato y con sus subordinados inmediatos. La estructuración de las organizaciones de este modo es útil en parte porque puede reducir la sobrecarga de comunicación, limitando el flujo de información, lo que es también su principal limitación.[63]

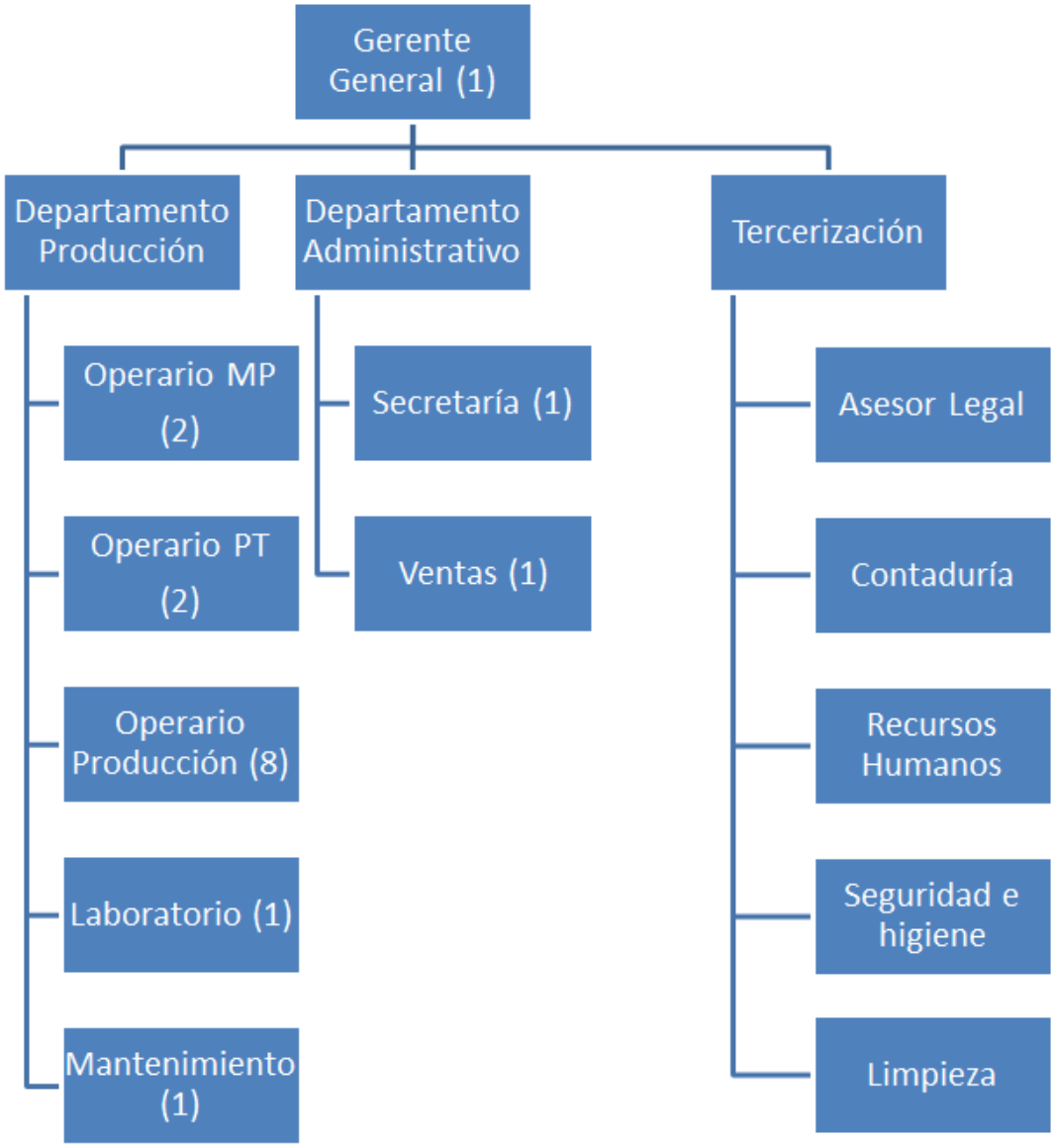
Las líneas de autoridad y responsabilidad se encuentran claramente definidas y se muestra en el organigrama, donde se pueden ver las distintas áreas funcionales que se relacionan entre sí, para lograr el objetivo de la empresa.

A continuación, se detallan las siguientes áreas funcionales:

- Departamento de producción.
- Departamento de logística y ventas.
- Departamento de administración.
- Departamento de finanzas y contaduría

A continuación se presenta el organigrama general de la empresa:

[62] Gonzáles, Magali Estefanía. Tesis para obtener el título de ingeniero industrial. “Planta de producción de alambre sintético a partir del reciclaje de PET grado botella en la provincia de Santa Cruz”. Página 116. Argentina. Año 2012.
[63] Enciclopedia Financiera. “Estructura organizativa” En línea. S.F. Octubre de 2014. Disponible en la web: http://www.enciclopediafinanciera.com/organizaciondeempresas/estructura-organizacion/organizaciones-jerarquicas.htm


Gerente General (1)
Departamento Producción
Departamento Administrativo
Tercerización
Operario MP (2)
Operario PT (2)
Operario Producción (8)
Laboratorio (1)
Mantenimiento (1)
Secretaría (1)
Ventas (1)
Asesor Legal
Contaduría
Recursos Humanos
Seguridad e higiene
Limpieza

CAPÍTULO V

ESTUDIO LEGAL

INTRODUCCIÓN

El estudio de factibilidad de un proyecto de inversión no debe ignorar las normas y las leyes bajo las cuales se regulan las actividades del proyecto, tanto en su etapa de ejecución; como en su etapa de operación.

El estudio legal comprende el análisis de las normas, reglamentos vigentes que afectan la constitución y posterior funcionamiento de la empresa.

Objetivos del estudio legal

- Determinar la viabilidad legal, es decir, conocer los alcances y las limitaciones, relacionadas con la naturaleza del proyecto.
- Definir la forma jurídica de la empresa.
- Constituir y formalizar la empresa.

ASPECTOS DEL ESTUDIO LEGAL

9.1.1 ***Constitución legal de la empresa***

Uno de los aspectos que deben tenerse en cuenta al momento de evaluar la parte legal son los gastos de constitución de la empresa. Para la determinación de estos gastos se deberá tener en cuenta las distintas alternativas de organización legal de la empresa.

Entre las formas más representativas de la organización empresarial, se pueden distinguir: la propiedad particular, la sociedad de responsabilidad limitada y la sociedad anónima, entre otras.

La empresa se dará de alta como persona jurídica realizando los correspondientes trámites requisitorios para el mismo, se constituirá una Sociedad de Responsabilidad Limitada (S.R.L), compuesta por dos socios gerentes. La condición tributaria ante la Administración General de Ingresos Públicos será la de responsable inscripto. La legislación tributaria vigente determinará los impuestos que debe pagar el proyecto en su etapa de operación, por ejemplo, impuestos generales como el Impuesto a las Ganancias, el Impuesto al Valor Agregado o el Impuesto a los Ingresos Brutos.

En cuanto a la contratación del personal, se buscara preferentemente personal de la zona, con el objetivo de generar empleo cumpliendo con las reglamentaciones legales correspondientes. La legislación laboral determinará las condiciones de contratación del personal, las escalas salariales y los beneficios sociales correspondientes. Además pueden existir organizaciones gremiales que establezcan mayores beneficios que los previstos por la ley.

9.1.1.1 ***Gastos relacionados con la constitución***

Existen otros gastos que eventualmente se pueden relacionar con el momento de la constitución de la empresa, ellos son:

- Certificado de homonimia.
- Escritura pública.
- Registro mercantil.
- Habilitación sanitaria.
- Habilitación de bomberos.
- Habilitación ambiental.

- Habilitación de funcionamiento.
- Permiso de uso del suelo.
- Registro de marca, licencias o patentes.

9.1.2 ***Marco legal del proyecto***

A marzo de 2014, no existe ninguna legislación que abarque de manera particular a las empresas recicladoras de plástico en la República Argentina. En varios países de Europa se suelen dar incentivos a empresas vinculadas al reciclado, como por ejemplo, el pago de una menor tasa de impuesto a las ganancias, o tarifas selectivas en los servicios de electricidad, agua y gas.

Como no existe ninguna ley, decreto o normativa específica tanto Nacional, Provincial y Municipal que reglamente específicamente el reciclado de PET para la fabricación de hilo de poliéster, tomaremos como referencia aquellas que reglamenten a la gestión de residuos sólidos urbanos. Entre las que rigen para el mismo se encuentran:

- Constitución Nacional Argentina.
- Ley Nacional N° 19.587 (Ley de higiene y seguridad en el trabajo).
- Ley Provincial N° 2.658 (Ley de Evaluación de Impacto Ambiental).
- Ley Provincial N° 2.829 (Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos).
- Ley Nacional N° 25.675 (Ley General del Ambiente).
- Ordenanza municipal N° 1561 (Manipulación de residuos sólidos urbanos).

9.1.3 ***Régimen tributario***

La empresa se dará de alta como persona jurídica realizando los correspondientes trámites requisitorios para el mismo, se constituirá una Sociedad de Responsabilidad Limitada (S.R.L), compuesta por dos socios gerentes. La condición tributaria ante la Administración General de Ingresos Públicos será la de responsable inscripto. La legislación tributaria vigente determinará los impuestos que debe pagar el proyecto en su etapa de operación, por ejemplo, impuestos generales como el Impuesto a las Ganancias, el Impuesto al Valor Agregado o el Impuesto a los Ingresos Brutos.

Entre algunas de las leyes nacionales que abarcan el régimen tributario, se encuentran:

- Ley 25.063/98 (Impuestos)
- Ley 23.349/97 (Impuesto al valor agregado)
- Ley 25.717 (Ley equilibrio fiscal -Déficit cero-)

CAPITULO VI

ESTUDIO MEDIO AMBIENTAL

INTRODUCCIÓN

La conciencia ambiental, que lleva a la ingeniería a la configuración de sistemas tecnológicos y procesos productivos eficientes que armonicen con el entorno, deriva necesariamente en la idea de reciclar. El desarrollo industrial y tecnológico, si bien ha traído innumerables beneficios sociales, también ha tenido repercusiones negativas y de difícil reversibilidad en el planeta. Por ello, resulta un imperativo la formación en una sólida ética ambiental en las facultades y escuelas de ingeniería, así como la divulgación sostenida de alternativas de tecnologías limpias que contribuyan a disminuir los efectos nocivos que la sociedad posmoderna está generando. En tal sentido, y dado el importante auge que ha tenido la industria de bebidas gaseosas en los últimos años, en el mundo se han desarrollado diferentes tecnologías que recuperan y reutilizan los envases plásticos de bebidas gaseosas no retornables y retornables, haciendo de este sector un poco menos dañino para el entorno ambiental.

Las botellas de PET, polímero producto de la policondensación del ácido tereftálico y el glicol etilénico, han ido desplazando en el tiempo a las botellas de vidrio y constituyen la forma clásica y más extendida de presentar al mercado actual los refrescos y bebidas gaseosas, entre otros productos. El PET se desarrolló inicialmente en la década de 1940, y pese a que al comienzo se empleaba para la producción de una fibra para la industria textil que combinaba muy bien con otras fibras, su uso se extendió a la fabricación de cintas de empaque en la década de 1960 y posteriormente, en los años setenta, a la manufactura de los mencionados envases.

10.1 ***Motivos del Estudio de Impacto Ambiental (EIA)***

El Estudio de Impacto Ambiental, en tanto parte interpretativa de impactos, debe mantener algunas salvaguardas que aseguren su credibilidad, aspecto que motivará algunas consideraciones a lo largo del presente documento. En este sentido, si bien debe estar, de acuerdo a lo que fijan las normativas a cargo del titular del emprendimiento, éste debe encargar la tarea a especialistas de indiscutible neutralidad, que operen con transparencia y rigor metodológico y que incluyan instancias de consulta comunitaria con eventuales afectados y con personas e instituciones especialmente idóneas en el caso considerado.

Por lo tanto la credibilidad y consistencia del estudio y de la EIA dependerá fundamentalmente de:

- La calidad e independencia del equipo dado que la EIA incluye numerosos juicios de valor y elementos subjetivos.
- La utilización de una metodología sistemática y adecuada al caso y la real (y no formal) participación pública en el proceso de elaboración del estudio

La necesidad de buscar alternativas de reutilización para algunos materiales, radica en el imperativo ético de preservar nuestro planeta, ya desgastado y afectado por la contaminación. Reciclar PET es reintegrar este polímero en un nuevo ciclo productivo como materia prima. Las botellas sin pigmento (transparentes) tienen mayor valor para el reciclado por sus sendas posibilidades de uso; entre otros, como material de empaque, láminas para termo forma dos, madera plástica, tarimas y fibra de poliéster.

Las evaluaciones de impacto ambiental pretenden, como principio, restablecer en la mayor medida posible un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el Medio Ambiente que, por definición, toda actividad humana, en mayor o menor medida altera. No se trata, entonces, de un obstáculo a las actividades, sino un instrumento operativo para impedir

sobreexplotaciones del medio natural y también del medio creado por la propia actividad humana para mejorar sus condiciones de vida (el medio social o antrópico) y un freno a las acciones deteriorantes que atenten contra su sostenibilidad.

Cada proyecto, obra o actividad ocasionará sobre el entorno en el que se ubique una perturbación, la cual deberá ser gerenciada en base a los estudios de impacto ambiental que se realicen, tanto para minimizar sus efectos negativos, como para maximizar sus efectos positivos.

*10.2 **Marco Conceptual***

10.2.1 ECOLOGÍA

La ecología es el estudio de la estructura y función de la naturaleza (Odum, 1962)
"Es la ciencia de las comunidades" (Kormondy, 1969).
El estudio científico de las interrelaciones que determinan la distribución y abundancia de los organismos (Krebs , 1972)
La biología de los ecosistemas (González Bernández, 1973; Margalef, 1974).
Es la ciencia que estudia las interrelaciones entre los biosistemas y sus ambientes (Gallopin 1981)

10.2.2 AMBIENTE

El entorno vital: el conjunto de factores físico naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que vive, determinando su forma, su carácter, relación y supervivencia. (Gómez Orea1988)

El sistema constituido por los subsistemas naturales, económicos y sociales que interactúan entre sí y que es susceptible de producir efectos sobre los seres vivos y las sociedades humanas. La interrelación entre Sociedad / Naturaleza se inscribe en un espacio, en el cual se determina dicha articulación, entre un soporte natural (tierra, aire, luz, etc.) y demandas de un grupo social para su subsistencia.

Según CPNUMA (1992): es el conjunto de elementos naturales, artificiales o inducidos por el hombre (físicos, químicos y biológicos) que propician la existencia, la transformación y el desarrollo de los organismos vivos.

*10.3 **¿De qué se trata el EIA?***

Como punto de partida se puede decir que la EIA se incluye dentro del concepto más amplio de Gestión Ambiental, que es el conjunto de acciones orientadas a alcanzar la máxima racionalidad en la toma de decisiones con respecto a la conservación, y mejora del Medio Ambiente.

La Evaluación de Impacto Ambiental EIA, es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por partes de las distintas Administraciones Públicas Competentes.
La EIA es, desde el punto de vista conceptual, un proceso de análisis, encaminado a formar un juicio, previo (evaluación "ex ante post facto" o simplemente "ex ante"), lo más objetivo posible de los efectos ambientales negativos y positivos de una acción humana y la posibilidad de

reducirlos en un caso y maximizarlos en otro para lograr niveles del ambiente, socialmente aceptables. La EIA se aplica a proyectos previstos no realizados.

Este proceso de análisis puede ser más o menos complejo (en función de las acciones y de los ambientes de que se trate). Así, por ejemplo se habla de Evaluación Ambiental, cuando se trata del diagnóstico de lo existente, aporta la descripción de una realidad determinada, considerando todos sus componentes.

La EIA atiende a dos vertientes complementarias. Por un lado, establece el procedimiento jurídico-administrativo para la aprobación, modificación o rechazo de un proyecto o actividad, por parte de la Administración. Por el otro, trata de elaborar un análisis encaminado a predecir las alteraciones que el Proyecto o actividad puede producir en el Medio Ambiente.

10.4 ¿Para qué sirve el EIA?

El EIA es un proceso destinado a mejorar el sistema de toma de decisiones públicas y también privadas, y orientado a resguardar que las opciones de proyectos programas o políticas sean ambiental y socialmente sustentables. Se aplica a actividades y proyectos de desarrollo e incluye el análisis de alternativas y medidas de manejo que buscan la minimización o eliminación de las consecuencias adversas, y la optimización o potenciación de las positivas.

Desde el punto de vista de la ordenación del territorio la EIA puede ser un instrumento para la regulación del uso del suelo especialmente cuando se utiliza en la normativa de un plan. También puede ser utilizado como instrumento de diseño ya que puede generar, nuevas alternativas, mejorando alternativas técnicas.

La EIA es importante porque es una herramienta fundamental para mejorar la viabilidad a largo plazo de programas y proyectos contribuyendo a evitar errores que implican altos costos ambientales, sociales y / o económicos.

10.5 ¿Qué significa Impacto Ambiental?

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

Hay que hacer constar que el término impacto no implica negatividad, ya que estas consecuencias pueden ser tanto positivas como negativas.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización de la acción o del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación, es decir, la alteración neta (positiva o negativa de la calidad de vida del ser humano) resultante de una actuación, tal y como queda.

Los términos efecto e impacto ambiental suelen ser utilizados como sinónimos pero es posible diferenciarlos: cuando se habla de los cambios naturales o inducidos por el hombre en el ambiente biofísico nos referimos a los efectos en cuanto a las consecuencias que dichos cambio genera en el ambiente es que se refiere a los impactos.

Un impacto ambiental posee tanto un componente espacial como temporal y puede ser definido como: el cambio en algún parámetro durante un período de tiempo y en una determinada área, como resultado de una actividad particular. Al cambio puede ser comparado con la situación de ese parámetro si dicha actividad no hubiese tenido lugar.

10.6 ¿Cuándo debe hacerse la EIA?

Dado que la EIA trata de evitar la generación del deterioro del medio ambiente debe tener una inclusión temprana en todos los procesos que signifiquen una intervención exógena, previsiblemente importante sobre el mismo, de manera de evitar desde el principio los daños y no tener que combatir después sus efectos.

En tanto, como se ha dicho, su virtud reside en la anticipación de consecuencias importantes, las acciones o proyectos no solamente implican situaciones de difícil o nula reversión cuando ocurren o se materializan efectivamente en el sistema considerado, sino también en sus etapas preparatorias, que también van significando cambios importantes. Piénsese en el propio proceso de formulación de un proyecto, que en función de la complejidad, la escala, etc. puede significar altos costos aun cuando los cambios en el sistema aún no hayan acontecido. Lo mismo puede decirse con los cambios en el sistema producidos pura y exclusivamente por expectativas, como es el caso clásico de la propiedad inmueble.

10.7 ¿Quién debe hacer el EIA?

Para proyectos de cierta complejidad es necesaria la intervención de un equipo trandisciplinario que trabaje de forma integrada partiendo del problema y aportando sus saberes para comprenderlo como una totalidad. Aunque en muchos casos se conforman equipos que incluyen especialidades diferentes, inclusive aún cuando el abanico disciplinario sea pertinente y exista interrelación entre los integrantes (equipo interdisciplinario), lo que no siempre ocurre, lo más común es la pura superposición sectorial (multidisciplinario). Aunque este ha sido tradicionalmente, y aún es un vicio común de consecuencias altamente negativas, solamente la apuesta a una reflexión conjunta sobre el problema ambiental de un proyecto resultará a la larga la forma más eficaz de realizarlo.

Lo que habitualmente ocurre es la “multidisciplina”, sumatoria de miradas o abordajes disciplinarios, munidos únicamente de su propio arsenal de instrumentos de análisis y trabajando con preguntas habituales en la disciplina. Por lo general lo que está faltando es una pregunta común, que provenga de elaboraciones transdisciplinarias efectuadas sobre la base de inquietudes de los presuntos afectados y de aquellos que buscan interpretarlos.

10.8 ¿Cuáles son las categorías de proyectos y los tipos de EIA que demandan?

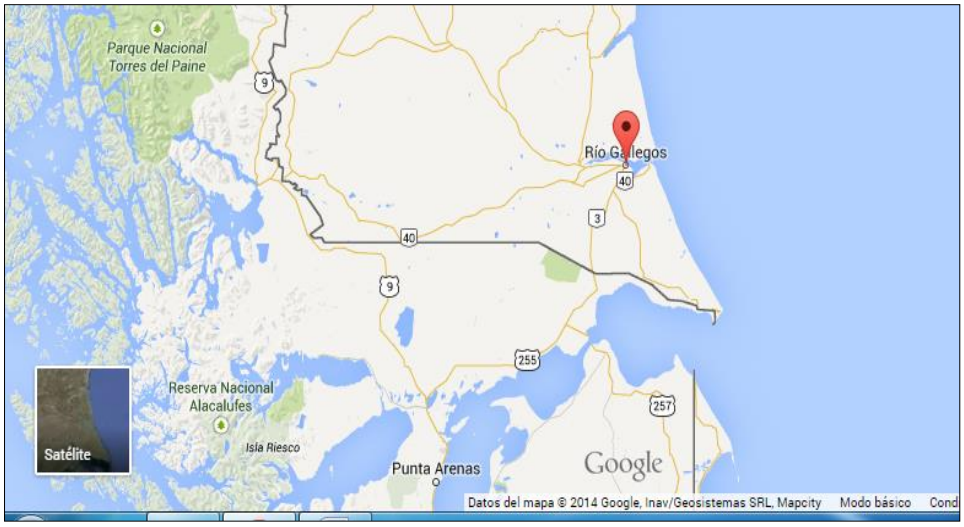
Las categorías que demandan EIA son:
Categoría I: Proyectos o actividades que mejoran la calidad del medio ambiente. Por ejemplo: reciclaje o reutilización del agua; sistemas de catastro; elaboración de normas sobre uso del suelo urbano.
Categoría II: Proyectos sin efectos ambientales. Por ejemplo: centros de salud; hospitales; construcción de centros comunitarios.
Categoría III: Proyectos con impactos negativos moderados, con posibilidades de soluciones ambientales adecuadas. Por ejemplo: Proyectos de manejo de residuos sólidos y desagües cloacales. Los proyectos de infraestructura urbana en general se encuentran en esta categoría.

Categoría IV: Proyectos que poseen impactos negativos significativos; Por ejemplo, proyectos de manejo de residuos tóxicos; proyectos de desagües que vuelcan las aguas sin tratamiento a ríos o mares.

10.9 ***Características del lugar de emplazamiento del proyecto:***

El lugar donde el proyecto se llevara a cabo será en la ciudad capital de Rio Gallegos, más específicamente la planta estará localizada en la zona destinada para parques industriales, esto está ubicado sobre Ruta Nacional N° 3 con orientación hacia la zona sur de nuestro territorio nacional. Esta zona industrial cuenta con grandes áreas en las cuales a través de una gestión municipal se pretende iniciar los trámites para poder adjudicarse un terreno con las dimensiones necesarias definidas en la distribución de planta del proyecto.

Su lejanía con el resto de la zona urbana de la ciudad permite una mayor comodidad para la carga y descarga de camiones y su desplazamiento por la zona, teniendo muy cerca los accesos a rutas tanto nacionales como provinciales.



Río Gallegos es una ciudad argentina, capital de la Provincia de Santa Cruz. Ubicada en la desembocadura del río Gallegos, en el departamento Güer Aike, es la ciudad más poblada de la provincia —con 95 796 habitantes (según el último censo) y el centro distribuidor para las

actividades turísticas de la zona. La oferta turística de la ciudad está conformada por museos, monumentos histórico-culturales y circuitos urbanos; como así también un estuario que alberga miles de aves residentes y migratorias. Fuera del radio urbano puede optarse por la hospitalidad de las estancias turísticas, una recorrida por el paisaje volcánico de la laguna Azul o una excursión a la Reserva Faunística Cabo Vírgenes, una de las mayores pingüineras de América del Sur.

Acceso y Transporte: La ciudad cuenta con una extensa red de carreteras secundarias y terciarias, las rutas que circulan por el ejido municipal son: Autovía 17 de Octubre, ruta Nacional 3, ruta Nacional 40 y ruta Provincial 53.

10.10 ***Consecuencias de la implementación del proyecto.***

Este proyecto traerá grandes beneficios para la ciudad y otras localidades de la provincia de Santa Cruz debido a que reducirá grandes toneladas de botellas de PET que se generan por el consumo masivo de la población. Esto ayudara a la gestión de residuos sólidos urbanos debido a que el municipio está realizando la gestión para armar una planta de tratamiento de residuos.

El único cuidado a tener en cuenta es prestar atención a la forma de acopio de la materia prima porque al ser Rio Gallegos una zona de fuertes vientos, se debe tener la precaución necesaria para que las botellas de PET no se vuelen por zonas aledañas causando contaminación al medio circundante. Es por ello que la planta cuenta con una enfardadora para tener una mejor manipulación de la materia prima y un mejor aprovechamiento del espacio disponible. La ventaja de ubicar la planta de reciclado de PET en la zona del barrio industrial es que no genera una contaminación visual, que provocaría estando la misma dentro de la ciudad lo que daría un aspecto negativo para la población o turistas que vienen de otras partes del mundo.

La manipulación de la materia prima es vital para no causar contaminación sobre todo con aquellas partes de la botella que no se utilizan en el proceso productivo, es por ello que se planifico tener un proceso de gestión ambiental basado en las ISO 14000 solamente implementar la forma de trabajar con las normas y ver la posibilidad de en algún futuro cercano certificar la misma ante el organismo correspondiente.

Tener responsabilidad social como empresa dará una imagen positiva para la misma generando en la conciencia de la población del lugar, que el proyecto está planificado con total responsabilidad, cuidando el medio en el que se va a localizar y evitando cualquier posible efecto adverso sobre el mismo.

El principal problema ambiental del PET es su disposición, ya que una vez que se convierte en residuo, es notoria su presencia en los cauces de corrientes superficiales y en el drenaje provocando taponamiento y dificultades en los procesos de desazolve, facilitando inundaciones, así como en las calles bosques y selvas y el océano generando “basura”.

A pesar de que las características físicas y químicas aseguran que este material es inerte en el medio ambiente, el impacto visual que produce su inadecuada disposición es alto y perceptible para la población.
Impulsar el reciclaje nacional del PET, así como de los restantes residuos sólidos urbanos, es una medida relevante, no sólo por lo que representa a la limpieza pública y al manejo eficaz de la gestión integral de los residuos, para evitar su acumulación en los rellenos sanitarios, sino también porque es preciso transitar hacia una economía sustentable que ahorre materia prima y recursos energéticos.

CAPITULO VII

ESTUDIO ECONÓMICO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

INTRODUCCIÓN

Con el presente estudio se pretende conocer la rentabilidad del proyecto a través del estudio económico. Consiste en determinar el monto total de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, el costo total de la operación de planta, incluyendo los costos de materia prima, mano de obra y gastos indirectos generales, así como la forma de obtener los recursos necesarios para iniciar sus operaciones de producción y ventas. Esta información se utilizará como base para realizar la parte final del proyecto, que es la evaluación económica en la cual se determinará la rentabilidad del proyecto. La evaluación del proyecto debe entenderse como la exploración sistemática de la eficiencia de las distintas etapas del proyecto. En general, se puede afirmar que el proyecto será evaluado como eficiente si va logrando los fines previstos para los cuales fue creado, de tal forma que optimice la relación entre los medios de que dispone y sus fines.[64]

Objetivos

- Determinar el monto total de la inversión requerida y la estructura financiera del proyecto.
- Determinar los ingresos y egresos que se obtendrán con las operaciones de la empresa.
- Elaborar los estados financieros pro forma.

[64] Gonzáles, Magali Estefanía. Tesis para obtener el título de ingeniero industrial. “Planta de producción de alambre sintético a partir del reciclaje de PET grado botella en la provincia de Santa Cruz”. Página 126. Argentina. Año 2012.

11.1 DETERMINACIÓN DE INGRESOS

Para la determinación de ingresos se considera la eficiencia del proceso de hilado por fusión del 70% (valor preestablecido en el estudio técnico) y unas pérdidas de eficiencia del personal estimadas del 10%.

DETERMINACIÓN DEL TOTAL DE VENTAS

Año	Ventas (kg)	Precio unitario ($/kg)	Total ventas ($)
1	359.856,00	$ 99,02	35.632.941,12
2	367.053,12	$ 98,03	35.982.143,94
3	374.393,88	$ 97,05	36.334.739,61
4	381.882,06	$ 96,08	36.690.849,11
5	389.519,55	$ 95,12	37.050.405,05
6	397.310,13	$ 94,17	37.413.516,81
7	405.256,32	$ 93,23	37.780.168,10
8	413.361,27	$ 92,29	38.150.397,47
9	421.628,76	$ 91,37	38.524.295,54
10	430.061,31	$ 90,46	38.901.831,36

Cuadro de elaboración propia. El precio de venta nominal es de $99,02 (precio aceptante), sin embargo, el precio de venta real es ajustado a un leve decrecimiento del 2% anual a causa de la inflación. Mayo de 2016.

11.2 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

Es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los beneficios. El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que son exactamente iguales los beneficios por ventas a la suma de los costos fijos y los variables.

La utilidad general que se le da es que puede calcular con mucha facilidad el punto mínimo de producción al que debe operarse para no incurrir en pérdidas, sin que esto signifique que aunque haya ganancias éstas sean suficientes para hacer rentable el proyecto. Si se vende una cantidad superior al punto de equilibrio, el nuevo producto habrá hecho una contribución marginal al beneficio total de la empresa.

Por lo tanto, el punto de equilibrio es la parte crítica, donde se compensan, el volumen físico de producción de bienes económicos y los costos fijos y variables dentro de los ciclos de producción, en relación con el volumen de ventas y utilidades.
El punto de equilibrio, se puede determinar graficando los ingresos y los costos con respecto a las unidades producidas y vendidas, o en la forma matemática, como se describe a continuación.

Los ingresos están calculados como el producto de volumen vendido por su precio, los ingresos son iguales al precio (P) por la cantidad (Q) producida y vendida. Se designa por costos fijos a CF, y los costos variables se designan por CV. En el punto de equilibrio, los ingresos se igualan a los costos totales:

$$P \times Q = CF + CV$$

Pero como los costos variables siempre son un porcentaje constante de las ventas, entonces el punto de equilibrio se puede definir matemáticamente como:

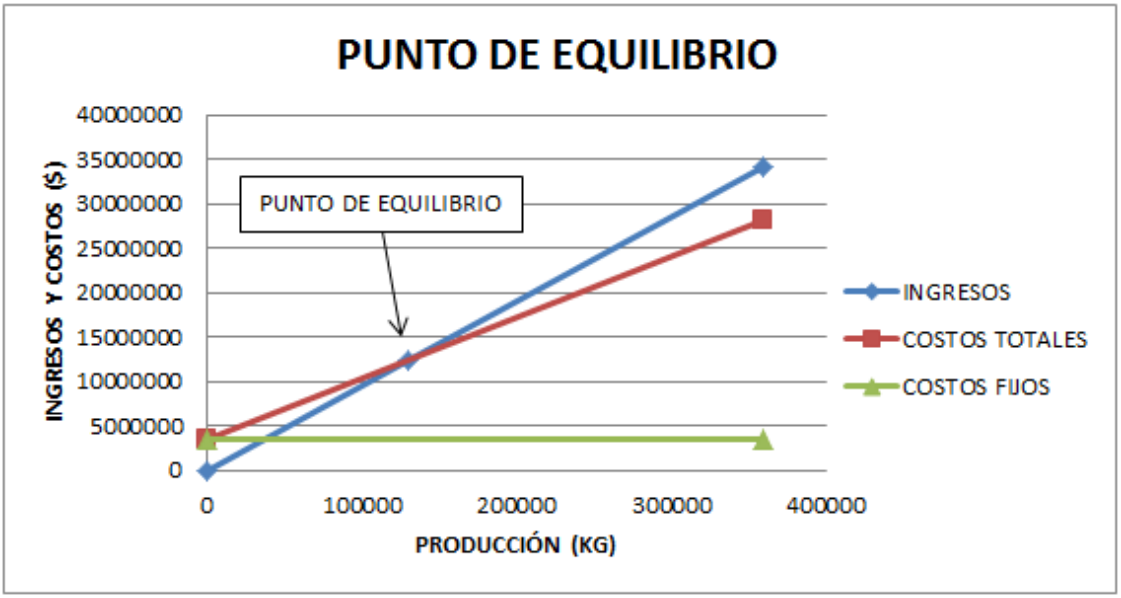
$$\text{Punto de equilibrio (volumen de ventas)} = \frac{\text{Producción Programada (Costos Fijos)}}{\text{Valor de la Producción Programada – Costos Variables}}$$

11.8.1 Análisis del punto de equilibrio

El punto de equilibrio refleja la capacidad de producción a la que se debe llegar el proyecto para que deje el umbral delas pérdidas y pase al escenario de las utilidades.

Este análisis permite demostrar que durante el primer año de operación de la planta, se necesita producir como mínimo **112.785,49 kilogramos** de hilo de poliéster para obtener ingresos iguales a los costos y gastos estimados (el precio de equilibrio es de **$11.168.019,22**). Los años subsiguientes requieren de menores cantidades de producción para alcanzar el punto de equilibrio, llegando a alcanzar los **112.135,54 kilogramos** de hilo de poliéster al finalizar el último período comprendido. Cuando la producción es mayor que los valores obtenidos se obtienen ingresos netos. De lo expuesto se concluye, que la cantidad de producción requerida para cubrir los costos y gastos, es muy por debajo a los ingresos.

A continuación, se presenta el análisis gráfico del punto de equilibrio, para el primer año de producción.



INFORMACIÓN DE LOS COSTOS PARA A DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

Concepto	PERÍODO ANUAL									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Materia Prima	$ 2.336.208,00	$ 2.382.932,16	$ 2.430.588,84	$ 2.479.202,58	$ 2.528.785,65	$ 2.579.362,59	$ 2.630.949,76	$ 2.683.567,61	$ 2.737.240,68	$ 2.791.985,33
Otros materiales	$ 22.044.474,11	$ 22.485.363,60	$ 22.935.070,87	$ 23.393.772,29	$ 23.861.647,73	$ 24.338.880,69	$ 24.825.658,30	$ 25.322.171,47	$ 25.828.614,89	$ 26.345.187,19
Insumos	$ 268.670,38	$ 273.797,68	$ 279.029,61	$ 284.368,33	$ 289.815,99	$ 295.374,84	$ 301.047,13	$ 306.835,18	$ 312.741,35	$ 318.768,06
COSTOS VARIABLES	$ 24.649.352,49	$ 25.142.093,43	$ 25.644.689,32	$ 26.157.343,19	$ 26.680.249,38	$ 27.213.618,11	$ 27.757.655,19	$ 28.312.574,25	$ 28.878.596,93	$ 29.455.940,58
Mano de obra directa	$ 1.517.723,52	$ 1.517.723,52	$ 1.517.723,52	$ 1.517.723,52	$ 1.517.723,52	$ 1.517.723,52	$ 1.517.723,52	$ 1.517.723,52	$ 1.517.723,52	$ 1.517.723,52
Mano de obra indirecta	$ 746.880,00	$ 746.880,00	$ 746.880,00	$ 746.880,00	$ 746.880,00	$ 746.880,00	$ 746.880,00	$ 746.880,00	$ 746.880,00	$ 746.880,00
Amortización y dep.	$ 635.419,32	$ 635.419,32	$ 635.419,32	$ 620.176,17	$ 620.176,17	$ 616.187,17	$ 616.187,17	$ 616.187,17	$ 616.187,17	$ 616.187,17
Mantenimiento	$ 228.535,89	$ 228.535,89	$ 228.535,89	$ 228.535,89	$ 228.535,89	$ 228.535,89	$ 228.535,89	$ 228.535,89	$ 228.535,89	$ 228.535,89
Costos de administración	$ 86.400,00	$ 86.400,00	$ 86.400,00	$ 86.400,00	$ 86.400,00	$ 86.400,00	$ 86.400,00	$ 86.400,00	$ 86.400,00	$ 86.400,00
Costos de ventas	$ 227.500,00	$ 227.500,00	$ 227.500,00	$ 227.500,00	$ 227.500,00	$ 227.500,00	$ 227.500,00	$ 227.500,00	$ 227.500,00	$ 227.500,00
COSTOS FIJOS	$ 3.442.458,73	$ 3.442.458,73	$ 3.442.458,73	$ 3.427.215,59	$ 3.427.215,59	$ 3.423.226,59	$ 3.423.226,59	$ 3.423.226,59	$ 3.423.226,59	$ 3.423.226,59
COSTOS TOTALES	$ 28.091.811,22	$ 28.584.552,16	$ 29.087.148,05	$ 29.584.558,78	$ 30.107.464,96	$ 30.636.844,70	$ 31.180.881,78	$ 31.735.800,84	$ 32.301.823,51	$ 32.879.167,17

Cuadro de elaboración propia. Enero de 2016.

DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN MÍNIMA ECONÓMICA (PUNTO DE EQUILIBRIO)

Concepto	PERÍODO ANUAL									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor de la producción programada	35.632.941,12	36.345.599,94	37.072.482,00	37.813.961,58	38.570.225,84	39.341.649,07	40.128.480,81	40.931.032,96	41.749.679,82	42.584.670,92
Egresos totales	28.091.811,22	28.584.552,16	29.087.148,05	29.584.558,78	30.107.464,96	30.636.844,70	31.180.881,78	31.735.800,84	32.301.823,51	32.879.167,17
Costos variables	24.649.352,49	25.142.093,43	25.644.689,32	26.157.343,19	26.680.249,38	27.213.618,11	27.757.655,19	28.312.574,25	28.878.596,93	29.455.940,58
Costos fijos	3.442.458,73	3.442.458,73	3.442.458,73	3.427.215,59	3.427.215,59	3.423.226,59	3.423.226,59	3.423.226,59	3.423.226,59	3.423.226,59
Capacidad nominal total (kg)	682.637,00	682.637,00	682.637,00	682.637,00	682.637,00	682.637,00	682.637,00	682.637,00	682.637,00	682.637,00
% que se utilizará	82%	84%	86%	88%	90%	92%	94%	96%	98%	100%
Producción programada (kg)	359.856,00	367.053,12	374.393,88	381.882,06	389.519,55	397.310,13	405.256,32	413.361,27	421.628,76	430.061,31
Producción mínima económica (kg)	112.785,49	112.783,01	112.780,79	112.278,89	112.276,71	112.143,73	112.141,60	112.139,63	112.137,48	112.135,54
Producción programada/ Producción mínima económica	3,19	3,25	3,32	3,40	3,47	3,54	3,61	3,69	3,76	3,84

Cuadro de elaboración propia. Enero de 2016.

FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN

El monto inicial de la inversión es aproximadamente de:

DETERMINACIÓN DEL MONTO INICIAL DE INVERSIÓN

CONCEPTO	MONTO ($)
Activo fijo	8.585.753,97
Activo diferido	1.495.923,44
Capital de trabajo	6.579.463,48
MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	16.661.140,89

Cuadro de elaboración propia en base a la información obtenida de:
- Activo fijo: equipos del proceso, otros equipos, infraestructura y servicios.
- Activo diferido: Fletes, seguros e impuestos; planeación e integración del proyecto, administración del proyecto e imprevistos.
- Capital de trabajo: Activo circulante AC (valores e inversiones, inventarios y cuentas por cobrar), Pasivo circulante PC que corresponde a la relación AC/2 (Baca Urbina, Gabriel. "Evaluación de proyectos". Tercera edición. México, D.F); y capital de trabajo, que corresponde a la diferencia entre activo circulante y pasivo circulante.

De los **$ 16.661.140,89** que se requieren de inversión para el proyecto se pretende solicitar un préstamo por el 60%, es decir, **$9.996.684,53** de la inversión total, la tasa nominal anual del 12% (Programa FONAPYME INDUSTRIA, del Ministerio de Industria de la Nación, el cual otorga crédito hasta del 70% del total a invertir a una tasa fija del 12%). La amortización del préstamo se efectúa mediante el sistema de capitalización francés, en el cual la cuota se mantiene constante durante toda la vida del préstamo, variando sólo las proporciones de capital amortizado e interés correspondiente a cada cuota.

FINANCIAMIENTO	
INVERSIÓN TOTAL	16.661.140,89
% de financiamiento	0,60
% de capital de inversión	0,40
Importe de financiamiento 60%	9.996.684,53
Importe de capital 40%	6.664.456,35
% Tasa de interés anual	0,12
Plazo del crédito	7 años

Cuadro de elaboración propia. Enero de 2016

El sistema de amortización francés es aquel que se caracteriza por ser un sistema de amortización de cuotas constantes.
Debido a que las cuotas son constantes, cada mes el banco recibe los intereses en función del capital pendiente de amortizar. Por ello, durante los primeros años, se paga una cantidad mayor de intereses que de capital y en cambio, durante el período final del préstamo, por pagar más capital e intereses menores.[65]

Para efectuar el cálculo, primero es necesario determinar el monto de la cantidad igual que se pagará cada año. Para ello se emplea la fórmula:

[65] Alarcón, María Isabel. "¿Qué es el sistema de amortización francés?". En línea. Julio de 2014. Enero de 2016. Disponible en la web: http://www.rankia.com.ar/blog/mejores-hipotecas/2399623-que-sistema-amortizacion-frances

$$A = p\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right]$$

Donde,
A: Es el pago que debe realizarse cada año.
p: Préstamo.
i: Tasa de interés.
n: Cantidad de cuotas.
Con esta información, se construye la tabla de pago de la deuda para determinar qué parte del pago total, pagada cada año corresponde a capital y a interés.[66]

AÑOS	INTERESES	PAGO DE FIN DE AÑO	PAGO A PRINCIPAL	SALDO PENDIENTE
0				9.996.684,53
1				9.996.684,53
2	1.199.602,14	2.190.450,88	990.848,74	9.005.835,79
3	1.080.700,30	2.190.450,88	1.109.750,59	7.896.085,21
4	947.530,23	2.190.450,88	1.242.920,66	6.653.164,55
5	798.379,75	2.190.450,88	1.392.071,13	5.261.093,42
6	631.331,21	2.190.450,88	1.559.119,67	3.701.973,75
7	444.236,85	2.190.450,88	1.746.214,03	1.955.759,72
8	234.691,17	2.190.450,88	1.955.759,72	0,00
			9.996.684,53	

Crédito FONAPYME INDUSTRIA. Ministerio de industria de la Nación. Febrero de 2015.
Tasa de interés 12% fija, anual y en pesos. Plazo hasta 84 meses. Período de gracia 12 meses.
Disponible en la web: http://www.industria.gob.ar/fonapymeindustria/caracteristicas-del-credito/

11.4 FLUJO DE FONDOS PROYECTADOS

La finalidad del flujo de fondos es calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto, que son, en forma general, el beneficio real de la operación de la planta, y que se obtienen restando a los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que se debe pagar.

Se llama proforma porque esto significa proyectado, se proyecta a 10años los resultados económicos que tendrá la empresa.

Consideraciones

- Se define un horizonte de 10 años para proyectar el flujo de fondos (teniendo en cuenta la vida útil de los activos más relevantes).
- Se suponen períodos anuales completos, por lo tanto los flujos de fondos son anuales y ocurren al finalizar cada mes.
- Todos los egresos e ingresos se trabajarán sin incluir al valor agregado (IVA).
- Se trabajará con flujos reales y a una tasa de descuento real. De manera de no modificar el comportamiento de los flujos de la empresa por el efecto inflacionario.

[66] Evaluación de proyectos. Gabriel Baca Urbina. Séptima edición. México D.F. Pág. 187.

- Impuesto a las ganancias: Para empresas constituidas como S.R.L, se abona un 35%[67] sobre el resultado impositivo.
- Ingresos brutos: Disposición Nº 088/2011 corresponde el 2,5% sobre el monto a pagar al contribuyente – secretaría de Ingresos Públicos Santa Cruz.
- Se proyectará el flujo de fondos del proyecto y del inversionista.

Flujo de fondos neto del proyecto

En el flujo del proyecto se asume que la inversión que requiere el proyecto proviene de fuentes de financiamiento internas (propias), es decir, que los recursos totales que necesita el proyecto provienen de la entidad ejecutora o del inversionista.

Flujo de fondos del inversor

En el flujo con financiamiento, se supone que los recursos que utiliza el proyecto son, en parte propios y en parte de terceras personas (naturales o jurídicas), es decir, que el proyecto utiliza recursos externos para su financiamiento. Trata de medir la rentabilidad de los recursos aportados por el inversionista cuando se incorpora el efecto de financiamiento. Este flujo se diferencia del anterior en la medida que se consideran las fuentes de financiamiento del proyecto. Por tanto, se registran los ingresos por el recibo del capital de los préstamos y créditos (es decir, se considera solo la inversión propia, restando la inversión financiada con préstamos). Igualmente, se incluyen los costos de servicio de la deuda en el flujo de fondos del inversor: los intereses y comisiones son costos de operación deducibles y las amortizaciones son desembolsos no deducibles.[68]

[67] Ceteri, José Luis. "as modificaciones en el Código Civil y Comercial y su impacto en tributos y relaciones civiles y comerciales". En línea. Septiembre de 2015. Enero de 2016. Disponible en la web: http://www.cronista.com/fiscal/Las-modificaciones-en-el-Codigo-Civil-y-Comercial-y-su-impacto-en-tributos-y-relaciones-civiles-y-comerciales-20150914-0005.html

[68] Gonzáles, Magali Estefanía. Tesis para obtener el título de ingeniero industrial. "Planta de producción de alambre sintético a partir del reciclaje de PET grado botella en la provincia de Santa Cruz". Página 149. Argentina. Año 2012.

Concepto	0º año	1º año	2º año	3º año	4º año	5º año	6º año	7º año	8º año	9º año	10º año
TOTAL INGRESOS		35.632.941,12	36.345.599,94	37.072.482,00	37.813.961,58	38.570.225,84	39.341.649,07	40.128.480,81	40.931.032,96	41.749.679,82	42.584.670,92
EGRESOS											
Inversión inicial act. Fijos	8.585.753,97										
Inversión inicial act. Diferido	1.495.923,44										
Capital de trabajo	6.579.463,48										
COSTOS FIJOS											
Mano de obra directa		1.517.723,52	1.517.723,52	1.517.723,52	1.517.723,52	1.517.723,52	1.517.723,52	1.517.723,52	1.517.723,52	1.517.723,52	1.517.723,52
Mano de obra indirecta		746.880,00	746.880,00	746.880,00	746.880,00	746.880,00	746.880,00	746.880,00	746.880,00	746.880,00	746.880,00
Amortización y dep.		635.419,32	635.419,32	635.419,32	620.176,17	620.176,17	616.187,17	616.187,17	616.187,17	616.187,17	616.187,17
Mantenimiento		228.535,89	228.535,89	228.535,89	228.535,89	228.535,89	228.535,89	228.535,89	228.535,89	228.535,89	228.535,89
Costos de administración		86.400,00	86.400,00	86.400,00	86.400,00	86.400,00	86.400,00	86.400,00	86.400,00	86.400,00	86.400,00
Costos de ventas		227.500,00	227.500,00	227.500,00	227.500,00	227.500,00	227.500,00	227.500,00	227.500,00	227.500,00	227.500,00
COSTOS VARIABLES											
Materia prima		2.336.208,00	2.382.932,16	2.430.588,84	2.479.202,58	2.528.785,65	2.579.362,59	2.630.949,76	2.683.567,61	2.737.240,68	2.791.985,33
Otros materiales		22.044.474,11	22.485.363,60	22.935.070,87	23.393.772,29	23.861.647,73	24.338.880,69	24.825.658,30	25.322.171,47	25.828.614,89	26.345.187,19
Insumos		268.670,38	273.797,68	279.029,61	284.368,33	289.815,99	295.374,84	301.047,13	306.835,18	312.741,35	318.768,06
TOTAL EGRESOS	16.661.140,89	28.091.811,22	28.584.552,16	29.087.148,05	29.584.558,78	30.107.464,96	30.636.844,70	31.180.881,78	31.735.800,84	32.301.823,51	32.879.167,17
RESULTADOS DE LA EXPLOTACIÓN	- 16.661.140,89	7.541.129,90	7.761.047,78	7.985.333,94	8.229.402,80	8.462.760,88	8.704.804,37	8.947.599,03	9.195.232,11	9.447.856,30	9.705.503,75
Ingresos brutos		890.823,53	908.640,00	926.812,05	945.349,04	964.255,65	983.541,23	1.003.212,02	1.023.275,82	1.043.742,00	1.064.616,77
Imp. a las ganancias		2.639.395,47	1.949.708,91	2.028.209,07	2.113.633,17	2.195.308,50	2.280.023,72	2.365.001,85	2.451.673,43	3.306.749,71	3.396.926,31
Amortización act. Fijos		635.419,32	635.419,32	635.419,32	620.176,17	620.176,17	616.187,17	616.187,17	616.187,17	616.187,17	616.187,17
FLUJO DE FONDOS NETO DEL PROYECTO	- 16.661.140,89	4.646.330,22	5.538.118,18	5.665.732,14	5.790.596,76	5.923.372,91	6.057.426,60	6.195.572,33	6.336.470,03	5.713.551,77	5.860.147,84
FLUJO DE FONDOS NETO ACUMULADO	- 16.661.140,89	-12.014.810,66	- 6.476.692,48	- 810.960,34	4.979.636,42	10.903.009,33	16.960.435,92	23.156.008,25	29.492.478,29	35.206.030,06	41.066.177,90
Préstamo	9.996.684,53										
Intereses			1.199.602,14	1.080.700,30	947.530,23	798.379,75	631.331,21	444.236,85	234.691,17		
Pago a capital			990.848,74	1.109.750,59	1.242.920,66	1.392.071,13	1.559.119,67	1.746.214,03	1.955.759,72		
FLUJO DE FONDO NETO DEL INVERSOR	- 6.664.456,35	4.646.330,22	3.347.667,30	3.475.281,26	3.600.145,88	3.732.922,02	3.866.975,71	4.005.121,45	4.146.019,15	5.713.551,77	5.860.147,84
FLUJO DE FONDO NETO ACUMULADO	- 6.664.456,35	- 2.018.126,13	1.329.541,17	4.804.822,43	8.404.968,31	12.137.890,33	16.004.866,05	20.009.987,50	24.156.006,65	29.869.558,42	35.729.706,26

Cuadro de elaboración propia. Enero de 2016.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo se presenta el análisis para determinar si el proyecto es rentable en la forma esperada por el inversionista, considerando para ello todos los gastos e ingresos que ocurrirán durante el tiempo de realización de éste. Con este fin se utilizan dos técnicas de evaluación económica. La determinación del Valor Actual Neto (VAN) y el cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR). Estas técnicas consideran el valor del dinero en el tiempo, por lo que son válidas para determinar la aceptación o rechazo del proyecto.

12. VALOR ACTUAL NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO

Una vez determinado el flujo de efectivo, se debe calcular el Valor Actual Neto (VAN) para saber si el proyecto será rentable o no. Este valor representa la diferencia entre el total de los ingresos y el total de los egresos que se generarán a lo largo de la vida del proyecto pero considerando el valor de cada uno con respecto al tiempo, es decir, calculando el valor equivalente de estos en el presente y como si hubieran ocurrido el mismo día (al inicio del proyecto). A este proceso se le conoce como descuento de los pagos o ingresos futuros. Un resultado positivo o igual a cero significará la aceptación del proyecto, en caso contrario se rechazará. Por lo tanto, el Van mide la capacidad de un proyecto de inversión para incrementar la riqueza del inversionista.
La ecuación para calcular el VAN para el período de diez años es:

$$VAN = (-P) + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \frac{FNE_6}{(1+i)^6} + \frac{FNE_7}{(1+i)^7} + \frac{FNE_8}{(1+i)^8} + \frac{FNE_9}{(1+i)^9} + \frac{FNE_{10}}{(1+i)^{10}}$$

Donde:

P: Es la inversión total del proyecto

i: Es la tasa de interés considerada

FNE: Es el flujo de caja en el año considerado

La tasa interna de retorno es la tasa de descuento bajo la cual el VAN es igual a cero; un valor superior de esta con respecto a la tasa de descuento implicará una mayor rentabilidad que la esperada, mientras que en el caso opuesto, se interpretará como una rentabilidad no conveniente.

12.1 DETERMINACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

La tasa de descuento es la tasa de retorno requerida sobre la inversión. Refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente por lo que también se le conoce como costo o tasa de oportunidad. Es decir, si a futuro la tasa de interés compuesto capitaliza el monto de intereses de una inversión presente, la tasa de descuento revierte dicha operación. En otras palabras, esta tasa se encarga de descontar el monto capitalizado de intereses del total de los ingresos percibidos en el futuro.

Tasa de descuento sin considerar la inflación: Tanto para el proyecto como para el inversionista se considerará como tasa de descuento la tasa de interés del préstamo que se solicitará al programa FONAPYME INDUSTRIA, la cual es de 12%.

Accionista	*% de Aportación*		*TMAR*	*Ponderación*
Inversión Priv.	0,40	X	0,30	0,12
Inst. Financiera	0,60	X	0,12	0,072
	TMAR Global total mixta			0,192

El TMAR del capital total resultó ser del **19,2%**, esto significa que el rendimiento mínimo que deberá ganar la empresa para pagar **12%** de interés sobre $ 9.996.684,53 (60% del total de la inversión requerida) aportado por entidades financieras y **30%** de interés sobre $6.664.456,35 (40% del total de la inversión requerida), aportado por inversionistas. Entonces, si el rendimiento de la empresa no fuera de **19,2%** (el mínimo que puede ganar para operar) no alcanzaría a cubrir el pago de intereses.

12.2 CÁLCULO DEL VAN Y DE LA TIR DEL PROYECTO

El VAN del proyecto es el que se calcula para un proyecto sin considerar el financiamiento de la inversión, asumiendo que el inversionista aporta todos los recursos. Por tanto un VAN positivo corresponde al incremento en la riqueza del inversionista, después de que los ingresos solventen todos los gastos que genera el proyecto y recuperen todos los recursos invertidos, por sobre la rentabilidad exigida por el inversionista a sus fondos. Si el VAN es negativo muestra cuanto le falta a los ingresos del proyecto para que el inversionista solvente todos los gastos, o gane lo que desea, lo cual no necesariamente signifique pérdidas.

VAN y TIR del proyecto sin inflación

Determinación del VAN sin inflación

AÑO	FLUJO NETO DE FONDOS		TASA 30%
0	P	-$16.661.140,89	-$16.661.140,89
1	FNE1	$4.646.330,22	$3.574.100,17
2	FNE2	$5.538.118,18	$3.276.993,01
3	FNE3	$5.665.732,14	$2.578.849,40
4	FNE4	$5.790.596,76	$2.027.448,89
5	FNE5	$5.923.372,91	$1.595.336,54
6	FNE6	$6.057.426,60	$1.254.954,69
7	FNE7	$6.195.572,33	$987.365,54
8	FNE8	$6.336.470,03	$776.784,53
9	FNE9	$5.713.551,77	$538.785,62
10	FNE10	$5.860.147,84	$425.084,28

VAN (30%)	$374.561,79
TIR	30,78%

El VAN del proyecto puro es de **$ $374.561,79** (tasa de descuento 30%) y expresa el beneficio que la empresa obtendrá al implementar el proyecto. Se obtuvo como resultado una TIR de **30,78%**, mayor que las tasas de descuento consideradas, lo que nos permite afirmar que el proyecto es económicamente rentable.

12.3 CÁLCULO DEL VAN Y TIR DEL INVERSIONISTA

Corresponde a la suma del VAN del proyecto puro, más el valor actual del financiamiento, donde se incorpora el préstamo, la amortización del préstamo y el pago de los intereses de la deuda, todo esto traído al valor actual, utilizando la tasa de interés del préstamo, la cual es menor que la tasa de costo de oportunidad del inversionista por correr menos riesgo.

VAN Y TIR del inversionista sin inflación

Determinación del VAN sin inflación

AÑO	FLUJO NETO DE FONDOS		TASA 12%
0	P	-$6.664.456,35	-$6.664.456,35
1	FNE1	$4.646.330,22	$4.148.509,13
2	FNE2	$3.347.667,30	$2.668.739,88
3	FNE3	$3.475.281,26	$2.473.636,55
4	FNE4	$3.600.145,88	$2.287.957,79
5	FNE5	$3.732.922,02	$2.118.160,21
6	FNE6	$3.866.975,71	$1.959.130,24
7	FNE7	$4.005.121,45	$1.811.713,55
8	FNE8	$4.146.019,15	$1.674.507,60
9	FNE9	$5.713.551,77	$2.060.364,05
10	FNE10	$5.860.147,84	$1.886.810,77

VAN (12%)	$16.425.073,40
TIR	59,17%

El VAN del inversionista es de **$ $16.425.073,40** (a una tasa de descuento del 12%), beneficio que los inversionistas obtendrán al implementar el proyecto.

La tasa interna de retorno del inversionista es del **59,17%**, lo que justifica invertir en el proyecto, puesto que la rentabilidad que se obtendría es superior a la mínima exigida (12%)

CONCLUSIONES FINALES

En los últimos años, se ha incrementado notablemente la importancia social y medioambiental de la gestión de residuos sólidos urbanos.

El análisis efectuado a lo largo del trabajo, pone en evidencia que la propuesta de instalación en la localidad de Río Gallegos de una planta de reciclado de botellas plásticas de desecho (PET) para obtener hilo de poliéster constituye una innovación a la gestión de residuos plásticos para dicha ciudad, con un atractivo no sólo económico, sino también social y ambiental.

El proyecto permite encontrar una aplicación con valor añadido para un residuo que actualmente se elimina en vertederos, permitiendo disminuir parte de los materiales contaminantes que saturan los lugares asignados para su depósito.

Los estudios efectuados a lo largo del trabajo de investigación arrojan los siguientes resultados:

- *Definición del producto:*

Su presentación comercial será de una bobina de 4000 metros de longitud y otra de 2000 metros de fibra lisa y continua, sin pigmentos, reduciendo los impactos ambientales generados por el uso de estos colorantes químicos especiales para el teñido de la fibra sintética.

La bobina tendrá la especificación técnica de 42/2 denier, ya que es la más común utilizada en el mercado de las industrias textiles. Se establece que, cada 9000 metros de hilo de poliéster, la masa será de 42 gramos; y el hilo será compuesto por la retorsión a dos cabos, es decir a dos hebras retorcidas entre sí.

- Estudio de mercado:

El proyecto estará desarrollado con la finalidad de abastecer el mercado de la provincia de Buenos Aires, ya que en la misma se encuentran aglomeradas la mayoría de las industrias que consumen hilo de poliéster, lo que facilitará la inserción del producto en el mercado. Además se estableció que, bajo una demanda para la provincia de 6.584.000 unidades anuales, la participación en el mercado de este producto no será mayor al 9%.

Bajo en análisis de la oferta, se estableció una participación del mercado provincial de la provincia de Buenos Aires del 5%, respecto de los últimos datos analizados.

El precio de venta estimado según la base de precio aceptante es de **$99,02** por kilogramo para bobinas 42/2 denier de 2.000 metros y de 4.000 metros de presentación comercial.

- *Estudio técnico:*

Una vez establecido el método cualitativo por puntos, se han determinado dos posibles alternativas para la localización del proyecto: **Río Gallegos**, capital de la provincia de Santa Cruz y la ciudad de **Caleta Olivia**. Se selecciona la localidad de **Río Gallegos**, para la instalación de la planta industrial. Esta decisión se basa en las posibilidades de crecimiento, la disponibilidad de mano de obra requerida y los suministros de servicios.

El producto final se obtendrá por medio de dos etapas principales: el reciclado mecánico y el hilado por fusión.
En general, la **eficiencia** del proceso del reciclado desde la operación de acopio, hasta el término de la elaboración de los pellets, es de **70%**. Por lo que, de los **682.637 kg/año** de PET se transformarán en **477.846 kg/año** aproximados para ser procesados en la segunda etapa de elaboración del hilo de poliéster.

Se consideran dos turnos de ocho horas laborales, con cinco días a la semana y 52 semanas al año, se estiman **4.000 horas aproximadas de producción**.

Capacidad productiva: **120 kg/h** para el proceso de reciclado y **90 kg/h** aproximado para la etapa posterior.

El tamaño de la planta necesario será de 2.400 metros cuadrados. Para la determinación del tamaño óptimo de planta, no sólo se deben considerar los **espacios** necesarios para las áreas principales de **producción y oficinas**, sino también debe preverse el espacio necesario para el acopio de **materia prima**, evitando capacidad ociosa por falta de insumos. Además, deben considerarse los espacios requeridos para **entrada y salida de camiones**, **baños** y **depósitos de producto terminado**, entre otros.

El proyecto, producirá un total neto de **477.846 kilogramos al año** de producción plena de **hilo de poliéster**. Sin embargo, considerando que la **eficiencia del personal** sea de al menos un **90%**, como valor optimista, la producción final será de **430.061 kilogramos al año.**

Para el proyecto se utilizará una línea de reciclaje de **PLASTINOVA**, una empresa Mexicana proveedora de equipamiento para el reciclaje.

En lo que respecta a suministros para la segunda etapa de hilado por fusión, se utilizarán equipos de fabricación internacional, cuyos proveedores son las empresas **Chilicote S.A.** y **PROINPLAS**, ambas ubicadas en la provincia de Buenos Aires.

- *Estudio económico:*

Los ingresos por ventas del hilo de poliéster para bobinas 42/2 denier, es de **$ 42.584.670,92** en el año de producción plena. Se comienza con el 82% de la capacidad instalada, estimando un incremento de 2 puntos porcentuales anuales hasta alcanzar su utilización plena al final del décimo año de operación.

Se requiere una inversión total aproximada de **$ 16.661.140,89**, de los cuales serán solicitados el **60%** del mismo, es decir, $9.996.684 al programa del Ministerio de Industria de la Nación llamado FONAPYME INDUSTRIA, a una tasa nominal anual del 12%.

La producción mínima económica o punto de equilibrio en el primer año de operación, alcanza un total de **112.785,49 kilogramos** de hilo de poliéster para el primer año, de manera que, los ingresos producidos sean iguales a los costos y gastos incurridos. La producción requerida se encuentra muy por debajo de la proyectada, y esto ocurre en todos los años de funcionamiento.

- *Evaluación económica:*

Para la puesta en marcha del proyecto se requerirá una inversión total de **$ 16.661.140,89** donde el 60% será financiado mediante un préstamo solicitado al Ministerio de Industria de la Nación a una tasa de interés anual del 12% a un plazo de siete años, y el 40% restante, mediante capital propio aportado por los accionistas de la empresa.

Al realizar la evaluación económica del proyecto y del inversionista se determinó que el proyecto es viable puesto que el VAN desde los dos puntos de vistas es mayor a cero. El VAN del proyecto puro es de **$374.561,79** (tasa de descuento **30%**) y expresa el beneficio que la empresa obtendrá al implementar el proyecto. El VAN del inversionista es de **$16.425.073,40** (Tasa de descuento **12%**), beneficio que los inversionistas obtendrán al implementar el proyecto. La tasa interna de

retorno tanto del proyecto como del inversionista son mayores a las tasas de descuento alternativas de inversión. Para el proyecto la TIR es de **30,78%** y para el inversionista de **59,17%**

El período de recuperación de la inversión es de **4,14 años** con financiamiento propio y **2,6 años** con el crédito analizado.

Los valores obtenidos reflejan que resulta satisfactoria la realización del proyecto propuesto, por lo que es realmente recomendable la inversión en la planta de producción de hilo de poliéster a partir de botellas PET post consumo.

BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- Agencia ID. “Desarrollan sistema para convertir PET en fibra de poliéster”, en línea. Febrero de 2010, Septiembre de 2013. Disponible en la web: http://packaging.enfasis.com

- Alarcón, María Isabel. "¿Qué es el sistema de amortización francés?". En línea. Julio de 2014. Enero de 2016. Disponible en la web: http://www.rankia.com.ar/blog/mejores-hipotecas/2399623-que-sistema-amortizacion-frances
- ARPET. "Cotización del mes de Abril de 2014". En línea. Abril de 2014. Abril de 2014. Disponible en la web: www.arpet.org
- Bermejo Gotor, Oscar." Técnicas del reciclado". En línea. 24 de Mayo de 2013. Junio de 2014. Disponible en la web: https://sites.google.com/site/tecnologiadelreciclado/tecnicas-del-reciclado
- Carrera de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales de la UMSA. "Reciclado de botellas de PET. Proyecto de Investigación", en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http://www.cpts.org.
- Carrera de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales de la UMSA. "Reciclado de botellas de PET. Proyecto de Investigación", en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http://www.cpts.org.
- Ceteri, José Luis. "as modificaciones en el Código Civil y Comercial y su impacto en tributos y relaciones civiles y comerciales". En línea. Septiembre de 2015. Enero de 2016. Disponible en la web: http://www.cronista.com/fiscal/Las-modificaciones-en-el-Codigo-Civil-y-Comercial-y-su-impacto-en-tributos-y-relaciones-civiles-y-comerciales-20150914-0005.html
- CIRFS. European Man-made fibres Association. (2011). Disponible en la web: http://www.cirfs.org/ManmadeFibres/ProductandProductionProcess.aspx.
- Editorial Everde. "Ropa con tela hecha a partir de botellas de plástico PET". En línea. 23 de Abril de 2012. Junio de 2014. Disponible en la web: http://www.everde.cl/2012/04/ropa-con-tela-hecha-partir-de-botellas.html
- Editorial informador. "De PET a cobertores y playeras" En línea. Enero de 2014. Junio de 2014. Disponible en la web: http://www.informador.com.mx/tecnologia/2010/174102/6/de-pet-a-cobertores-y-playeras.htm
- Editorial. "China 'rompe' el mercado de las fibras sintéticas con una sobrecapacidad productiva". En línea. Marzo de 2014. Mayo de 2014. Disponible en la web: http://www.modaes.es/entorno/20140328/china-rompe-el-mercado-de-las-fibras-sinteticas-con-una-sobrecapacidad-productiva.html
- Editorial. "Estructura de la economía" En línea. Julio 2013. Mayo 2014. Disponible en la web:http://www.buenosaires.diplo.de/contentblob/2333934/Daten/3392086/Situacin_Econmica_Actual_Download.pdf
- Editorial. "Fibras sintéticas", en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http://redtextilargentina.com.ar
- Editorial. "PET", en línea. S.F, septiembre de 2013. Disponible en la web: http://www.concienciaambiental.com.mx
- Editorial. "Productos a fondo. Botellas de plástico". En línea. Noviembre de 2009. Abril de 2014. Disponible en la web: http://www.amarilloverdeyazul.com/2009/11/botellas-de-plastico/
- Editorial. "Uso del PET en envases alimentarios", en línea. Septiembre de 2005, Septiembre de 2013. Disponible en la web: http:// textoscientificos.com.
- Evaluación de Proyectos. Gabriel Baca Urbina. Quinta Edición. México D.F. Pág. 107.
- Gonzáles, Magali Estefanía. Tesis para obtener el título de ingeniero industrial. "Planta de producción de alambre sintético a partir del reciclaje de PET grado botella en la provincia de Santa Cruz". Argentina. Año 2012.
- Hollen, Norma. Manual de los Textiles. 1990. Pp. 139-140.

- INDEC. “Censo Nacional Económico”. S.F. Noviembre de 2015. Página web disponible: http://www.indec.gov.ar/Economico2005/inc_presenta.asp
- INTI. “Vestir (con)ciencia | Información económica del INTI”, en línea. S.f., septiembre de 2013. Disponible en la web: http: // inti.gob.ar
- Marguliz, Reynaldo. “Crece la demanda de residuos plásticos entre las industrias de reciclado”, en línea. Junio de 2012, 30 de Junio de 2013. Disponible en la web: http://revistapetroquimica.com.
- Mariano Kestelboim, Director Ejecutivo. Julieta Loustau, Economista. “El nuevo escenario mundial para la producción de la cadena de valor algodonera de Argentina”. En línea. Sin fecha. Mayo 2014. Disponible en la web: http://www.fundacionprotejer.com/img/informes/nuevo-escenario-mundial_octubre-2011.pdf
- Mariano Kestelboim, Director Ejecutivo. Julieta Loustau, Economista. “El nuevo escenario mundial para la producción de la cadena de valor algodonera de Argentina”. En línea. Sin fecha. Mayo 2014. Disponible en la web: http://www.fundacionprotejer.com/img/informes/nuevo-escenario-mundial_octubre-2011.pdf
- Observatorio de RSU. “Composición promedio de los RSU del país” En línea. Año 2009. Marzo de 2014. Disponible en la web: http://www.ambiente.gob.ar/observatoriorsu/información_general/estadísticas.html
- Observatorio Nacional de gestión de residuos sólidos urbanos, Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable. Jefatura de gabinete de ministros. “Generación per cápita y total por provincia y país de RSU”. En línea. Sin fecha. Marzo de 2014. Disponible en la web: http://www.medioambiente.gov.ar//
- OCDE-FAO, Perspectivas Agrícolas 2013-2022, Texcoco, Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo, 2013.
- Ojeda, Mariano. “Proceso del reciclaje del PET”. En línea. 30 de Mayo de 2011. Marzo de 2014. Disponible en la web: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/
- Ojeda, Mariano. “PRODUCCION DE ESCAMAS DE PET” En línea. 27 de Diciembre de 2012. Junio de 2014. Disponible en la web: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2012/12/produccion-de-escamas-de-pet.html
- Ortiz Hernández, María Laura. “El impacto de los plásticos en el ambiente”. En línea. 27 de Mayo de 2013. Marzo de 2014. Disponible en la web: http://www.jornada.unam.mx/
- Patricia F. Mainardi. “La próxima revolución industrial”. Sin fecha. Marzo de 2014. Disponible en la web: http://www.defonline.com.ar/
- Red textil. “Numeración y Título de Hilos e Hilados”. En línea. Sin fecha. Abril 2014. Disponible en la web: http://www.redtextilargentina.com.ar/
- Reyes Carcaño, Josué Ricardo. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. “Estudio de factibilidad para la instalación de una planta recicladora de envases PET”. Página 28. Argentina. Año 2009, Junio de 2014.

ANEXO

1.1 Ventilador

1.1.1 Información:

La siguiente información se refiere a las temperaturas de fusión de las hojuelas de PET, las cuales posteriormente deben ser enfriadas mediante el uso de ventiladores. Para la determinación del cálculo de caudal necesario de aire, se tomará la temperatura media como la temperatura inicial del proceso:

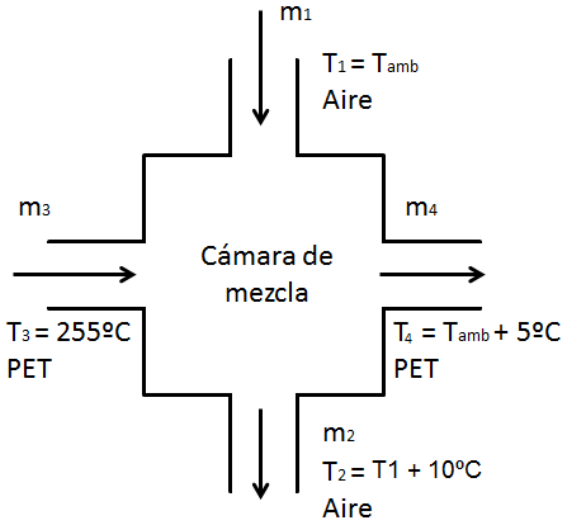
Rango de temperatura: 250ºC – 260ºC
Temperatura inicial: 255ºC

Luego, se requiere la información respecto de la temperatura final a la que se debe llevar la fibra. La temperatura final, se relaciona con la temperatura a la cual se encontraría sometida la fibra, la temperatura ambiente.

Temperatura final: 20ºC

Una vez determinadas las temperaturas final e inicial, se realiza el análisis termodinámico para sistemas abiertos de manera de determinar el caudal requerido.

Como podrá observarse, el sistema se analiza bajo una cámara de mezcla, de manera de poder determinar el flujo másico requerido por el equipo de ventilación y realizar su posterior selección.



ΣEentra = ΣEsale
m3.h3 + m1.h1 = m4.h4 + m2.h2

Como m1= m2= ma (aire); m3=m4=mf (PET) y T2 = T1 + 10ºC

mf.(h3 – h4) = ma.(h2 – h1)

ha= (h2 – h1)= cp . ΔT = 1,005 $\frac{kj}{kg^{o}K}$.[(30 – 20)ºC + 273ºC]ºK= 284,415 $\frac{kjkg}{}$

hf= (h3 – h4)= c . (ΔT) = 0,25 $\frac{kcal}{kg\ ^{o}C}$. (255-25)ºC = 57,5 $\frac{Kcal}{Kg}$. $\frac{4{,}18kj}{1kcal}$ = 240,35$\frac{kj}{kg}$

ma = m_{PET} . $\frac{Cf.(T3-T4)}{Ca.(T2-T1)}$ = 90 $\frac{kg}{h}$. $\frac{240{,}35\ kj/kg}{284{,}415kj/kg}$ = 76,06 $\frac{kg}{h}$

ma = 76,06 $\frac{kg}{h}$

Para la seleccionar el ventilador a utilizar para el proceso de enfriado de la fibra, se utiliza el flujo másico de aire calculado y se lo afecta a las pérdidas que pudiera tener el sistema, por lo que el flujo requerido para la selección del equipo será:

m requerido = ma . 3 = 76,06$\frac{kg}{h}$. 3 = 228,17 $\frac{kg}{h}$

m requerido = 228,17 $\frac{kg}{h}$

Como la densidad = m/v

V= m/densidad aire

V = 228,17 $\frac{kg}{h}$ / 1,25 $\frac{kg}{m^3}$

V = 182,53 $\frac{m^3}{h}$ = 0,057 $\frac{m^3}{s}$

ΔP = Caída de presión del ventilador

ΔP = 3mmca

Por lo tanto, el ventilador seleccionado deberá cumplimentar con los requerimientos establecidos en este punto.

Nota de la Editorial:

Por tratarse de marcas comerciales no se han incluido los presupuestos solicitados a distintas empresas, necesarios para el desarrollo del proyecto.