

Proyecto Final de Ingeniería

Instalación de una Planta de Reciclado de PET

Tarrab, Andrés - LU 114.806
Ingeniería Industrial

Garino, Gastón - LU 97.772
Ingeniería Industrial

Tutor:
Ing. Alvarez, Enrique

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS



Índice

ÍNDICE	2
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	10
RESULTADOS TANGIBLES	11
Ahorro en el costo de Recolección de Basura	12
Costos y Beneficios Ocultos	14
SISTEMAS DE RECUPERACIÓN Y RECICLADO	17
Objetivos de los Centros Verdes (de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires)	18
LOS SISTEMAS DE RECICLADO DEL PET POST CONSUMO	19
DESARROLLO DEL NEGOCIO	20
Demanda Local	20
Demanda Mundial	22
Evolución de los Costos de Materia Prima y Precio de Venta	24
ANÁLISIS FODA	27
ALTERNATIVAS DE COMERCIALIZACIÓN	29
INVESTIGACIÓN DE CAMPO	35
ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL	46
PROCESO PRODUCTIVO	52
Calidad y Características del Producto Final	54
Recomendaciones para una producción más eficiente de botellas PET	54

ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPAMIENTO	56
DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	61
REQUISITOS DE LA MAQUINARIA.....	66
CARACTERÍSTICA DE LAS BOTELLAS PET POST CONSUMO	66
DETALLE DE CONSUMOS DE LA MAQUINARIA.....	66
LAYOUT	67
INSTALACIÓN DE MAQUINARIA.....	69
MANTENIMIENTO	69
MARCO LEGAL	70
CONCEPTO DE “BASURA CERO”	72
CÁLCULOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS	75
Obtención de Fondos.....	75
Premisas.....	75
Cálculo del Costo Unitario (kg de escama de PET PCR).....	76
Recursos Humanos	78
Cálculos de Consumo Energético	79
Inversión en Localización	80
Inversión en Bienes de Capital, de Uso e Instalaciones	81
FLUJO DE FONDOS Y RESULTADO ECONÓMICO.....	82
Flujo de Fondos:	82
Resultado Económico:	84
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	85
VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN	86
CÁLCULOS DE VAN Y TIR	88

PUNTO DE EQUILIBRIO	89
PERIODO DE RECUPERO DE LA INVERSIÓN.....	90
CONCLUSIONES	91
BIBLIOGRAFÍA.....	93
FUENTES NO BIBLIOGRÁFICAS.....	94
Páginas de Internet.....	94
Empresas Relacionadas al PET.	94
ANEXOS.....	96

Resumen

El Tereftalato de Polietileno (PET) fue desarrollado en la de la década del cuarenta en busca de una fibra que substituyera a las fibras de algodón, ya que como consecuencia de la guerra en la que se encontraba el mundo era difícil la importación del mismo, desde los países Africanos. Pero no fue hasta los setentas cuando se desarrollaron los primeros envases de PET, que por las propiedades y características permitieron el desarrollo masivo del mismo para la distribución y venta de bebidas.

Es nuestro objetivo estudiar la factibilidad técnica y económica de la instalación de una Planta de Reciclado de envases PET, para la producción de escamas (*flakes*), que serán materia prima de otras industrias, tanto en el mercado Argentino como para su exportación.

En la actualidad, a nivel global, se está tomando conciencia sobre la importancia que tiene el reciclado de todo tipo de productos, para fomentar la sustentabilidad de los procesos, y promover el cuidado del medio ambiente.

Este emprendimiento busca contribuir a la sustentabilidad regional, obteniendo un beneficio económico para los inversores, generando nuevos puestos de trabajo, y transformando los residuos en insumos para la industria.

Por último, se analizarán las posibilidades de generar negocios secundarios directamente relacionados con la actividad principal a la que nos dedicaremos.

Abstract

Polyethylene terephthalate (PET) was developed in the forties in search of a fiber that substituted the cotton fiber, because, as a result of the war in which the world was involved, it was difficult to import it from African countries. But it was not until the seventies when they developed the first PET containers, which by the properties and characteristics, allowed the massive development thereof for the distribution and sale of beverages.

It is our goal to study the technical and economic feasibility of installing a recycling facility of PET containers for the production of flakes, which are raw materials for other industries, both in the Argentine market and for export.

Today, globally, there is an awareness of the importance of recycling all kinds of products to promote sustainability of the processes, and promote environmental stewardship.

This venture aims to contribute to regional sustainability, earning a profit for investors, creating new jobs, and transforming waste into inputs for industry.

Finally, we discuss the possibilities of generating side business directly related to the principal activity to which we turn.

Introducción

Existe una necesidad a nivel mundial de optimizar la gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), lo cual está potenciando el desarrollo de sistemas de reciclado, y la necesidad de diseñar nuevos productos con dichos residuos reciclados.

El plástico PET (Tereftalato de polietileno) pertenece a la familia de los poliésteres. Es uno de los materiales más usados para envases, y fibras textiles. Principalmente para bebidas no alcohólicas y recipientes para alimentos. Por sus características es especialmente interesante para reciclar y hay una gran demanda de PET post consumo reciclado (PET PCR), en sus diferentes niveles de reciclado, en todo el mundo. La principal utilización del PET reciclado es para la producción de fibra textil de poliéster, utilizada para una gran variedad de tejidos, ya sea 100% poliéster, o mezcla con otros materiales como puede ser el algodón. Otras aplicaciones comunes del PET PCR son la producción de bandejas, flejes y láminas, así como también la creciente demanda de embotelladoras para aplicar el PET PCR de nuevo en las botellas para consumo de bebidas, por lo general mezclado con PET virgen (la mezcla más común hoy en día es 20% PET PCR, 80% PET virgen).

El nivel de reciclado del PET y las características de dicho producto varían según el proceso industrial al que se va a someter, dependiendo del producto final que se requiera.

El reciclado de envases de PET post consumo es técnicamente viable, y es medioambientalmente sustentable. El producto final tiene un alto valor agregado, permitiendo reducir en gran medida los RSU que son destinados a disposición final en rellenos sanitarios.

El proceso del reciclado comienza con la recuperación del material post consumo. En todo el mundo y particularmente en Argentina se está avanzando en éste aspecto con nuevas leyes, y propaganda gubernamental para concientizar a la población. En Argentina, no hay una política unificada con respecto a la recolección y clasificación de RSU a nivel domiciliario, pero si en determinadas provincias y municipios, lo cual tiene sus pros y sus contras. La contra más grande de la carencia de leyes a nivel país es que no se sigue un lineamiento conjunto, sino, cada municipio se rige por sus iniciativas particulares, perdiendo fuerza de implementación y éxito de adhesión y concientización de la población, además de que no todos los gobiernos le dan la misma importancia al tema.



Imagen: Fardo de Envases PET post consumo listos para entrar al proceso de reciclado.

Luego de la recuperación, el PET post consumo es separado entre cristal y color, y es compactado en fardos para ser comercializado a las plantas de procesamiento de PET post consumo. El material que se obtiene es el PET PCR, y su calidad depende del nivel de tecnología y equipamiento de la planta de reciclado. El reciclado más avanzado, y cuyo proceso requiere la instalación más compleja, y la inversión más grande, es el PET PCR que alcanza grado alimentario, o sea que se puede utilizar para envases que van a estar en contacto con alimentos y bebidas. En Argentina a través de modificaciones recientes en las leyes, el organismo que otorga dicha autorización es el ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos, y Tecnología médica).



Imagen: Escamas de PET PCR (Post consumo reciclado), obtenidas como producto del proceso de reciclado.

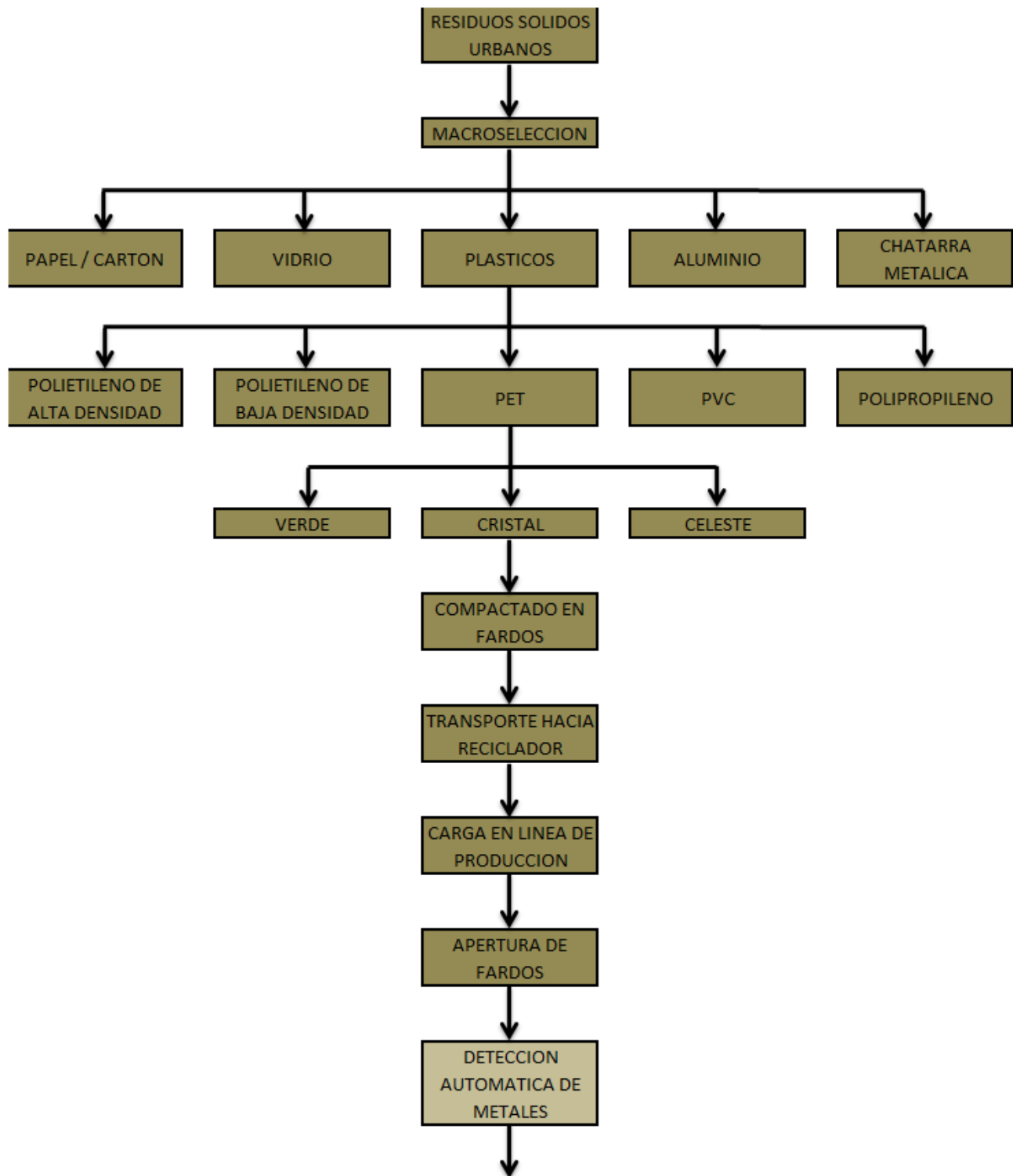
En la actualidad hay una única planta en el país que logra PET PCR con grado de utilización aprobado para alimentos y bebidas, la cual visitamos, que es Cabelma SA, en Pacheco, provincia de Buenos Aires. Por otra parte, diversas empresas reciclan el PET para ser utilizado de insumo para la fibra textil, pudiendo destacar a la empresa Reciclar SA, en Sarandí, provincia de Bs. As., la cual obtuvo entre otros reconocimientos, el premio a la excelencia exportadora en 2010 que otorgan el Banco Galicia y el diario La Nación.

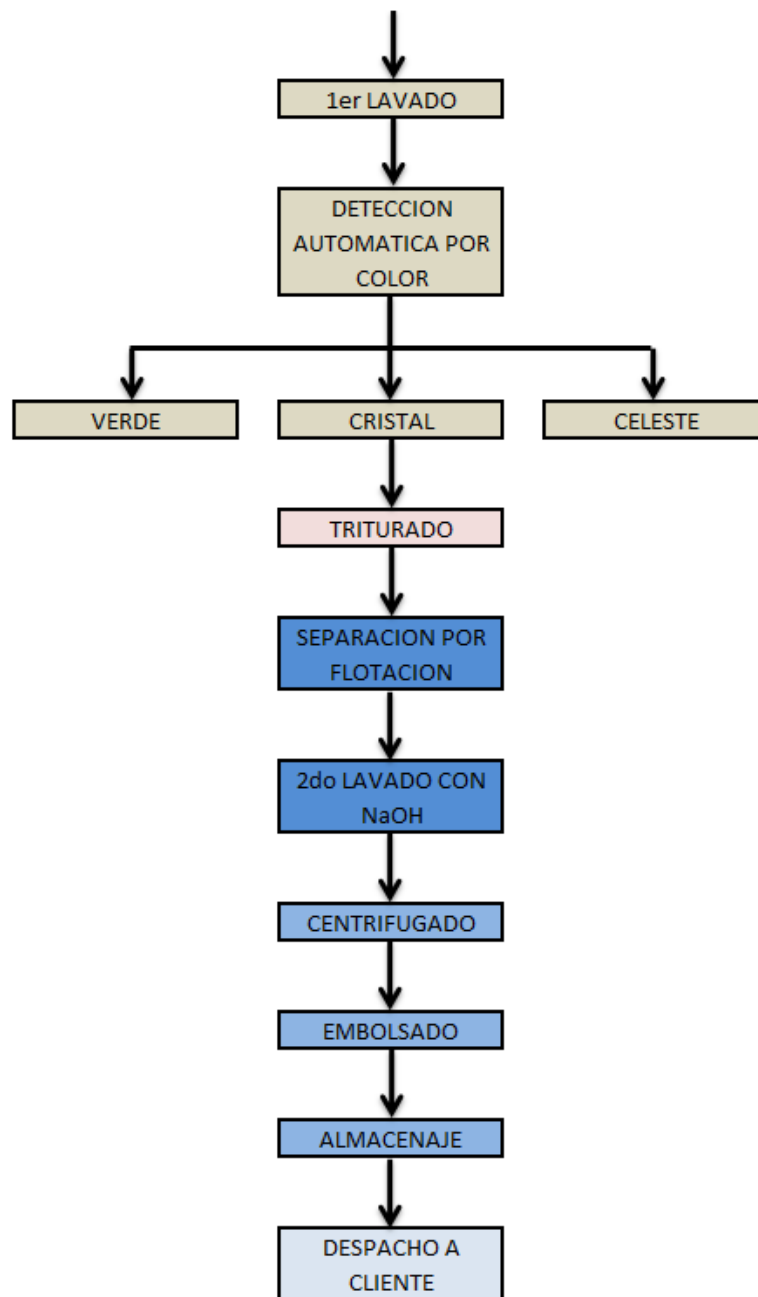
Hay diferentes alternativas de comercialización del PET PCR. En el país la mayor parte es exportada a destinos como China para su procesamiento y obtención de diferentes productos, principalmente para la producción de fibras textiles (Poliéster). En nuestro caso, el proyecto tiene como objetivo el reciclado mecánico del PET, y no el químico. Esto nos permitirá tener un mercado objetivo muy amplio, partiendo de una menor inversión inicial.

Por todo lo expuesto anteriormente, y por los motivos que van a surgir de las diferentes convenciones e investigaciones que se están llevando a cabo en el mundo, podemos decir que el negocio del reciclado de PET está en permanente crecimiento y desarrollo, apoyado por el impulso de las empresas referentes a nivel mundial que incentivan el uso de PET PCR en sus envases y en los tejidos que utilizan para sus prendas. Por ejemplo, en la actualidad Coca Cola utiliza hasta un 20% de PET PCR en cada botella que comercializa en Argentina. Empresas como Nike utilizan tejidos de PET PCR para sus líneas de indumentaria deportiva, que utilizan reconocidos jugadores de fútbol de todo el mundo, y también es el caso de Billabong que fabrica tejidos de PET PCR para sus trajes de baño que utilizan los mejores surfistas del mundo.

Día a día crece la cantidad de empresas relacionadas al reciclado del PET a nivel mundial, así como también las asociaciones y organizaciones sin fines de lucro.

Descripción del Proceso





Resultados Tangibles

Exponemos los beneficios que va a tener nuestro proyecto en los diferentes ámbitos. En primera medida es la inversión en el país, con todo lo que esto conlleva. La creación de puestos de trabajo directos e indirectos (el proyecto plantea tener una planta estable de 50 empleados como mínimo). Por otro lado hay que considerar los puestos de trabajo indirectos que se crean en la recolección y separación de residuos, dada la nueva demanda generada por la planta de 900 Tn por mes de botellas de PET. Creemos que es muy importante remarcar que estos puestos de trabajo se crean a partir de un insumo que es considerado como basura, o residuo sólido urbano, sin supuesto valor comercial.

Podemos decir que se transforma lo que sería un costo para el país en un beneficio, a través de la inversión, la creación de puestos de trabajo, y el pago de impuestos. Así como también el ahorro consecuencia de no tener que recolectar ni disponer en rellenos sanitarios 900 tn de *basura* por mes.

El proyecto es sustentable, y genera un aporte muy importante al cuidado del medio ambiente. Las 900 tn consumidas, son de PET post consumo, que de no existir esta planta de reciclado terminarían en rellenos sanitarios, con la contaminación que eso provoca.

Hay que tener en cuenta que se planea exportar el 70% de la producción, y por ende se genera un ingreso de divisas para el país, ayudando a mejorar la balanza comercial, lo cual es un tema de franca actualidad.

Por último, creemos que proyectos de este tipo deben ser aprovechados por los gobiernos (nacionales, provinciales y municipales), para motivar a la población a separar los residuos y ayudan a concientizar sobre la importancia del reciclado y el valor de los mismos que se puede dar a una correcta gestión del tratamiento de los RSU.

Ahorro en el costo de Recolección de Basura

Desde que un ciudadano tira un residuo plástico en un cesto de basura, hasta que el mismo llega a su destino final, hay un costo importante para la entidad recolectora de residuos, pagado por el Estado, y por ende, por las personas que habitan cada ciudad.

Un análisis muy importante para tener en cuenta (no simple de cuantificar) es el ahorro que el reciclado de PET implica para el recolector, el Gobierno y los Ciudadanos.

El análisis se puede hacer a nivel país, para luego hacerlo a nivel provincia, y por ultimo por municipio.

Hay una gran cantidad de personas involucradas en el proceso de Reciclado de PET. Desde quien saca las bolsas de basura a la calle, hasta quien trabaja en los rellenos sanitarios y todos los que participan entre esos estadios de la basura.

El personal no es el único costo. También tenemos que considerar el costo del transporte (el costo del camión y de operación del mismo), desde los hogares a los centros de clasificación de residuos, de ahí a los rellenos sanitarios), el costo de los terrenos de clasificación de basura (como los llamados “Centros Verdes” en la Ciudad de Buenos Aires), la electricidad involucrada en cada uno de estos procesos, la maquinaria para disponer los residuos en los rellenos sanitarios, y el espacio físico en si que ocupa en los rellenos. Todos estos costos tienen que ser pagados por el Estado, y por ende, por los ciudadanos a través de sus impuestos.

Para obtener el beneficio neto del reciclado, se debe analizar los costos de los residuos desde que se desechan hasta que se disponen en los rellenos, y compararlo con el caso de los residuos que comienzan clasificados y van a las plantas de reciclaje, y obtener la diferencia.

En el siguiente punto se pueden ver los resultados del cálculo que hicimos respecto del beneficio que se obtiene con la instalación de la planta de reciclado de PET.

Datos para el cálculo:

- 36 Toneladas de PET diarios que se procesan.
- Representan un volumen físico de 150 m^3 diario en desechos (o sea, la producción diaria de la planta representa 150 m^3 por día en los rellenos sanitarios, que al ser reciclados, representan 0 m^3)
- Se requiere de 2 Camiones diarios (67 m^3 por Camión) para transportar el volumen que recicla la planta (o sea que el volumen de PET que se recicla, si bien está separado en las diferentes bolsas de residuos domiciliarios, representa el volumen de dos camiones de residuos, que se dejarían de necesitar al reciclar dichos residuos).
- Dichos camiones consumen 80 Litros de Gasoil por día (calculamos 100 Km de recorrido por camión, 40 litros de consumo promedio por Camión)

- La amortización del costo de compra de los dos camiones la contabilizamos como un beneficio. O sea, que suponemos que el Gobierno de la Ciudad debería prescindir de dos camiones para la recolección de residuos.
- Tenemos en cuenta como beneficio, el ahorro de los 3 empleados necesarios por cada camión de recolección de residuos.

	COSTO		
	\$/Tn	\$/Día	\$/Año
Espacio en Relleno Sanitario	\$ 833	\$ 30.000	\$ 10.950.000
80 Litros de Gasoil por día	\$ 9	\$ 320	\$ 116.800
Amortización Camiones	\$ 7	\$ 256	\$ 93.278
3 personas por camión por día.	\$ 29	\$ 1.050	\$ 383.250
	\$ 878	\$ 31.626	\$ 11.543.328

*- El costo del m3 se estima en \$200 dado el costo del m2 de venta en la zona de Camino del Buen Ayre, más costos operativos del relleno sanitario. Se estima sueldo de \$7000 bruto por mes incluyendo cargas sociales. Se estima amortización de camiones en 10 años.

Hay que tener en cuenta que este es un cálculo que minimiza los costos y deja fuera del cálculo muchos costos o beneficios que detallamos como “Beneficios Ocultos”

Cabe destacar que los camiones de recolección deberían pasar a recolectar los residuos domiciliarios a pesar de que los mismos estén previamente clasificados, pero el costo de recolección sería sustancialmente menor (por ejemplo en la Ciudad de Tokio en Japón, los camiones de recolección de residuos tienen un cronograma, y determinado día recolectan determinado tipo de residuos, como si fuera que los días Jueves recolectan las botellas de PET, y no los otros tipos de residuos).

Costos y Beneficios Ocultos

El empleo directo que contrata la planta de reciclado de PET.

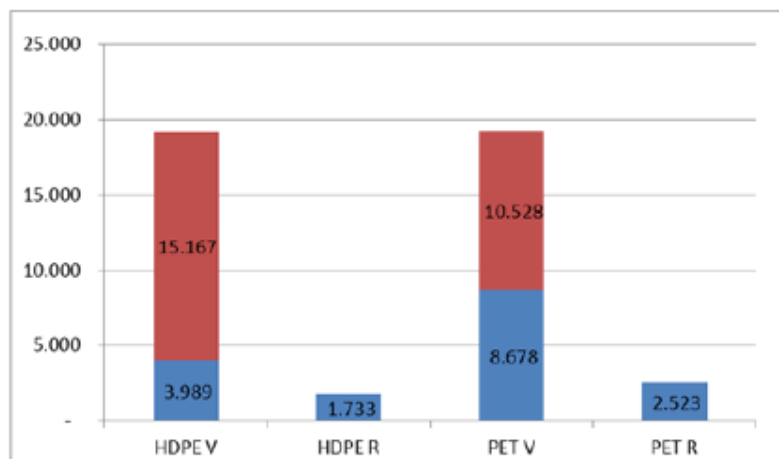
El empleo indirecto que genera la recolección de botellas de PET, su clasificación, compactación y transporte.

Los impuestos que representan para el Gobierno el negocio del Reciclado de PET. Impuestos tales como IVA, Ingresos Brutos, Ganancias.

El petróleo y la energía que se deja de utilizar en producir PET virgen, que se reemplaza por PET PCR. Y la reducción de la contaminación que ese proceso genera en el medio ambiente.

En el siguiente grafico se puede observar el ahorro de energía mencionado al utilizar PET PCR en lugar de PET Virgen.

Ahorro de energía y Recursos Naturales.
Consumo de Energía – Producto Virgen vs. Reciclado (kwh/tn)



Fuente: American Chemistry Council

Coincidiendo con la información presentada en el grafico anterior, más la información obtenida producto de diferentes investigaciones, la Cámara Argentina de la Industria de Reciclados Plásticos (CAIRPLAS) indica los siguientes beneficios:

Impacto positivo de reciclado de 1.000 Tn de residuos plásticos:

Comparado con plástico virgen

- Ahorro de Energía 4.200.000 kwh
- Ahorro materia prima fósil 1.300.000 m³ gas natural

Impacto Ambiental

- Reducción de emisiones de GEI 126.000 tn de CO2 equivalente
- Reducción de volumen de residuos 1.000tn = 5.700 m³

GEI: Gases de Efecto Invernadero

Generación de Divisas

- Reducción de importaciones 1.800.000 USD
- Aumento de Exportaciones PET 723.000 USD

Generación de Mano de Obra (1.000 tn/mes)

- Directa 100 personas
- Indirecta 300 personas
- Recuperadores 2.000 personas

Si bien la información sobre emisiones de GEI y la huella de carbono generada por el reciclado de PET es emitida por organismos nacionales e internacionales, no tiene el detalle sobre como se realizaron los cálculos. Por ende, debajo detallamos los cálculos para las emisiones de GEI y la huella de carbono de una industria (Fuente: Dinámica de Procesos S.A.).

El promedio de GEI emitidos por la red eléctrica Argentina es de 0,54 tn/CO2 por cada MWh producido. (Se debería que tener en cuenta también las emisiones producto de los transportes)

Por ende, si tenemos en cuenta los datos del grafico anterior, podemos ver que la diferencia en consumo eléctrico medido en kwh para la producción de 1tn de PET PCR, versus 1tn de PET virgen es de 16.683kwh (16,6 MWh), por ende, la disminución de GEI generados es de 8,97tn de CO2 por cada tn producida.

Sistemas de Recuperación y Reciclado

Para la recuperación de los envases de PET, existen diferentes sistemas de recolección selectiva comunes a otros materiales, tales como contenedor o iglú, contenedores individuales para cada domicilio, puntos limpios, sistemas de depósito, etc. Los envases, depositados por el ciudadano en estos contenedores, se recogen y son transportados a las plantas de clasificación de residuos, llamadas Centros Verdes por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, donde se separan los distintos materiales reciclables y se comercializan con las fabricas recicladoras.

Es muy importante remarcar que en Argentina no hay una concientización de la población sobre la importancia de la separación de los residuos en los domicilios o empresas, previos a su disposición final. En la Ciudad de Buenos Aires se instaló el primer Centro Verde, en el Barrio de Barracas. A dicho centro, llegan los camiones de recolección de residuos y vuelcan los residuos, así como también, los recuperadores urbanos (comúnmente conocidos como cartoneros), inscriptos en un registro del Gobierno de la Ciudad que los habilita para recolectar y comercializar los residuos. Los recuperadores urbanos separan y clasifican los residuos según si son reciclables o no, y en caso de ser reciclables, se separan por material. Los residuos no reciclables, vuelven a ser cargados a camiones de recolección para ser destinados en rellenos sanitarios y los materiales reciclables son comercializados a través de Cooperativas.

Hay Organizaciones No Gubernamentales (ONG) que se dedican a fomentar el reciclado de los diferentes tipos de materiales, que ayudan a informar y concientizar a la población. Por ejemplo responden preguntas que se hace gran parte del común de la gente como ¿que material se puede reciclar y cual no? ¿Cómo se reciclan los residuos? ¿Qué productos se obtienen del reciclado de cada material? ¿Cómo debo separar la basura en mi domicilio?

Algunos ejemplos de las Asociaciones Sin Fines de Lucro y ONG de Buenos Aires son <http://www.dondereciclo.org.ar/>, <http://www.terracycle.com.ar/>, <http://ecoplas.org.ar/>, Fundación de Espacios Verdes <http://www.fev.org.ar/>, entre otras. Cada una enfocada en una temática en particular, pero todas con el mismo fin. En general, casi todas fueron constituidas después del año 2000.

En Argentina, a partir de la crisis del 2001, se vio un incremento muy importante en la cantidad de personas que se dedicaron a la clasificación y recolección de residuos en las calles, para ser comercializado en el mercado informal. Hoy en día, existe una figura para que estas personas puedan ser empleados independientes, a través de la inscripción en una entidad gubernamental, y pueden comercializar a través de cooperativas, con lo cual abandonan el mercado informal, y entran

en el mercado formal de trabajo. Esta iniciativa da un marco legal importante para las empresas que necesitan comprar el PET post consumo para reciclar.

Se debe hacer énfasis en la separación domiciliaria, y la compactación parcial, previa a su disposición en los cestos de basura. De ésta forma se aprovecha el espacio 4 veces mas, y por ende se reduce el costo de recolección y manipulación.

Botella 2 litros	1 m ³	Kg
Sin Compactar	210 Botellas	10,55
Pre Compactada	840 Botellas	42

Objetivos de los Centros Verdes (de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires)

Objetivos económicos y sociales

- Ordenamiento del mercado. Venta directa a industria compradora en el marco del Programa de desarrollo de proveedores organizado por el Gobierno.
- Apoyo a la autogestión de recuperadores que podrán mejorar los márgenes / utilidades.
- Generación de trabajo
- Vínculo con los vecinos y las vecinas que promueva la construcción de lazos sociales

Objetivos ambientales

- Mejorar la Higiene Urbana
- Estar dentro de las normativas de higiene y seguridad con los correspondientes estudios de impacto ambiental.
- Separación en origen de materiales reciclables.
- Evitar el acopio en la vía pública.
- Disminuir la cantidad de residuos sólidos urbanos que son enviados a los rellenos sanitarios.

Fuente: Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

Los sistemas de reciclado del PET post consumo

Se pueden clasificar en tres grupos: reciclado mecánico, reciclado químico y valorización energética. El reciclado mecánico es el sistema más utilizado.

La mayor parte de las operaciones de separación empleadas están basadas en las diferencias de densidad de los distintos materiales, de ahí la importancia de no incluir entre los componentes del envase materiales con densidad similar a la del PET (densidad mayor a la del agua), por ejemplo el PVC.

El producto final de las plantas de reciclado mecánico es un material en forma de escama, susceptible de ser utilizado en la mayor parte de las aplicaciones del PET, a excepción de aquellas que supongan contacto directo con un alimento (en este punto vale la pena aclarar que en muchas ocasiones se hace un “sándwich” con combina PET virgen y reciclado para poder utilizarlos en envases para alimentos).

Se han desarrollado distintos procesos de reciclado químico para que el PET PCR pueda ser utilizado para contenedores que estén en contacto con alimentos, algunos de ellos a escala industrial, entre los que cabe mencionar los de metanólisis, hidrólisis, glicólisis, y saponificación.

Básicamente consisten en la despolimerización del material mediante distintos agentes químicos, con la finalidad de romper las cadenas poliméricas para volver a obtener los monómeros de partida. Los productos obtenidos, de elevada pureza, se vuelven a polimerizar para fabricar de nuevo PET básicamente igual al material virgen, por lo que pueden utilizarse para las mismas aplicaciones, incluido el contacto con alimentos. La propiedad del material más importante a tener en cuenta es la viscosidad intrínseca (IV), que es directamente proporcional a su peso molecular. La IV del material es dependiente de su cadena polimérica. Cuanto más larga sea dicha cadena polimérica, más rígido será el material, y por lo tanto más alta será la IV.

Con respecto a la tercer vía de recuperación, la valorización energética, podemos remarcar que el PET tiene un poder calorífico, similar al del carbón. Al estar compuesto únicamente por carbono, hidrógeno y oxígeno su combustión es limpia y puede utilizarse eficazmente como sustituto de los combustibles fósiles en la producción de energía. La incineración se lleva a cabo a temperaturas mayores a 1000°C. Actualmente no hay instalación de éste tipo en nuestro país.

Desarrollo del Negocio

Analizaremos la evolución de nuestro negocio. El inicio de las ventas y su evolución en el tiempo, hasta un horizonte de 5 años. Para el mismo tendremos en cuenta la variación de los costos de compra y de los precios de venta, así como también de la oferta y la demanda, tanto a nivel local como mundial, teniendo en cuenta que nuestro proyecto en un inicio estará destinado en un 70% a exportaciones.

Demanda Local

En la década del '70 comenzaron a utilizarse en el país los envases de PET retornables para bebidas, para competir con los existentes envases de vidrio retornables. En la década del '80 se comienza a fabricar PET en Zarate, Provincia de Buenos Aires, y se comienzan a remplazar los envases retornables por envases no retornables (*one way*). Este hecho marca el inicio del mercado del reciclado del PET. A partir del año 2000, con la crisis económica que sufrió el país, creció mucho la oferta de PET para reciclar, lo que generó una disminución en los costos de compra, y permitió que se desarrollen industrias para reciclar el PET, el cual se exportaba en un 100% en esos años, con márgenes de utilidad muy importantes.

Luego, comenzó la demanda de PET PCR en el país, para la fabricación de los distintos tipos de productos que hoy en día lo utilizan como materia prima. Actualmente, la demanda local de PET PCR es creciente, con empresas que se suman al mercado del reciclado de PET, ya sea por su costo o por hacer hincapié en la responsabilidad social empresaria al producir con insumos reciclados, y de esta forma disminuir las emisiones de CO₂ en el ambiente. Hay ejemplos de empresas grandes que se suman al mercado, así como también PyMEs. Por ejemplo, podemos citar el caso de Coca Cola, que a partir del año 2012 comenzó a utilizar PET PCR para la fabricación de las botellas que comercializa en el país, tendencia que crece a nivel mundial y en nuestra región. Cabe destacar que el precio del PET PCR grado alimenticio tiene el mismo precio de venta que el PET virgen, y al ser un commodity, tiene valor y demanda a nivel mundial.

En el mercado también es creciente la demanda de PET PCR para la producción de láminas, para producir blísteres, como es el caso de Paolini SA, en la localidad de Villa Adelina, Provincia de Buenos Aires.

También se puede encontrar en el país fábrica de fibra textil de poliéster a partir del PET PCR, como MAFISSA en La Plata, Provincia de Buenos Aires. MAFISSA es el principal productor de fibra de poliéster en el país, y ha incorporado recientemente líneas de producción para obtener fibra de poliéster a partir del PET PCR.

En la actualidad, la oferta local de PET PCR y la demanda local se encuentran bastante equilibradas. Podemos considerar que este es un escenario lógico y prometedor para cualquier

compañía que se quiera insertar en el mercado, ya sea ofertando o demandando. Ofertando, porque si bien la demanda local no es tan alta en estos momentos como en otros países, si lo es a nivel mundial, y la tendencia es a la suba en todos los mercados. Y también es un escenario prometedor para las empresas que comiencen a demandar el PET PCR como insumo para su producción, ya que hay oferta a nivel local, de buena calidad a buenos precios.

Decimos que es un escenario lógico, ya que la industria del reciclado del PET en nuestro país tiene menos de 10 años desde el punto de vista de la demanda, y no tantos años más desde el punto de vista de la oferta, ya que en los inicios se exportaba el 100% de la producción de PET PCR. Esto demuestra que es un escenario prometedor, donde la demanda local crece año tras año, permitiendo a las empresas recicladoras tener márgenes de ganancia más importantes, y la facilidad y seguridad de comercializar el producto en el mercado local, a diferencia de tener que ofrecerlo a nivel mundial.

El mercado potencial del PET PCR en nuestro país es muy grande, teniendo en cuenta que el consumo de PET en Argentina asciende a 240.000 tn por año, del cual se recolecta el 28% (50.400 tn) para ser reciclado, con lo cual la oferta de materia prima está garantizada, ya que el porcentaje de recolección crece año tras año y todavía es un índice bajo comparado con otros países del mundo. Por citar un ejemplo, Coca Cola consume 60.000 tn de PET virgen por año en Argentina, de los cuales espera remplazar el 20% por PET PCR dentro de los próximos 5 años, lo cual incrementaría la demanda de PET PCR en 12.000 tn/año (25% de lo recolectado actualmente), para las cuales hay un solo proveedor en el país, capaz de lograr el producto apto para contacto con alimentos que es Cabelma S.A., en la localidad de Pacheco, Provincia de Buenos Aires.

El escenario actual es prometedor para este tipo de empresas, teniendo en cuenta que el Gobierno fomenta la producción nacional, y la inversión productiva en el país, como por ejemplo, con los préstamos del Bicentenario. Estos son préstamos que se otorgan a 5 años, con un año de gracia, y controlando las importaciones de productos industriales, a través de las declaraciones juradas anticipadas a la importación, y las licencias no automáticas para determinados productos más sensibles ante la competencia global. Actualmente, nuestro país no está importando escamas de PET PCR, pero si importa productos industriales producidos con PET PCR, como ser la fibra textil de poliéster, o el hilado textil de poliéster, lo cual denota el mercado interno potencial que tienen los productos.

Un ejemplo importante que demuestra el potencial local del PET PCR, es el hecho de que hay grandes empresas de venta de bebidas que todavía no utilizan en PET PCR, como el caso de Pepsi Co.

Cabe destacar que a nivel mundial el 80% del PET PCR se utiliza para la producción de fibra textil de poliéster.

Las importaciones de fibra de poliéster, bajo la posición arancelaria 5503.20.90.000Y, en 2011 superaron las 5.000 tn (USD9.500.000) (siendo de enero a Julio 2011, 2.600 tn) y en 2012, desde Enero a Julio alcanzaron las 1.700 tn (USD 3.300.000), lo cual denota una disminución en las importaciones, y su remplazo por fibra de poliéster local, teniendo en cuenta que a niveles generales, el nivel de consumo no bajo un 40% como indicarían estos números. Las empresas importadoras son potenciales clientes de nuestros clientes (el que compra fibra, le compra al productor de fibra, que compra el PET PCR a las empresas recicladoras). Entre las empresas que mayor nivel de importaciones podemos mencionar a Freudemberg S.A. para la fabricación de telas no tejidas, a Hilado S.A. (TN Platex), para la fabricación de hilado de poliéster para tejer telas; Fiberballs S.A. para relleno de almohadas en su planta industrial de Tigre, Provincia de Buenos Aires; entre tantos otros.

RECICLADO DE PET EN ARGENTINA (Posindustrial y posconsumo)				
AÑO	PET Reciclado (ton métricas)	Envases Reciclados (en millones)	Consumo Anual Aparente (Ton. Métricas)	Porcentaje Recuperado
1997	780	18	70.000	1,11
1998	2.700	61	90.000	3,00
1999	3.500	80	105.000	3,33
2000	6.600	150	130.000	5,00
2001	8.580	200	145.000	5,91
2002	10.250	238	115.000	8,91
2003	13.700	342	135.000	10,14
2004	22.100	552	160.600	13,70
2005	36.000	900	166.000	21,70
2006	48.000	1200	177.500	27,05
2007	60.000	1500	180.000	33,00
2008	68.000	1700	200.000	34,00
2009	69.000	n/a	200.000	34,50
2010	70.000	n/a	220.000	32,72
2011	75.000	n/a	240.000	31,25

Fuente: APET PCR

Demanda Mundial

La demanda mundial del PET PCR está en franco crecimiento, así como también lo están las tecnologías disponibles para lograr el producto en las diferentes calidades requeridas por el mercado.

La diferencia principal entre la calidad del PET PCR está dada por el que logra el grado alimenticio y el que logra la calidad para fibra textil de poliéster o laminas de PET. De todas maneras, ambas tienen curva de demanda ascendente.

Por ejemplo, en 2011 en Estados Unidos, según informe de NAPCOR (National Association for PET Container Resources), se recolectaron botellas por 1.604 millones de libras (727 millones de kg), de las cuales se destinaron 916 para ser procesadas en el mercado local, 628 para el mercado de exportación y 60 como contenido de PET en fardos mezclado con otros plásticos. Lo que representa un incremento de un 29,3% comparado al año 2010, producto del fuerte incremento en la recolección del estado de California que tiene importantes acciones gubernamentales sobre el reciclado, y también en el Estado de Carolina del Norte, donde está prohibido que las botellas de plástico sean depositados en rellenos sanitarios.

La otra vía importante de aprovisionamiento de materia prima, es el scrap industrial, que en 2011 en Estados Unidos fue de 1.068 millones de Libras (el 66% comparado con el volumen de botellas recolectadas)

Un aspecto negativo para la industria del reciclado de PET, que mencionan en NAPCOR, es la tendencia mundial a alivianar los envases, ya sea para bebidas, como contenedores de alimentos.

Se destaca que a nivel mundial el consumo de PET PCR es creciente, a pesar de que China bajó su nivel de consumo en 2011, siendo el país que más procesa y utiliza el PET PCR.

Al igual que en Argentina, en Estados Unidos, desde 2005 bajó la dependencia del mercado mundial para el PET PCR, producto de grandes inversiones en el país para procesar el producto a nivel local.

POSTCONSUMER BOTTLES <i>Gross Weight Purchases (MMlbs)</i>	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
A. Purchased by U.S. Reclaimers	600	522	520	631	681	619	641	615	642	776	916
B. Purchased by Exporters *	234	275	321	372	489	653	755	836	802	781	688
C. Total U.S. Material Recycled (A+B)	834	797	841	1,003	1,170	1,272	1,396	1,451	1,444	1,557	1,604
D. Postconsumer Bottle Imports	70	57	62	106	109	97	100	98	98	89	106
E. Total Postconsumer Bottles used by U.S. Reclaimers (A+D)	670	579	582	737	790	716	741	713	740	865	1,022

Fuente: NAPCOR

En Estados Unidos el porcentaje de botellas que se reciclan es similar al de Argentina, siendo un 29,3%, lo cual marca un incremento sostenido si se lo compara contra el 22% en 2001.

Estados Unidos cuenta con 19 plantas de reciclado de PET, de las cuales 12 están aprobadas por la FDA para producir PET PCR grado alimenticio.

En Estados Unidos, para fines de 2012 se esperan inversiones por USD 50 millones, a pesar de que en la actualidad la capacidad instalada supera la cantidad de botellas recolectadas, pero esto se justifica teniendo en cuenta el nivel de recolección ascendente que tiene el país.

Estados Unidos exporta e importa fardos de botellas de PET. Porque dependiendo de la ubicación geográfica del productor o del acopiador, les conviene comprar en el mercado local, o mundial, así como también vender en el mercado local o mundial.

En Europa, también vemos estadísticas prometedoras. Según informes de Petcore y EuPR, la recolección de botellas se incremento un 9,4% entre 2010 y 2011, alcanzando los 1.590 millones de kg. Pero al igual que en Estados Unidos, la capacidad instalada actual de 1.900 millones de kg supera los niveles de recolección en el continente.

También afirman que en toda Europa el nivel de recolección alcanzo el record del 51% del total de las botellas comercializadas. Allí un tercio de los países supera el 70% de botellas recuperadas y solo tres están por debajo del 22%. Las principales aplicaciones del PET PCR, según el informe de Petcore en 2011 son el 50% para las láminas para fabricar nuevos envases contenedores, y un 39% para las fibras textiles.

En el mundo se están llevando a cabo asociaciones entre productores de bebidas y empresas recicladoras para que las embotelladoras utilicen PET PCR. Podemos citar casos recientes, como el anuncio de Coca Cola Company en Octubre 2012, que dio a conocer que va a hacer una asociación estratégica en Francia con la empresa APPE, proveedor más importante de envases de PET de Europa, para invertir €10 millones en la adquisición de una línea de reciclado químico de PET, adquirida al fabricante Buhler (el mismo fabricante que proveyó a Cabelma de la misma tecnología para su planta de Pacheco). Con dicha inversión se logrará pasar de las 28.000 tn actuales de PET PCR grado alimenticio a las 48.000 tn (esto representa el 20% del total de PET consumido en Argentina por año, y el 65% del PET que se recicla en nuestro país).

Evolución de los Costos de Materia Prima y Precio de Venta

En lo que respecta a la evolución de los costos de la Materia Prima (envases PET post consumo) hay que tener en cuenta algunos factores. El precio del PET virgen sigue la tendencia del precio del petróleo, tanto para el alza como para la baja, dado que el petróleo es el insumo principal para la fabricación del PET. Y en la actualidad el precio de PET PCR va desde el 50% del precio del PET virgen, hasta el 75% para los reciclados de mejor calidad, pero hasta el momento, nunca superó la barrera del 75%.

Por lo tanto cuando sube el precio del petróleo, es de esperar que los fabricantes de productos de PET busquen aumentar el porcentaje de PET reciclado utilizado en sus procesos, para mitigar la pérdida de competitividad frente a posibles sustitutos. Estos aumentos hacen que los recolectores de PET post consumo aumenten también sus precios.

Pero es necesario tener en cuenta que hay otro factor fundamental que influye en el precio del PET aparte del precio del petróleo. Este otro factor es el precio internacional del algodón, el cual repercute directamente en el precio del PET ya que este último es el principal sustituto para la industria textil (al aumentar el precio del PET, aumenta el precio del hilado de poliéster, por ende los compradores de tejidos para confeccionar pueden disminuir el volumen de compra de tejidos de poliéster para remplazarlo por tejidos de algodón, o también disminuir el porcentaje de poliéster presente en los tejidos como puede ser el hecho de pasar de 65% poliéster 35% algodón, a 35% poliéster, 65% algodón; o viceversa para el caso de que baje el precio del PET). Esto es lo que ha ocurrido en los últimos años. Debido a las malas cosechas de algodón, en China principalmente, se ha generado una demanda insatisfecha, lo que hace que suba en el precio del algodón. Como consecuencia de esto, las textiles chinas están ávidas de fibras sintéticas para mantener funcionando la maquinaria, lo que también hace que suba el precio del PET.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que en Argentina solo alrededor del 30% de los envases que se descartan son recuperados para su posterior reciclado, lo cual, si bien no es poco, denota un interesante potencial cuando se lo compara con otros países de la región, como Brasil, donde el volumen recuperando está alcanzando el 50% de los envases descartados. Por lo tanto, si se mantiene la tendencia para la región, es de esperar que a volumen de envases PET recuperado de los RSU en Argentina siga creciendo.

Es fundamental para la industria de reciclado, que los gobiernos se involucren en el tema. Por ejemplo, si se establecen legislaciones sobre qué hacer con el manejo de los RSU, se facilitaría y mejoraría la calidad de la MP. En las grandes ciudades de Argentina se está comenzando a clasificar los RSU, así como también en municipios más pequeños como es el caso de Federal en la provincia de Entre Ríos, donde cuentan con una planta de clasificación de residuos, vendiendo todos los materiales que pueden tener algún valor (como el caso del PET) y haciendo compostaje con el resto. En otros municipios, también hay programas puntuales, como por ejemplo el programa “Puro Tigre”, en el municipio de Tigre, Provincia de Buenos Aires, donde buscan generar conciencia en los adolescentes, para lo cual regalan un viaje de egresados para todo el curso del colegio que más botellas de PET recupere para reciclar. O el caso de los contenedores para clasificar la basura en las calles de la Ciudad de Buenos Aires, entre otros tipos de iniciativas, lo cual también hace bajar los costos de la misma, al aumentar el volumen disponible y facilitar su obtención. Otro aspecto que no debe dejarse de lado es que el Estado debe educar a la ciudadanía en este tipo de conductas, así como también los fabricantes que son los responsables de que los envases salgan al mercado. En los últimos meses, se puede observar que empresas como Coca Cola, o Villavicencio, han comenzado a

hacer publicidad, para concientizar a la población de la importancia de la reducción del volumen de los envases, previo a su disposición como residuo y la importancia del reciclado de los mismos.

Por otra parte, en la medida en que evolucionen las técnicas de reciclado, los precios de venta del PET PCR irán disminuyendo frente a los del PET virgen. Esta mejora en la competitividad hará que nuevas marcas comiencen a interesarse en el consumo industrial de PET PCR. Claro ejemplo de esto es el caso de Pepsi Argentina, que ante la consulta de por qué no están utilizando PET PCR para la producción de sus envases (*bottle to bottle*), afirma que mientras que el precio del PET reciclado sea similar al del virgen, seguirán utilizando solo este último.

Una vez más es importante destacar la importancia de que se comience a legislar sobre estos temas. En países desarrollados, se obliga a las empresas a utilizar porcentajes de PET PCR en sus procesos, y las empresas por su parte, le dan mucha importancia al tema del reciclado desde sus políticas de Responsabilidad Social Empresaria, y terminan teniendo normas internas más exigentes que las propias legislaciones. En muchos de estos casos se da que las filiales argentinas de estas empresas no utilizan los mismos parámetros que sus casas matrices.

Si desde los gobiernos (tanto nacional, como provincial o municipal) se legislan estos temas, las empresas por su parte terminan ajustando sus políticas internas.

A la hora de analizar la demanda de PET, ya sea virgen o reciclado, hay que tener en cuenta que hay demanda insatisfecha, lo que se está viendo claramente en Europa. Por lo tanto en los próximos años estará prácticamente asegurada la colocación del producto en el mercado. Si por algún motivo el consumo local de PET se ve satisfecho, siempre existirá la posibilidad de exportar el producto. Mientras tanto, en Estados Unidos, AMCOR, una de las mayores empresas a nivel global dedicada al desarrollo y fabricación de packaging, afirma que en los próximos años la demanda de PET PCR no solo va a crecer, sino que se va a acelerar. También afirma que empresas como Walmart han agregado la utilización de PET PCR en su scorecard (año 2010), lo que hará que sus proveedores reaccionen en el mismo sentido. Esto repercutirá también en la demanda de PET PCR. Pero no solo la demanda crecerá en los Estados Unidos. También se está trabajando para poder hacer frente a las mismas mejorando la oferta de envases post consumo. Se está trabajando en las políticas de los distintos Estados, para cumplir con las pautas nacionales de recuperación de PET (hablan de disminuir los volúmenes de botellas que terminan en rellenos sanitarios).

Análisis FODA

FORTALEZAS

Ser pioneros en un mercado en expansión

Contar con una planta con tecnología de última generación a nivel mundial.

Los permanentes avances en tecnología y equipamiento para el reciclado de PET

La variedad de aplicaciones del reciclado de PET

Las posibilidades de comercializar los productos en diversos países.

La mayor preocupación de la población por el reciclado de residuos en general y el cuidado del medio ambiente

La utilización de materiales reciclados en la fabricación de productos es una herramienta de marketing de las empresas, bien vista por los consumidores

La industria del reciclado de PET está creciendo a nivel mundial, por ende crece la demanda de escamas de PET post consumo reciclado (PCR)

Hay diferentes posibilidades de comercialización, teniendo un mercado amplio y variado

La preocupación del Estado por reciclar los residuos sólidos urbanos

La cantidad de municipios que fomentan la clasificación y reciclaje de residuos, lo que permite obtener materia prima a precios inferiores al precio de mercado

OPORTUNIDADES

La posibilidad de comprar e instalar la planta de reciclado químico de PET que permita lograr el reciclado grado botella ampliando el mercado objetivo de nuestra producción (como lo planea la empresa Reciclar S.A. para el año 2013).

Las alzas del costo del petróleo que incrementen el nivel de producción del PET virgen y favorezcan la utilización de PET PCR

La instalación de Centros Verdes en la Ciudad de Buenos Aires y en GBA para disponer de fardos de botellas de PET clasificados y comercializados en el mercado formal

Ingresar en un mercado en permanente crecimiento y con pocas empresas participantes a nivel nacional. Es un momento donde hay más demanda que oferta.

La posibilidad de que se legisle y se beneficie impositivamente a empresas relacionadas al reciclaje

La homologación de la ley de envases que regule el mercado desde el diseño hasta la disposición final de los mismos (Dicha ley esta presentada y siendo analizada por los legisladores del país)

Buena imagen corporativa que nos permita hacer asociaciones con marcas a quienes podamos proveer para que sus productos tengan materiales reciclados

La tendencia de los diseñadores industriales es tener en cuenta cada vez más la viabilidad de reciclar el envase en la etapa de desarrollo del mismo, ya sea por ley en algunos países, o por conciencia propia de las marcas en otros casos.

La regulación a las importaciones en el país, que incentiva la instalación de plantas en el país que consuman escamas de PET PCR, como puede ser una planta de producción de fibra de poliéster para la industria textil

El crecimiento del consumo de PET en el país, así como también el porcentaje del mismo que se destina al reciclaje. Por ejemplo, se duplicó el consumo en los últimos 10 años en el país alcanzando las 240.000 tn métricas por año, así como también en dicho periodo creció 10 veces el porcentaje de reciclado de PET alcanzando el 32% en 2012.

Una eventual devaluación del peso argentino, que genere una disminución sustancial de los costos en dólares, y mantenga el precio de venta para en dólares para exportación.

DEBILIDADES

La poca experiencia en el rubro del reciclado de plásticos

El bajo nivel de clasificación de residuos en forma domiciliaria o en empresas

La mala relación peso-volumen de las botellas de PET, lo que encarece el transporte y almacenamiento

La informalidad en el proceso de recolección de materia prima

El riesgo de depender de un único producto, ya sea como insumo y como producto final

AMENAZAS

La legislación es muy nueva a nivel país y esto desalienta las inversiones y puede generar futuros conflictos

La leve formalidad que hay en la etapa de recolección de residuos y los potenciales problemas que esto pudiera ocasionar

No existen estándares de calidad para los productos de PET reciclado a nivel país. Cada reciclador adopta el nivel de calidad que cree más beneficioso

La posibilidad de nuevos competidores que instalen nuevas plantas de reciclado de PET que compitan y generen un exceso de oferta local, en un mercado en crecimiento

La posibilidad de demanda legal de empleados por alguna enfermedad o infección ocasionada por trabajar en contacto permanente con residuos

La posibilidad de que baje el precio del petróleo, y por ende el precio del PET virgen, lo que ocasione menos demanda de PET reciclado.

La posibilidad de no disponer fácilmente de la materia prima como hoy en día, lo que ocasionaría un aumento en los costos para la compra, y el riesgo de continuidad de producción normal de la planta

Alternativas de Comercialización

Las aplicaciones del PET PCR son variadas, y dependen principalmente de la calidad del mismo (cantidad de impurezas medidas en ppm, humedad, VI, entre otros). Éste es uno de los factores que más contribuye al desarrollo del negocio del PET PCR en general, tanto en el desarrollo de proveedores, como de clientes, la calidad de las maquinas, y avances tecnológicos en la industria, como leyes que regulen, y organismos locales e internacionales que trabajan e investigan en función de ésta industria. Por ende, hay una gran demanda creciente del PET PCR a nivel mundial, teniendo como principal comprador a China, que como se sabe, todavía no se conoce el límite de compra que puede tener.

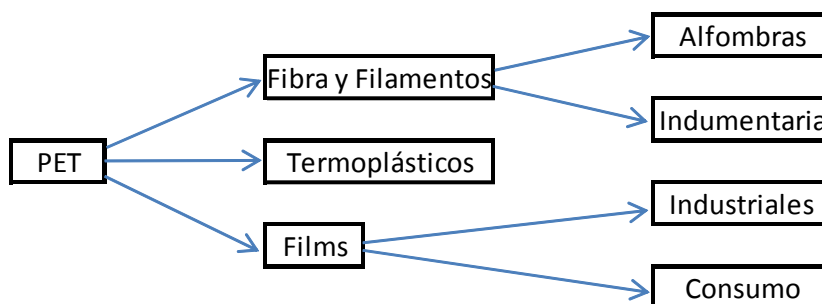
Entre las aplicaciones más relevantes está la fibra textil, que a su vez, tiene varios usos y aplicaciones, dependiendo de la calidad y características de la fibra (puede ser fibra cortada, o filamento). Entre las aplicaciones del poliéster esta la fabricación de tela de polar, tela deportiva, telas variadas con mezcla de algodón (llamadas comúnmente TC cuando son mezcla de 65% poliéster 35% algodón, o CVC cuando son mezclas de 35% poliéster 65% algodón), o algún otro componente, relleno para almohadas y almohadones, hilo para coser, fabricación de telas no tejidas, fabricación de alfombras, entre otras aplicaciones.

El PET PCR también es comúnmente utilizado como materia prima para producir láminas para fabricación de blísteres y cajas, los flejes para productos voluminosos, los envases para productos no alimentarios, los envases multicapa y monocapa para alimentos. Por lo general, las laminas son comercializadas en bobinas, que son convertidas por el cliente en producto final de embalaje (bandejas o blísteres) por medio de proceso de termoformado previo a poner el relleno dentro de las mismas, y para el caso de las bandejas, sellarlo con una tapa (por lo general transparente de otro material, ya que el PET con PET no se puede sellar dado que se cristaliza y se hace quebradizo por la elevada temperatura que le aplican en el sellado).

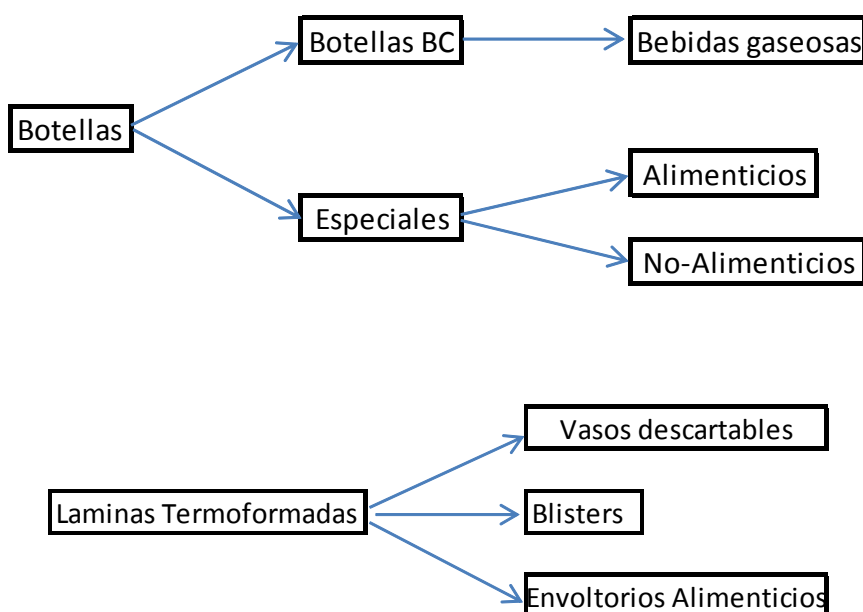
Para aplicaciones tales como la utilización del PET PCR en botellas, éste se puede combinar con PET Virgen, con el fin de mejorar la calidad y transparencia de la botella (por ejemplo, Coca Cola en Argentina utiliza el 20% de PET PCR y el 80% de PET Virgen para la fabricación de una parte de sus botellas). Cabe destacar que no habría inconvenientes en producir las botellas con 100% PET PCR, pero el color de las mismas seria más amarillento que lo que están acostumbrados los consumidores (en la visita a Cabelma SA, pudimos observar la variación de color cada 10% de PET PCR que se agrega, empezando de 100% virgen hasta 100% PET PCR).

Debajo detallamos las aplicaciones diferenciando las mismas para cuando el PET PCR se encuentra en estado sólido, y para cuando se encuentra en estado líquido.

PET: Resina en estado líquido



PET: Resina en estado sólido



A continuación detallamos y explicamos las aplicaciones más importantes

Alfombras

El PET PCR se convierte en fibra de poliéster, la cual se hilatura, y es utilizada para la fabricación de alfombras.

Flejes (*Strapping*)

Se produce una cinta de gran tenacidad la cual puede ser producida de PET PCR con una gran viscosidad intrínseca (>0.80) y mínima en contaminación. Compite con el acero y el polipropileno. Éste tipo de aplicación puede aceptar PET PCR proveniente de botellas verdes o de color que no se pueden aplicar en otros productos que solo admiten escamas Cristal.

Láminas

El PET PCR ha demostrado ser muy apropiado para bandejas de embalaje termoformado con buen brillo, resistente a esfuerzos de impacto y tensión. En muchos casos se forma un producto tri-capa, de producto virgen en las capas exteriores y el reciclado en el interior, para contacto con alimentos (comúnmente llamado “con barrera de seguridad”). Como ejemplo de bandejas, podemos mencionar las utilizadas para embalar frutas como los arándanos (que tienen tapa del mismo material que cierra por presión y abre fácilmente, sin necesidad de estar sellada), o las comúnmente vistas para embalar pastas o alimentos congelados como las empanadas que se ven en las góndolas de los supermercados. La aplicación en blísteres y bandejas de termoformado está en aumento.

Actualmente se están utilizando cada vez más para los embalajes de productos electrónicos. De las láminas también se pueden producir los típicos vasos descartables para las máquinas de café.

Ésta aplicación tiene una contra, y es que los productos finales son descartables, pero no son fácilmente reciclables. Porque los termoformados que se encuentran como RSU, pueden ser de PET, así como de otros plásticos diferentes, o mezcla de los mismos, y por lo tanto, utilizarlos de insumo en una línea de reciclaje presentaría un riesgo para la calidad del producto final obtenido.

Envases no aptos para alimentos

Son cada vez más utilizados en productos para el hogar, como por ejemplo en el caso de los detergentes. En muchos casos su utilización depende de los variables precios del mercado, del PET y de competidores como PVC y HDPE.

El hecho de que el líquido no sea un alimento, los requerimientos de calidad y pureza del PET PCR son menores, por ende, el precio es por lo menos 25% más económico que el PET Virgen o el PET PCR grado alimenticio.

Films

El PET se utiliza también en grandes cantidades para la fabricación de film, para películas fotográficas, de rayos X y de cintas de audio.

APLICACIONES DE FIBRA

La industria de fibra de PET comprende cuatro áreas de mayor aplicación:

- Fibra cortada (Staple Fibre)
- Monofilamento
- No Tejidos (*Non-Wovens*)
- Fibra para Relleno

Fibra Cortada (*Staple Fiber*)

El término Staple describe fibras de 5 – 150 mm de longitud y de 1 – 200 denier*. Tradicionalmente el PET PCR ha sido usado para la producción de fibras de 6 denier de espesor en adelante, las cuales generalmente no son teñidas. Si bien los mercados de fibras mayores a 6 denier son significantes, el mayor mercado para las fibras de PET está en el rango de 1.5 – 3 denier, el cual es usado en telas para indumentaria. En los últimos años, nuevas tecnologías de procesamiento permitieron que el PET reciclado sea usado en la producción de fibras mucho más finas (aproximadamente 3 denier). Estas fibras requieren alta calidad de las escamas de PET PCR con una consistente viscosidad intrínseca de alrededor de 0,70.

* Denier: masa en gramos de 9000m de fibra sintética en forma de un único filamento continuo.

Monofilamento

Este tipo de fibra difiere de la “staple fibre” en que es una fibra continua enrollada sobre bobinas, y tiene un precio más elevado. La mayor desventaja del PET reciclado para la producción de fibra monofilamento es que los restos de contaminantes pueden causar la rotura de la fibra. La filtración en la fusión del PET es necesaria para asegurar alta calidad de la resina.

Tela No Tejida (*Nonwoven Fabric*)

Este tipo de tela puede ser utilizado como filtros, absorbentes, equipo de campamento, entretelas textiles, etc. Este tipo de fibra es producida a través de un proceso especial, el PET es alimentado dentro de una extrusora, y el material fundido es filtrado y centrifugado. Los filamentos agrupados son modelados mediante chorros aerodinámicos. Para la formación de las redes los filamentos agrupados son extendidos y distribuidos sobre una banda transportadora la cual posee un fuerte vacío aplicado desde abajo lo que da como resultado un rápido enfriamiento por aire. Finalmente el material obtenido es comprimido, arrastrado continuamente, perforado y enrollado.

Dependiendo del tipo de tela no tejida que se produzca, se puede partir del PET PCR como insumo (por ejemplo para *Spunbonded* que significa hilado y bondeado, ya que hace todo en un solo proceso continuo), o en otros casos se debe partir de la fibra de poliéster como insumo (Termobondeados), o sea que el PET PCR se debe transformar en fibra previamente en otra línea de producción diferente. Cada tipo de tela no tejida tiene diferentes aplicaciones y también puede ser producido con materiales diferentes. Por ejemplo, el no tejido de poliéster se utiliza como filtro, dado que no flota, como si lo hace el no tejido de polipropileno.

Relleno (*Fiber-fill*)

Fibre-fill es usado como un material de relleno o aislante en abrigos impermeables, bolsas de dormir, almohadas y cubre camas, combinado en distintos porcentajes con el algodón.

Usos Industriales

El PET se utiliza para tejidos industriales de sustentación para cauchos, lonas, cintas transportadoras y numerosos artículos más.

Puede ser utilizado también en la fabricación de repuestos que necesitan superficies duras, planas y buena estabilidad dimensional. Por ejemplo en engranajes, levas, cojinetes, pistones y en bastidores de bombas que soportan elevadas fuerzas de impacto.

También es utilizado para geotextiles (como sustituto del poliéster o el polipropileno). Un geotextil es una lámina permeable y flexible de fibras sintéticas, las cuales se pueden fabricar de forma no tejida (non woven) o tejida (woven) dependiendo de la resistencia y capacidad de filtración deseada. Sus principales aplicaciones son: el control de la erosión, el refuerzo de suelos, la filtración y

separación entre capas de materiales, el proporcionar una capa drenante y la protección de geomembranas. El mercado de los geotextiles es sumamente extenso y se fabrican en los Estados Unidos, Canadá, Europa y Asia.

Los compuestos reforzados de PET (PRFV) son usados para fabricar tapas de distribuidores y componentes de pintura exterior para automóviles.

Hay varios usos no tradicionales del PET PCR, como algunos ejemplos ya fueron citados previamente, o como es el ejemplo de la empresa Producol SA, en Costa Rica, que produce madera plástica para ser utilizada en bancos de plazas, o juegos para niños, o mobiliario para exteriores.

Investigación de Campo

Durante el desarrollo del Proyecto Final de Ingeniería Industrial, aparte de la investigación documental, tuvimos que hacer diversas investigaciones de campo, tanto presenciales, como en llamados telefónicos, o a través de internet, dado que elegimos un tema del cual no teníamos experiencia previa en el rubro del reciclado, ni tampoco en el de los plásticos. Vale la pena mencionar que en lo que refiere a la parte documental, encontramos menos información de la que imaginamos habría disponible, sobre todo a nivel de datos de la realidad y actualidad del mercado local (volúmenes, costos, estadísticas, etc.).

En un principio, la investigación de campo se llevo a cabo a través de internet, recopilando información sobre entidades y organismos relacionados con la actividad, así como también empresas y cooperativas relacionadas, ya sea en Argentina como a nivel global, y en todos los niveles de la cadena. Esto nos permitió tener una idea aproximada del negocio, y los entes y empresas participantes en el rubro en Argentina, para poder empezar a decidir como encarar el proyecto, y por donde comenzar.

Decidimos comenzar averiguando sobre las diferentes formas de abastecimiento que podría tener la planta, ya que las botellas post consumo no son un insumo tradicional que uno puede encontrar en el mercado, ni del que es fácil averiguar precio, y volúmenes disponibles. Por ende, buscamos contactar a cooperativas o acopiadores, quienes les compran las botellas recolectadas a los recuperadores urbanos o “cartoneros”, quienes marcan el inicio del proceso, llevando a cabo la clasificación de residuos domiciliarios o industriales mayormente en métodos informales.

Para disminuir la informalidad de éste primer eslabón de la cadena, en los últimos meses en la Ciudad de Buenos Aires, se comenzaron a instalar “Centros Verdes”, que permiten a los recuperadores urbanos debidamente inscriptos ante la AFIP, que dispongan de una ubicación física y condiciones dignas para la clasificación y la comercialización de los residuos sólidos urbanos que clasifican. Estos centros normalmente son manejados por cooperativas, que componen el segundo eslabón de la cadena. Visitamos el Centro Verde de Barracas (CABA), ubicado en la esquina de Osvaldo Cruz y Herrera, donde nos contactamos con la Cooperativa El Amanecer de Los Cartoneros, que clasifica y comercializa los RSU en éste y otros puntos de la Ciudad. Ahí comprendimos la metodología de trabajo, donde los camiones de recolección de RSU de determinado rango de cuerdas de la Ciudad, descarga las bolsas en el centro verde, donde son clasificadas por personal de la Cooperativa. Todos los RSU que pueden ser comercializados para su

reciclaje son debidamente clasificados, y se desechan los que luego serán destinados a los rellenos sanitarios para su correcta disposición final.

Las cooperativas o empresas acopiadoras de botellas de PET post consumo, que compran las mismas a los recuperadores urbanos ya sea en los Centros Verdes, o en el mercado informal, las compactan y comercializan con las empresas que las reciclan. De este eslabón, contactamos con varias empresas, microempresas, y cooperativas alrededor del país. Por ejemplo, en la provincia de Tucumán, la empresa Punto Ecológico Tucumán SRL (<http://www.petreciclad.com.ar/>) acopia, compacta y comercializa las botellas post consumo, principalmente con recicladores de la provincia de Buenos Aires. De dicha empresa, contactamos a Javier Pérez, quien nos comentó que envía camiones semanales con 15 tn hacia Buenos Aires, con botellas recolectadas de Tucumán y Salta. Nos comentó también que en su caso el precio por kg de botellas no varía siguiendo parámetros internacionales, como puede ser el precio del petróleo, sino que más bien se rige por reglas de oferta y demanda del mercado local.

Y como un ejemplo de tantas microempresas que visitamos, podemos mencionar a Claudio Ramírez, ubicado en La Boca, calle Quinquela Martín 777, quien recibe a los recuperadores urbanos, que terminan de clasificar los RSU en la vereda de su depósito, y no solo enfarda y comercializa botellas de PET, sino también papeles, cartones y metales varios. Ramírez nos comentó que comercializa los fardos a empresas recicladoras en la provincia de Buenos Aires, a través de un intermediario, que cuenta con un camión propio, y que le compra los fardos a diferentes acopiadores que no tienen volumen suficiente para llenar un camión, ni disponen de camiones propios, quien transporta los fardos hasta la planta de reciclado que les compra la carga en la puerta de la fábrica.

Cada día hay más información disponible al alcance de los ciudadanos, sobre los centros de acopio de productos reciclables, como por ejemplo, el portal de internet www.dondereciclo.org.ar que indica en un mapa los puntos de acopio en CABA y GBA, y aclara el tipo de material que reciben.

Luego contactamos y visitamos plantas del siguiente eslabón de la cadena, que serían las empresas que reciclan las botellas de PET, para luego comercializar PET PCR, en sus diferentes niveles de calidad, dependiendo del uso final que le vaya a dar el cliente.

Luego de averiguaciones, todo nos indicaba que hay dos empresas que concentran la mayor parte del mercado del reciclado de botellas en el país. Ambas plantas están ubicadas en la provincia de Buenos Aires. Reciclar S.A. en la localidad de Sarandí, fundada a mediados del siglo pasado y

Cabelma S.A. en la localidad de Pacheco, la cual inauguró la división de reciclado bottle to bottle de PET en el año 2011.

Contactamos a Cabelma SA, donde nos atendió el señor Carlos Briones, responsable de relaciones públicas e institucionales, quien nos invitó a la planta, y nos recibió una mañana completa, donde nos brindó información valiosa, y nos permitió ver por primera vez una planta de reciclado de PET, en funcionamiento en nuestro país. Entre otras cosas, entendimos y presenciamos las diferencias desde el punto de vista productivo entre el reciclado mecánico del PET y el reciclado químico, ya que ésta empresa es la única en el país que cuenta con una línea de producción de reciclado químico, para lograr la calidad y las certificaciones necesarias para reutilizar el PET PCR en la fabricación de nuevas botellas o envases habilitados para tener contacto con alimentos o bebidas. Carlos Briones nos comentó que en el proceso de investigación se trabajó más de cinco años, conjuntamente con el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), para lograr aprobaciones legales, de algo que hasta el momento no existía. Hoy en día esta certificación la hace la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). También nos comentó que a nivel mundial, lo que potenció esta industria del reciclado químico fue la aprobación de la metodología y el producto final por la FDA (*Food and Drugs Administration*) en los Estados Unidos.

En la visita a Cabelma, entre otros datos curiosos, nos comentaron que las botellas de PET celestes, tienen una propiedad blanqueadora en el producto final, o sea que hacen más transparente al producto final, cuando se procesa el PET PCR en procesos posteriores, como puede ser para la fabricación de láminas. También nos comentó que no utilizan botellas de aceite en el proceso de producción ya que contaminan de color amarillo y de olor a toda la producción. Nos comentó que los municipios no comercializan directamente el material que acopian, sino que lo deben hacer cooperativas, ya que para el caso de comercializarlo a través del municipio, pasando determinado importe, se debe hacer una licitación, y muchas veces los volúmenes no las justifican.

En la visita a la fábrica, observamos las diferentes marcas de maquinaria con las cuales trabajan, y podemos mencionar, ya que salieron publicadas entre otros medios en el diario La Nación, cuando se informó sobre el monto de la inversión del proyecto. Las marcas principales son Sorema de Italia para la parte mecánica y Bühler de Suiza para la parte química.

Nos comentó sobre la resolución general de AFIP que regula la actividad y caracteriza a los diferentes participantes (recuperadores urbanos, acopiadores, recicladores, etc.), lo que nos permitió

investigar y resumir dicha resolución para entender más sobre el negocio y el aspecto legal del mismo.

Nos comentó sobre el acuerdo que tiene Cabelma SA, con Coca Cola, a nivel local, donde le provee materia prima a los embotelladores para ser mezclada con PET virgen, para la producción de preformas de PET, que al ser sopladas se convierten en las botellas que vemos a diario en la calle. Las botellas que tienen contenido de PET PCR, lo indican impreso debajo de la fecha de vencimiento bajo la inscripción “PET PCR”, cada día más comúnmente vista en botellas en nuestro país. Comprendimos que Coca Cola es una empresa pionera a nivel mundial en la utilización de PET PCR en sus envases. Por ejemplo, en octubre de 2012, informó que va a hacer una asociación estratégica con APPE, la embotelladora más grande de Francia para ampliar una línea de producción de PET PCR con una inversión de más de €10 millones.

Por último, nos dio un dato que consideramos muy importante para nuestro proyecto, sobre la comercialización del PET PCR. Comentó que alrededor del 70% de la producción de escamas de PET PCR (reciclado mecánico) se exporta. Sin embargo, el consumo interno por parte de las fábricas nacionales, crece día a día. También nos dio datos sobre los volúmenes que procesan y los precios de compra y venta (por ejemplo nos enteramos que a nivel mundial el precio de venta del PET PCR grado botella es el mismo que el PET Virgen, que es prácticamente un *commodity*).

Luego también visitamos la planta de producción de la empresa Reciclar SA, en Sarandí, donde nos atendió el señor Erwin Auspitz, quien nos dedicó una mañana completa para explicarnos sobre la historia del reciclado del PET en la Argentina, y una recorrida por los diferentes módulos de la planta de producción, hasta llegar a las escamas de PET PCR que comercializan tanto en el país como en el exterior, siendo China el principal mercado.

En ésta visita aprendimos mucho sobre los inicios del PET en nuestro país, y sobre los inicios del reciclado del mismo, ya que Reciclar SA, tiene una larga trayectoria en el mercado del reciclado, comenzando con la recuperación de botellas de vidrio en los inicios, hasta que ese mercado se disminuyó con los avances tecnológicos en la fabricación de las botellas de vidrio, que comenzaron a tener diferentes diseños, y donde la marca era parte de los mismos, lo cual reducía el mercado de venta de botellas de vidrio post consumo, dado que se debía devolver las botellas únicamente al embotellador de cada marca en particular.

Nos comentó que los años dorados del negocio del reciclado de PET fueron los inicios de los años 2000, donde exportaban casi el 100% de su producción, y al haber una crisis económica en Argentina, se multiplicó la cantidad de recuperadores urbanos, lo que multiplicó la cantidad de

botellas post consumo en el mercado, por ende bajó el precio en pesos. Por otro lado, la moneda del país se devaluó, abaratando el costo del producto en dólares en 4 veces, y por último, se combinó con una tendencia alcista mundial del precio del PET PCR en dólares, movilizada por la demanda China, lo cual generó ingresos en dólares muy superiores a los esperados, y por ende ingresos en pesos, excesivamente superiores a los esperados. El precio de las escamas de PET se incrementó de USD 0,12 en 2001, a USD 0,70 en 2003 (se incrementó más de cinco veces y media en dólares, y más de veinte veces su valor en moneda local). Hoy en día su capacidad de producción es 10 veces mayor que a principios de los años 2000.

Nos comentó sobre el volumen que procesan, y los turnos en los que trabajan. Sobre el mantenimiento requerido por la planta y principalmente nos comentó sobre los factores principales que hay que tener en cuenta en éste negocio. Aprendimos que el secreto del negocio está en la adquisición de la materia prima, tanto en cantidad, como calidad, y precio. Por ejemplo nos comentó que en ocasiones hubo proveedores que no fueron honestos e incluyeron otros desperdicios en el interior de los fardos como puede ser animales muertos, lo que los obligó a desarrollar un sistema de trazabilidad de fardos para poder identificar inmediatamente al proveedor de un fardo que se recibió en malas condiciones, ya que la única forma de saberlo es cuando se abre el mismo en la primer estación de la línea de producción.

Nos comentó que tiene mucho mayor importancia estar ubicado cerca de las fuentes de aprovisionamiento, que de los clientes. Como por ejemplo, estar cerca de una planta embotelladora y tener acuerdos comerciales con la misma, para comprarle todo el scrap, que es un dato importante que nosotros no teníamos presente. El scrap industrial asegura una calidad superior, ya que es prácticamente limpio, y por otro lado, asegura un volumen de aprovisionamiento constante. En los años 90, la embotelladora les pagaba a los recicladores por kg que se llevaban de scrap (USD 0,20 a fines de los años 90), hoy en día, la situación es muy diferente, y los recicladores les pagan a las embotelladoras para comprarle el scrap, un precio similar al que antes percibían.

Nos comentó también que el PVC es el principal enemigo del reciclado de PET, junto con el pegamento mal utilizado por los fabricantes. El PVC no se puede separar por flotación, ya que cuenta con una densidad mayor a la del agua, por ende, no flota, y se hunde junto con las partículas de PET. Y al no haber ley de envases en nuestro país, los embotelladores están habilitados a utilizar etiquetas de PVC y cualquier tipo de pegamento, a diferencia de otros países del mundo, donde si existe dicha ley (que involucra desde el proceso de fabricación y diseño de los envases, hasta la disposición final, o reciclado, y reutilización de dicho material reciclado), y facilita la tarea del

reciclaje, abaratando los costos y aumentando la productividad. En la actualidad existen detectores de PVC, que permiten eliminarlo de la línea de producción. Cuando comenzaron tenían 8000 ppm de PVC, y hoy en día están logrando niveles inferiores a 120 ppm.

Otro enemigo son las botellas de soda, o sifones plásticos. Ya que tienen en su interior goma, y metales que contaminan el producto final, y dañan la línea de producción.

Nos explicó que en el país hay problemas graves producto de la falta de leyes que regulen el mercado. Por ejemplo, hay quienes dicen que la industria del reciclado no debería estar alcanzada por el impuesto al valor agregado (IVA), ya que presenta una inconsistencia desde el punto de vista de que se está gravando dos veces al mismo producto, porque primero se grava el material cuando se venden al público las bebidas envasadas en PET, y luego, se está gravando nuevamente a dicho material cuando el usuario final vuelva a pagar IVA al comprar un producto que contenga en su envase PET PCR.

Hoy en día tanto Cabelma como Reciclar están trabajando 24hs 5 días de la semana, y dejando el sábado para hacer mantenimiento. Ya que en estos momentos, no se justifica trabajar los 7 días de la semana, como en otros años, ya que el precio del PET PCR en China se vio disminuido (lo que hace más rentable comercializar en el país que exportar) y los costos en dólares en el país han aumentado al igual que los precios de venta (la inflación es mayor a la devaluación).

Nos indicó que se utiliza soda cáustica como insumo de la línea para el lavado de las botellas.

Ven un mercado que se va a mantener constante durante el 2013, pero creciente a futuro, tanto a nivel local, como a nivel mundial, por lo que tienen pensado invertir en la adquisición de una línea de producción para lograr la calidad de PET PCR grado botella del fabricante EREMA de Suecia.

Cuando le consultamos sobre los stocks mínimos de materia prima, nos dijo que sus stocks de seguridad no bajan de los requeridos para 15 días de producción.

Por último en el recorrido de la planta, observamos que el producto final lo embalan en Big Bags de 600kg (mientras que Cabelma los embala en Big Bags de 900kg), que le permiten al comprador cargar el Big Bag directamente en el inicio de su línea de producción, sin tener que manipularlo, ni traspasarlo a otros recipientes.

El polipropileno y el polietileno proveniente de tapitas y etiquetas, lo venden como scrap de producción a otros recicladores.

Durante las visitas, nos informaron sobre algunas de las diferentes fábricas proveedoras de maquinaria para reciclado de PET que se pueden encontrar a nivel mundial, para intentar contactarlos y obtener presupuestos. Contactamos a más de una fábrica, tanto en China, como en Italia. Siendo ésta última la fabrica SOREMA, presidida por Flavio Previero, quien nos envió un presupuesto completo, vía email, además de catálogos y DVDs a través de una empresa internacional de correo, además de asesorarnos vía telefónica en más de una oportunidad.

Para poder obtener el presupuesto acertado de la línea de producción completa, el señor Previero nos especificó en un principio la información necesaria para poder generar un presupuesto acorde, y con eso aprendimos los puntos importantes a tener en cuenta. Como por ejemplo, el nivel de contaminación de los insumos, dado que no es lo mismo que la línea sea abastecida por PET por consumo industrial, que post consumo domiciliario previamente clasificado, que PET clasificado una vez que estaba ya mezclado con otro tipo de residuos sólidos urbanos, como es el caso de nuestro insumo.

Nos recomendó sobre la cantidad de detectores opcionales a incorporar en la línea de producción, así como también, sobre la necesidad de adquirir la cinta transportadora especial para la clasificación humana posterior a uno de los detectores, por la posibilidad de falla de los mismos, que también es opcional.

Nos aclaró que disponen de técnicos para llevar adelante la instalación y puesta a punto de la maquinaria en nuestro país, así como el seguimiento posterior de cada modulo de la línea vía internet, desde Italia.

Luego de la visita a la empresa Reciclar SA, buscamos contactar una empresa del siguiente eslabón de la cadena, o sea, un potencial cliente de nuestro producto final, que compre el PET PCR, para su producción. En dicha búsqueda contactamos al señor Antonio Paolini, presidente de la firma Paolini S.A., en la localidad de Villa Adelina, Provincia de Buenos Aires, quien nos recibió y nos dedicó más de medio día, para explicarnos sobre la historia del PET en nuestro país, así como las aplicaciones del PET Virgen y el PET PCR, en nuestro país, y a nivel mundial. Y las diferencias entre el PET y otros plásticos. Y por sobre todo, para explicarnos detalladamente el proceso de producción de Paolini SA, que comercializa láminas de PET, entre otra gama amplia de productos donde se destacan por ejemplo los acrílicos.

Las láminas se venden a empresas que embalan sus productos en envases termoformados de PET. Por ejemplo, el packaging de Gillette para sus maquinas de afeitar, o Glade para los productos que

comercializa en góndolas de supermercados, o para bandejas para frutas como arándanos, entre otras aplicaciones.

Nos comentó que utilizan una amplia variedad de plásticos, dependiendo del producto final que busquen.

En lo referido al PET puntualmente, compran el PET a una de las empresas recicladoras, y le hacen un tratamiento previo al material, para que logre las propiedades necesarias para ser insumo de la línea de producción de láminas de PET. El primer proceso de acondicionamiento, es un proceso térmico, mediante el cual se incrementa la temperatura de las escamas, mientras se las mantiene en movimiento, durante un determinado tiempo, para lograr cristalizar el material, y poder quitarle la humedad en menor tiempo. Luego, el PET PCR es extrudado, y comienza el proceso de producción de la lámina. Luego, las láminas las comercializan en formato de bobinas, de determinado ancho y longitud dependiendo las características requeridas por el cliente.

Comenzaron a utilizar el PET PCR a comienzos de los años 2000, y actualmente procesan 150 tn por mes, pero esperan triplicar el consumo para 2013, con la instalación de una maquina ya adquirida y en proceso de importación desde el exterior para incrementar la capacidad de producción.

Como dato curioso e interesante, fue él el primero en comentarnos que si bien el precio del PET virgen depende del precio del petróleo, también está fuertemente relacionado con la cosecha de algodón de y de los volúmenes que China demande, ya que las fibras de PET PCR son un sustituto del algodón en la industria textil. También nos comentó que la industria de reciclaje de los productos termoformados no está muy explotada a nivel mundial por dos razones, primero porque el volumen disponible es bajo, y segundo, porque en los termoformados puede haber mezcla de plásticos, y no solo PET como en el caso de las botellas de plástico, lo cual pondría en peligro la calidad de la producción.

Nos comentó también las propiedades y ventajas del PET frente a otros materiales como el PVC o el vidrio. El PET es fácil de identificar. Se utiliza un solo grado de PET a diferencia de otros plásticos. No se necesita cajones para el traslado de envases de PET, ya que se embalan con material termo contraíble, por ende, ocupan menos lugar, son más livianas que las botellas de vidrio, y no presentan peligro de rotura ni cortes ante una caída del envase al piso.

Otro dato curioso que nos comentó es el motivo de porque no es común encontrar cerveza en envases de PET, y la respuesta es, entre otras cosas, porque la mayoría de las cervezas tienen un

proceso de pasteurización en botella, y el PET común no soporta ese aumento de temperatura (el PETG es un nuevo material que si lo acepta). Además, tampoco se utiliza, porque al ser una barrera aislante para la temperatura, el líquido que contiene no se enfría de la misma forma que con el vidrio o el aluminio, y al común de la población y a los consumidores les gusta tomar cerveza lo más fría posible.

Por otro lado, nos comentó hay una ventaja del PET frente al PVC, desde el punto de vista del cuidado del medio ambiente, ya que el PVC en su etapa de producción, así como en la etapa de reciclado, libera cloro al medio ambiente. Lo cual hace que haya una tendencia de remplazar el PVC por PET. En este punto cabe aclarar que el PVC no es un material contaminante en si, como mucha gente supone. Por ejemplo, las bolsas contenedoras de sangre para transfusiones, para uso medicinal, son de PVC.

Y con respecto a la oferta y la demanda, nos comentó que en estos momentos en Argentina no hay problemas de abastecimiento de PET PCR, ni tampoco de PET virgen. Si bien hay un único fabricante de PET virgen en nuestro país, que es DAK Américas en la localidad de Zarate, provincia de Bs. As. Una parte del PET virgen para consumo se importa, pero no así el PET PCR, el cual tiene una oferta que hoy en día supera la demanda local, y el excedente se exporta principalmente a China y Estados Unidos.

Por último nos dio datos sobre organismos relacionados a la industria de los plásticos en general y del reciclado de los mismos, así como también específicas de PET. Como por ejemplo, CAIRPLAS, ECOPLAS, CIPETAR, entre otras. Y nos brindó información para obtener precios y estadísticas del PET y PET PCR a nivel mundial, como por ejemplo, www.theplasticsexchange.com.

Luego de la visita a la planta de Paolini S.A., decidimos visitar el INTI División Textiles para obtener información sobre los avances en nuestro país para la fabricación de fibra de poliéster a partir de PET PCR. En el INTI Textiles nos recibieron el señor Ricardo Bargone, y las señoritas Mariana Carfagnini y Sabrina Valeria Navarro, quienes nos comentaron que se encuentran en etapa de investigación y desarrollo de las mejores prácticas para lograr producir fibra de poliéster a partir del PET PCR. Por ende en el momento de la visita, no contaban con información para brindarnos a nivel institucional, pero si nos comentaron que en 2013 se esperan lograr importantes avances al respecto, y donde van a empezar a buscar empresarios dispuestos a invertir en la instalación de fabricas de fibra de poliéster a partir del PET PCR, para brindar apoyo profesional, técnico y tecnológico, durante la etapa de instalación y puesta a punto de la fábrica.

También nos contactamos vía email con la empresa MAFISSA S.A. (Manufactura de Fibras Sintéticas S.A.), ubicada en La Plata, provincia de Buenos Aires, la cual no fuimos a visitar, debido a que nos comentaron que si bien en el pasado utilizaron el PET PCR para la producción de fibra textil, hoy en día están utilizando únicamente polímero virgen.

En MAFISSA nos contactamos con el señor Gerardo Strok, Gerente Comercial y de Producción, quien nos comentó algunos puntos a tener en cuenta.

Si bien comenzaron a trabajar con reciclados de PET en el año 1998, dejaron de utilizar fibras de PET PCR por problemas de suministro, calidad y precio. En la actualidad están involucrados en un proyecto que viabilice la utilización de reciclados. Por otra parte nos comentó que en Brasil está muy difundida la reutilización del PET, desde la obtención del PET post consumo (materia prima) hasta transformarlo en el producto deseado. Existe una cultura muy instalada a través de los últimos 20 años.

La fibra de PET reciclado, básicamente era hueca y de densidad lineal alta. Se comercializaba en 10 denier y 20 denier. No llegaron a fabricar filamentos continuos.

De acuerdo al Ingeniero Strok, hoy en día los precios varían de acuerdo al uso final y al volumen involucrado. En Brasil lo diferencian de acuerdo al uso final y no de la materia prima involucrada. Al consultarlo acerca de las características que deben presentar las escamas (*flakes*) para ser aptos en la utilización del proceso, nos dijo que deben ser limpios, no contaminados (con PVC, polietileno, etc.) y con humedad por debajo de 5000 ppm de agua.

Durante el desarrollo de la investigación de campo, también nos contactamos vía email y telefónica con la periodista Laura Rocha, del Diario La Nación, responsable de los temas relacionados al reciclado y medio ambiente de dicho diario.

Las conversaciones con Laura Rocha, así como la lectura de sus artículos publicados, nos permitieron tener una noción más clara de la importancia del reciclaje desde el punto de vista del medio ambiente en todo el mundo. Nos comentó que un aspecto importante a modificar en la forma de encarar los proyectos de reciclado por parte de los gobiernos, es que deben encarar el tema desde el punto de vista del medio ambiente y no solamente desde el punto de vista social.

Un concepto muy importante que rescatamos de las charlas y lecturas, es que hay que cambiar la mentalidad de la población, y concientizarlos de que los residuos no dejan de ser responsabilidad de uno cuando los deja en una bolsa fuera de su casa, sino que es responsabilidad de todos conocer como es el camino que siguen esos residuos hasta su disposición final, y las posibilidades de

reciclado de cada tipo de material. Por lo tanto, es de suma importancia en la educación de la población, para lograr un incremento de la clasificación de RSU en forma domiciliaria e industrial año tras año.

Por ejemplo, pudimos leer notas sobre el reciclado de plásticos en Tokio y en el estado de California (Estados Unidos), así como en varias ciudades de Bélgica donde tienen avances muy importantes al respecto. Por ejemplo, en Japón la población no solo clasifica los residuos, sino que sabe que día puede tirar determinado tipo de residuos y que día no. Nos comentó que a nivel mundial, en general las políticas de reciclado se manejan por ciudades o provincias, al igual que en Argentina, y que son raros los casos de países con políticas generales sobre el reciclado.

También contactamos a fábricas de productos no tradicionales que consumen PET PCR, por el precio, la calidad requerida y la disponibilidad de material, como es la fábrica de escobas y artículos de limpieza para el hogar La Gauchita S.A., que mezcla el PET PCR para producir el haz de fibras que compone parte de la escoba para barrer el suelo. La ventaja, es que no tienen altos niveles de calidad requeridos en cuanto a las impurezas, ni tampoco al color, por lo que pueden comprar el PET PCR más económico que haya disponible en el mercado, o pos industrial sin requerimientos especiales ni necesidad de clasificación previa.

Estudio de Localización de la Planta Industrial

A la hora de definir la localización de nuestra planta industrial se tuvieron en cuenta algunos aspectos que consideramos fundamentales, tomando como primera restricción la zonificación, para corroborar que la planta pueda ser habilitada sin problemas.

Los primeros puntos que se analizaron fueron las distancias a los futuros centros proveedores de Materia Prima y a los potenciales clientes.

Por otra parte, también se analizó que necesidades de servicios tiene nuestro tipo de industria, de modo de estudiar si representa alguna ventaja estar dentro de un Parque Industrial o no.

Otro tema a tener en cuenta es que la producción va a estar destinada en gran parte a la exportación, siendo los principales destinos de nuestro producto, países como China, Estados Unidos, o los pertenecientes a la Comunidad Europea.

Otro aspecto importante que remarcó el gerente general de Reciclar S.A. en nuestra visita a la planta, es la cercanía a una planta embotelladora de PET, de la que podamos comprar el scrap resultante de sus procesos. Dado que dichos residuos son “limpios”, y en cantidades constantes a través del tiempo.

También será muy importante la posibilidad que nos brinde el terreno seleccionado a la hora de plantear una posible ampliación de la Planta. Teniendo en cuenta que este tipo de tecnologías está en pleno desarrollo, en la medida que se producen avances, se mejoran los costos y se gana en competitividad frente a lo que son las Materias Primas vírgenes. Esto genera potenciales clientes, que nos brindarían la posibilidad expandir nuestro negocio.

Para este proyecto hay que tener en cuenta que la nave industrial necesaria es de alrededor de 3000 m² cubiertos (se contempla posibilidad de futura ampliación), más la superficie necesaria para el almacenamiento de la materia prima, la playa de maniobras con los correspondientes sectores de pesaje de camiones y carga y descarga de materia prima y producto terminado, lo que sumaría unos 2000 m² más.

Las posibles localizaciones para la Planta Industrial son las siguientes:

	Sarandí (Prov. de Buenos Aires)	Barracas (Ciudad Autónoma de Buenos Aires)	Parque Industrial Ov. Lagos - Rosario (Prov. de Santa Fe)
Datos Generales			
Dirección	Av. C. Larralde 3200	Av. O. Cruz (Barracas)	Ov. Lagos 7200
Municipio	Sarandí	CABA	Rosario
Provincia	Buenos Aires	CABA	Santa Fe
Tipo de Propiedad	Privada	Privada	Privada
Zonificación Aprobada	Si	Si	Si
Infraestructura			
Red Eléctrica	Si	Si	Si
Red de Gas	Si	Si	Si
Agua Corriente	Si	Si	Si
Planta de Tratamiento de Efluentes	Si	Si	Si
Drenajes Pluviales	Si	Si	Si
Drenajes Sanitarios	Si	Si	No
Pavimento	Si	Si	Si
Transporte Público	Si	Si	Si
Alumbrado	Si	Si	Si

Factores generales a tener en cuenta:

Pueden ser divididos en dos grandes grupos:

Factores primarios: son aquellos a tener en cuenta en la generalidad de los casos.

Disponibilidad de materias primas.

Disponibilidad de servicios generales (agua, energía, combustible, efluentes, etc.).

Disponibilidad de transportes.

Disponibilidad de mercados.

Disponibilidad de mano de obra.

Factores específicos: son aquellos que son determinantes en algunos casos particulares.

Legislación y normas públicas vigentes.

Normas internas de las empresas.

Infraestructura existente.

Factores a tener en cuenta para la ubicación de la planta:

Disponibilidad de Materia Prima.

Principales fuentes de abastecimiento - Distancia.

Canales de distribución - Costo de los medios de transporte.

Zonas de consumo o Mercados.

Distancia - Disponibilidad y costo de diversos medios de transporte.

Potencialidad relativa de los mismos.

Crecimiento o disminución del Mercado.

Competencia - Presente y futura.

Suministro de Energía, Combustibles e Insumos.

Principales fuentes de abastecimiento - Distancia.

Sistema de comercialización de la energía - Costos de los diversos transportes - Distancia.

Disponibilidad zonal de Mano de Obra.

Influencia en la elección de la localización de la Planta.

Infraestructura existente y necesidades de completarla.

Vivienda, energía, transporte, agua, desagüe. Influencia en la ubicación de la Planta.

Beneficios otorgados exclusivamente por la elección de la localización.

Influencia en la elección de la zona.

Por disminución de costos.

Por disminución de inversiones.

Por facilidades crediticias.

Método de Puntuaciones Ponderadas.

Considerando las regiones preseleccionadas, se determina las zonas más adecuadas por el método de las puntuaciones ponderadas.

Este método consiste en ponderar de acuerdo a su importancia los factores que se deben tener en cuenta para la ubicación de la Planta, de manera tal que la sumatoria de todas las ponderaciones se eleve hasta 1,00. Luego se le asigna una puntuación de cada región a cada uno de los factores, a base de porcentaje, representando 100% la perfección con relación al factor considerado. Estos porcentajes se multiplican después por las ponderaciones correspondientes, y el resultado da una idea del grado de perfección. Finalmente la sumatoria de los grados de perfeccionamiento de todos los factores para cada región da un valor, el mayor de ellos indica la región más adecuada.

FACTORES	Ponderación	Sarandí – Prov. De Buenos Aires		Barracas – CABA		Parque Industrial Ov. Lagos - Rosario	
		Calificación	Calificación Ponderada	Calificación	Calificación Ponderada	Calificación	Calificación Ponderada
Disponibilidad de Materia Prima	0,35	90	31,50	90	31,50	60	21,00
Mercado Consumidor	0,25	75	18,75	70	17,50	60	15,00
Acceso a los Servicios	0,15	70	10,50	80	12,00	90	13,50
Disponibilidad de Mano de Obra	0,10	90	9,00	90	9,00	90	9,00
Comunicaciones y Transporte	0,10	60	6,00	70	7,00	90	9,00
Otros (Insumos, Seguridad, etc.)	0,05	70	3,50	70	3,50	85	4,25
TOTAL	1,00		79,25		80,50		71,75

De acuerdo a los resultados obtenidos del estudio por el Método de Puntuaciones Ponderadas, la Planta debería instalarse en la ciudad de Buenos Aires (Barracas), ya que es la zona que mayor calificación obtuvo. Vale la pena destacar que dada la poca diferencia con los puntos obtenidos para una posible localización en Sarandí (Provincia de Buenos Aires), podríamos considerar emplazar la planta en esta otra locación.

Otro de los factores que terminó por definir la ubicación fue que en el barrio de Barracas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires se ha emplazado recientemente el primer Centro Verde de la Ciudad, lugar donde se concentra y clasifican RSU, que utilizaremos como materia prima en este proyecto.

Proceso Productivo

El proceso comienza con la Separación de los residuos, también llamada macro selección de componentes, ya sea a nivel domiciliario, o a través de los recuperadores urbanos, o en los Centros Verdes. En esta etapa, se separan los residuos plásticos de los demás, y a su vez, se separan los envases de PET del resto, como pueden ser envases de Polietileno de Alta Densidad (PEAD/HDPE, utilizado para lavandinas entre otros productos).

Una vez clasificados los residuos y obtenidos los envases PET separados entre Cristal, Celeste, Verde y de Aceites, se los compacta en fardos y se los comercializa a las empresas recicladoras de PET.

Para nuestro proyecto, el insumo o materia prima son los envases PET cristal, compactados en fardos. Cabe destacar que el origen de los envases es indistinto para el proceso productivo. No hay restricción de origen o impurezas presentes en los envases.

Los fardos ingresan a la planta en camiones, los cuales se pesan en una báscula para camiones, para controlar el peso de los fardos que se compran. Los camiones se descargan con autoelevadores, que permiten descargar más de un fardo por viaje.

Dichos fardos son almacenados en el depósito de materia prima, al aire libre, apilando hasta 5 fardos en altura, sin necesidad de utilizar estanterías, ni pallets. Tampoco es necesario dejar pasillos entre los fardos. El personal que maneja el autoelevador, debe procurar seleccionar los fardos según su antigüedad, o sea, que elija el fardo que mayor antigüedad tiene en el depósito, para ser el siguiente fardo a colocar en el inicio de la línea.

Los fardos son cargados en el inicio de la línea de producción con el autoelevador. El inicio de la línea de producción es una plataforma que vibra, abre los fardos, y permite que las botellas se desplacen hacia la cinta transportadora con vibración y pendiente, para ser transportadas a la siguiente etapa.

Se efectúa un primer lavado para quitar las impurezas más grandes, y las etiquetas que puedan estar sueltas. Este proceso permite que las cuchillas de la molidora tengan una vida útil más prolongada.

El primer control automático que se hace en la cinta transportadora, es la separación de metales o impurezas por vía magnética. Luego, las botellas sueltas con tapa y etiquetas continúan por la cinta transportadora, y se efectúa la separación automática de las botellas que no son Cristal, ya sea las celestes, verdes, o de otros plásticos. Este control se hace mediante un sistema automatizado, los sensores identifican las botellas que no son cristal, y por medio de aire comprimido, se sopla dichas

botellas y las saca de la línea de producción (el aire incide en forma perpendicular a la cinta transportadora, y las botellas detectadas caen debido a que hay un desnivel y una discontinuidad en la cinta a tal efecto). Luego las botellas que caen y salen de la línea principal pasan por un control automático con sensores, más minucioso, el cual devuelve a la línea de producción las botellas cristal descartadas por error. Las botellas que no son cristal se almacenan para su futura venta a recicladores de esos materiales.

Luego de la clasificación automática, se efectúa uno de los únicos procedimientos en los que interviene el ser humano, que es la supervisión visual de botellas que no sean de PET Cristal, o cualquier otro tipo de material que se haya filtrado y lo elimina de la línea.

Una vez que en la línea quedan las botellas cristal únicamente, con etiquetas y tapitas, se efectúa la molienda de las botellas. El PET triturado, todavía contiene pegamento, etiquetas, trozos de otros plásticos como ser las tapitas, y el plástico interior de las tapitas, entre otras impurezas.

El PET molido avanza por otra cinta transportadora, para ser vertido en un tanque de agua, en el cual se efectúa la separación de los plásticos por densidad. Los plásticos cuya densidad es inferior a la del agua se hunden, y el resto flota. Por ende el PET cae al fondo y es recogido por un tornillo sinfín que lo lleva a la siguiente etapa, mientras que el polipropileno (PP) y el polietileno (PE) flotan y son removidos por unas paletas giratorias. El PP y PE son descartados.

Una vez separado el PET de los otros plásticos, se efectúa el lavado con hidróxido de sodio (NaOH o Soda Caustica) en el cual se descartan los trozos de etiquetas que puedan haber quedado remanentes, y se quita el pegamento y otras impurezas.

El secado de la molienda de PET se efectúa mediante centrifugado, para eliminar la humedad que pueda existir.

Luego se hace el control de calidad del producto final, y por último el embolsado y almacenaje del producto terminado con sus especificaciones técnicas detalladas en el rotulo de cada bolsa.

El packaging que se usa es bolsas de polipropileno reforzado, más comúnmente conocidas como *Big Bag*.

La demora del proceso completo desde que ingresa el fardo a la cinta transportadora hasta que sale el producto final lavado y embolsado es de dos horas aproximadamente.

La línea de producción tiene un subproducto que son las poliolefinas (HDPE y PP), provenientes de las tapitas y las etiquetas, las cuales se comercializan a través del canal de empresas recicladoras de éste tipo de plásticos.

Calidad y Características del Producto Final

Luego de los detectores automáticos, el nivel de polietileno o polipropileno es menor al 1%, y el nivel de papel o cartón es entre 1% y 3%.

El proceso no tiene influencia en la viscosidad intrínseca (IV) del material que se estima es entre 0,71 y 0,78 dl/g. (el comprador puede llevar a cabo diferentes procesos posteriores en su respectiva fábrica para aumentar la IV dependiendo de la aplicación final).

El diámetro de las escamas de PET PCR será entre 5 y 12 mm.

Humedad residual	≤ 0,7 %
Densidad	200-300 Kg/m ³
Poliolefinas (PE, PP)	0-10 ppm (de las tapitas)
Pegamento	0-10 ppm
Papel / Cartón	0-10 ppm

Recomendaciones para una producción más eficiente de botellas PET

Tener en cuenta que la tapa, el arillo de seguridad y el empaque de la tapa, o *Liner* (Plástico que va pegado en la parte interior de la tapita) deberían ser de polipropileno (PP) o de polietileno de alta densidad (PEAD).

El uso de PVC no es recomendable, dado que una pequeña cantidad de PVC puede contaminar una gran cantidad de PET, ya que su punto de fusión es diferente, y por otro lado, no se puede separar por microselección, o sea, no se puede separar por flotación, dado que tiene densidad mayor que la del agua, por ende no flota, y va al fondo del tanque de agua al igual que el PET.

Para el caso de las etiquetas, es preferible que sean de polipropileno, polietileno orientado, polietileno de alta, media o baja densidad. Esto también es para que puedan ser separadas por flotación, además de poder ser separadas en la etapa de lavado. En cuanto a la impresión de las etiquetas, es preferible que no se impriman por medio de serigrafía, dado que pueden contaminar el

material, y su consecuente baja de calidad en el producto final, así como también evitar utilizar pigmentos de metales pesados.

Es importante destacar que la línea de producción esta balanceada, dado que se compra el total de la misma a un fabricante reconocido de Italia. Esto evita la posibilidad de cuellos de botella durante el proceso, así como partes de la línea con capacidad ociosa.

Adquisición de Maquinaria y Equipamiento

La adquisición de la maquinaria se llevó a cabo luego de un análisis de las diferentes opciones de compra.

El método de evaluación de presupuestos de compra que utilizamos para tomar la decisión es ponderando los parámetros que consideramos más importantes, en base al conocimiento y experiencia ganados durante el desarrollo del proyecto, y teniendo en cuenta las entrevistas que realizamos en las fábricas relacionadas a la industria del reciclado de PET en nuestro país.

El aspecto más importante que ponderamos es la calidad de la línea de producción y la trayectoria y seriedad del fabricante de la misma. Es importante saber que el fabricante haya vendido líneas de producción similares en diferentes partes del mundo, y poder contactar con los usuarios de las mismas, y ver que están conformes con la línea adquirida, que tienen respuesta ante eventuales fallas de la línea, o requerimiento de repuestos y que están conformes con las prestaciones de la misma, comparando con lo que expone el fabricante en el catalogo (que el fabricante cumplió con su compromiso). Esto también se ve reflejado en la vida útil de la línea de producción, y la calidad del producto final obtenido.

Otro aspecto importante es el apoyo del fabricante para la instalación y mantenimiento de la maquinaria, y la facilidad para operarla. En este sentido, al visitar las diferentes plantas, pudimos observar que en el caso de la línea de Sorema, instalada en la fabrica Cabelma SA, cuenta con un panel de control, comunicado vía internet con la central de Sorema en Italia, mediante el cual el fabricante monitorea “on line” el correcto funcionamiento de la línea, y puede responder en forma inmediata ante cualquier malfuncionamiento.

El precio de la línea se consideró como importante, pero no como fundamental. Porque tenemos la mentalidad que el precio de venta no es el precio total a considerar. Uno debe considerar el costo futuro del mantenimiento, el costo de parar la línea en caso de no contar rápidamente con repuestos o con respuesta inmediata del fabricante ante consultas, y la vida útil de la maquinaria, entre otros costos ocultos. Por ende, nosotros a pesar de elegir la línea con el presupuesto más alto, consideramos que en el largo plazo es el precio más bajo, o más conveniente, teniendo en cuenta que son líneas de producción con vida útil estimada mayor a 20 años.

El tiempo de entrega de la línea, no es un punto que haya tenido mucha influencia en la decisión dado que todos los fabricantes tienen un tiempo de entrega similar, y el mismo está acorde con el

tiempo estimado desde que se efectúa el primer anticipo hasta que se pone en funcionamiento la planta.

La capacidad de producción es importante, pero no para la toma de decisión de compra, dado que los presupuestos que solicitamos fueron en función al mismo volumen de producción de 1500 kg/hora.

El consumo eléctrico es similar en todos los casos y no es muy influyente en el costo del producto, siendo que es el 2,35% del mismo.

Por último tomamos en cuenta la seguridad que brinda la línea de producción a los operarios en el día a día, ya que una línea de estas características con defectos de seguridad podría causar graves incidentes.

Ponderación de factores:

Orden	Factor	Ponderación
1	Calidad de Línea de Producción	0,09
2	Trayectoria del Fabricante	0,09
3	Líneas de producción vendidas en el mundo por el fabricante	0,07
4	Comentarios de fabricantes de PET PCR en nuestro país sobre el fabricante de la maquinaria	0,06
5	Comentarios de fabricantes de PET PCR en el mundo sobre el fabricante de la maquinaria	0,04
6	Soporte del fabricante para el mantenimiento	0,07
7	Disponibilidad de repuestos	0,07
8	Facilidad para operar la maquina	0,07
9	Capacidad de producción	0,04
10	Precio de compra e instalación de la Línea	0,04
11	Tiempo de entrega de la Línea desde el pago del anticipo	0,04
12	Seguridad para los empleados en la operatoria	0,04
13	Consumo de energía eléctrica	0,03
14	Construcción modular - posibilidad de reemplazar o hacer un <i>upgrade</i> de alguna sección de la línea	0,05
15	Garantía ofrecida por el fabricante	0,06
16	Plazo de pago - Crédito del fabricante	0,03
17	Precio de repuestos	0,06
18	Obra Civil para la instalación	0,03
	Total	1,00

Puntuaciones obtenidas:

Orden	PUNTUACION		
	YONGXING MACHINERY CO.,LTD	SOREMA	HENGLI Co.
1	5	10	4
2	4	9	3
3	5	9	4
4	5	10	4
5	5	10	5
6	5	10	4
7	5	10	3
8	5	8	4
9	9	8	6
10	10	2	9
11	10	7	9
12	5	10	5
13	9	6	9
14	10	8	10
15	5	9	6
16	7	2	5
17	10	4	10
18	8	7	9

Resultado de las puntuaciones ponderadas:

Orden	RESULTADO		
	YONGXING MACHINERY CO.,LTD	SOREMA	HENGLI Co.
1	0,43	0,87	0,35
2	0,35	0,78	0,26
3	0,35	0,63	0,28
4	0,30	0,61	0,24
5	0,22	0,43	0,22
6	0,35	0,70	0,28
7	0,35	0,70	0,21
8	0,35	0,56	0,28
9	0,39	0,35	0,26
10	0,43	0,09	0,39
11	0,43	0,30	0,39
12	0,22	0,43	0,22
13	0,23	0,16	0,23
14	0,52	0,42	0,52
15	0,30	0,55	0,37
16	0,24	0,07	0,17
17	0,61	0,24	0,61
18	0,28	0,24	0,31
Total	6,37	8,12	5,59

Descripción de la Línea de Producción

La línea de producción seleccionada tiene una capacidad de procesamiento de 1500Kg/h, con una salida de material terminado con una variación que depende de la calidad de las botellas recolectadas que se utilicen (la merma promedio es del 25%).

La línea está diseñada para operación continua (24hs los 7 días de la semana).

Cabe destacar que es una línea modular, por ende facilita su instalación, reparación, y reposición parcial en caso de ser necesario, ya sea por una tecnología más nueva, o por malfuncionamiento. Los diferentes módulos son compatibles con módulos de otros fabricantes u otras marcas, por ende, uno tiene más de una opción en el momento de evaluar modificaciones.

A continuación se detallan los diferentes módulos de la línea de producción.

Línea de abastecimiento: está compuesta por un recinto de apertura de fardos al nivel del piso, que se alimenta mediante un autoelevador que trae los fardos desde el depósito a cielo abierto. Dicho abridor de fardos está compuesto por paletas que no rompen ni trituran las botellas, y tiene capacidad para almacenar fardos y así permitir al operador continuar con otras tareas mientras se abren los fardos. Y éste modulo también cuenta con una cinta transportadora oblicua en sentido ascendente que transporta las botellas de PET hacia la siguiente estación.

Pre lavado caliente: esta sección utiliza el agua que es descartada de la sección de lavado posterior, que de otra forma sería descartada. Tiene pocas partes móviles, que junto con el agua caliente remueven casi la totalidad de las etiquetas.



Cuenta con un cilindro de acero inoxidable en el cual se vierten las botellas con una solución de soda cáustica en agua proveniente de la sección de lavado. Las botellas permanecen bajo agitación permanente para ayudar a sacar los pegamentos de las etiquetas, y otras impurezas remanentes. La mayoría de las tapitas también son separadas en este proceso.

Control de calidad de las botellas en la entrada: esta sección se compone de dos partes, una de clasificación manual, y otra automática. La clasificación manual se hace en una cinta transportadora horizontal, en la cual el operario descarta las botellas de otros colores, o contaminadas, o de PVC, mientras que en la sección automática son eyectadas con aire comprimido al ser detectadas por los sensores y salen de la línea.

Sección de molienda en húmedo: se rocían las botellas, mientras se trituran, lo que permite sacarle suciedad y elementos contaminantes a un bajo costo, previniendo que los mismos pasen a etapas posteriores bajando la efectividad de la línea.



La maquina tiene cuchillas fijas y móviles, que se ajustan cuando la maquina esta apagada para lograr el mejor rendimiento. El papel residual en las escamas es separado en la lavadora centrifugadora. Luego pasa a una centrifugadora horizontal que cuenta con una pantalla de control, que deshidrata el material, y remueve los líquidos.

Sección de lavado: se lavan las escamas en una solución química controlada, donde se remueve el pegamento residual, enjuaga la superficie, separa otros contaminantes, y seca el material. Cuenta con silos de acero inoxidable que mezclan y homogenizan las escamas, y permiten que se alimente

la línea aguas abajo con material proveniente de otras líneas aguas arriba. También cuenta con tanques de reacción de acero inoxidable, en los cuales se impulsa el material y se lo lava agresivamente controlando los parámetros principales (pH, ratio sólido-liquido en solución química, tiempo y temperatura). Los impulsores especialmente diseñados generan que las escamas choquen entre si, más que contra las paredes, para evitar el desgaste.



El agua utilizada en este proceso es recolectada para ser reutilizada. Luego pasa por un centrifugado horizontal que elimina el agua de una forma económica, evitando que baje la temperatura para que no se vuelvan a adherir los pegamentos que fueron eliminados previamente. Luego los reactores de lavado agitan el material y lo enjuagan con agua limpia. Esto limpia el material y lo enfría para lograr una alta calidad de producto. Luego tiene el tanque de separación que esta lleno de agua, y cuenta con unas paletas que remueven lentamente los materiales que flotan. Las escamas ingresan por debajo del nivel de la superficie del agua, para evitar que capturen aire, o que la tensión superficial afecte la flotabilidad de los materiales, y perjudique el proceso. En la entrada cuenta con un difusor que dispersa las escamas para que una no afecte la flotabilidad de la otra.

Secado: esta sección consiste en un centrifugado vertical y un secador de lecho fluido. La mayor cantidad de agua descartada es reutilizada. Las escamas salen más secas, con la humedad propia del ambiente.

Embolsado: las escamas son embolsadas en Big Bags y apiladas respectivamente en el depósito aguardando ser despachadas a los clientes.



Detectores automáticos: a lo largo del proceso, la línea cuenta con diferentes detectores automáticos que descartan impurezas de la línea, para dejar únicamente el PET requerido. Los diferentes detectores se pueden ubicar en más de una posición. Esto depende del comprador. El fabricante recomienda la ubicación óptima, pero no es obligatoria. Por ejemplo, los detectores de metales se colocan en el inicio de la línea, y una vez que el material ya está triturado. Los detectores de PET color verde, son opcionales, y se pueden colocar en el momento previo al triturado, y previo a la cinta transportadora de clasificación manual. Los detectores de PVC pueden ser de rayos X que identifican las partículas de cloruro en el PVC, o infrarrojos.



Panel de Control: la línea de producción cuenta con un panel de control donde el gerente puede monitorear el rendimiento de los diferentes módulos. Específicamente los niveles de producción de cada modulo, y los registros históricos de los mismos. La condición de todos los motores de la línea. Y le brinda la posibilidad de ajustar en forma remota los parámetros de los diferentes procesos. El sistema se instala en una PC conectada al gabinete de control, y se puede conectar a internet y monitorear desde otro sitio.

Requisitos de la maquinaria

El tamaño mínimo de los fardos de PET debe ser de 700x800x700 mm, y el tamaño máximo 1200x1400x1200 mm.

La densidad de los fardos debe estar entre 150 y 350 kg/m³.

La energía eléctrica disponible debe ser de 380V trifásica y 50Hz, sin micro interrupciones, libre de influencia de campos electromagnéticos. (220V monofásica 50Hz para el tablero de comando).

El aire comprimido debe tener una presión entre 6-10 bar, con temperatura de condensación -20°C, de agua filtrada sin presencia de aceites.

El agua tiene que tener 3 bar de presión, tener temperatura menor a 25°C, dureza máxima de 8 dH (grado Alemán; 1 dH equivale a 17,9 mg CaCO₃/l de agua). pH cercano a 7. Sin carbonatos. Con un máximo de 10ppm de cloruros y un máximo de 7 ppm de sulfatos.

El vapor saturado tiene que tener una presión mínima de 4 bar.

Característica de las Botellas PET post consumo

El peso promedio de las botellas es de 40 gr, de volúmenes entre 500-5000 cm³.

Las etiquetas deben ser de papel o poliolefinas (remover las de PVC previamente)

Las tapitas pueden ser de polipropileno o de polietileno de alta densidad.

El color sería preferentemente cristal, pero en caso de haber botellas verdes mezcladas, se detectarían automáticamente y se sacarían de la línea.

Detalle de consumos de la maquinaria

Consumo eléctrico	0,25 kW/kg de producto terminado
Consumo de Agua	4 Lt/kg
Aire comprimido para la planta	3 Nm ³ /h con una presión de 6 bar
Aire comprimido para detectores	1 Nm ³ /min con una presión de 8 bar
Vapor para el proceso de prelavado	200 kcal/kg de producto terminado
Vapor para el proceso de lavado	250 kcal/kg de producto terminado

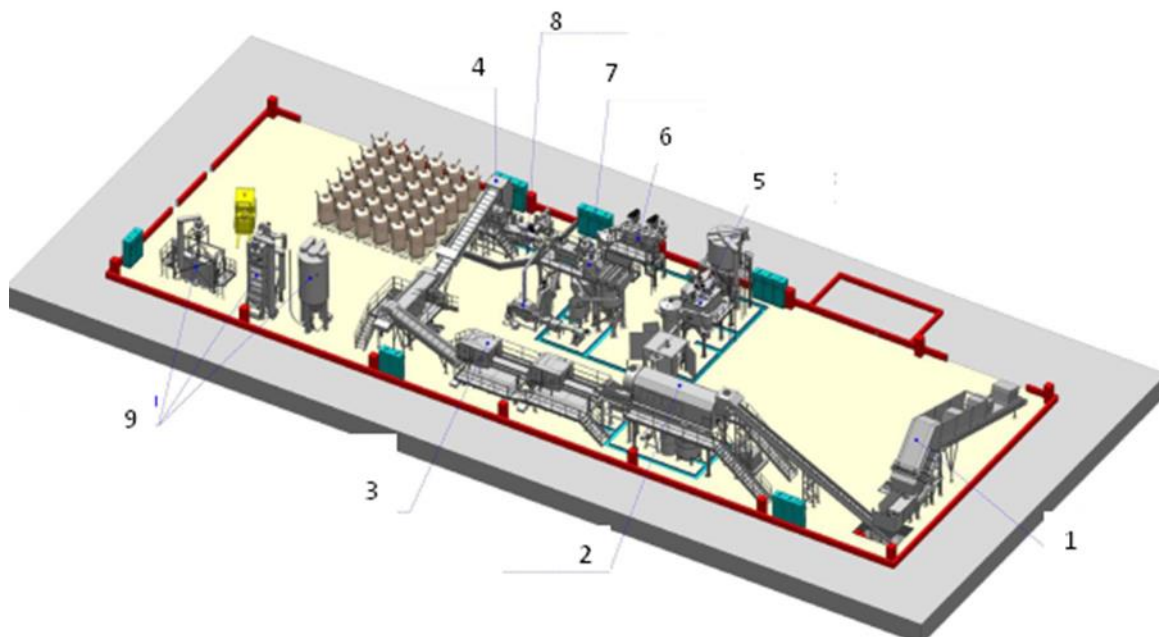
Los aditivos químicos dependen de la calidad de los fardos de botellas adquiridos. En las fabricas que visitamos utilizan soda cáustica, que es de fácil adquisición en el mercado local.

Layout

El Layout de la planta es el sugerido por el proveedor de la línea. Teniendo en cuenta que no hay procesos parciales, ni bifurcaciones en el circuito de producción, o sea, todo lo que entra como insumo sale como producto terminado por el mismo final de línea (este no sería el caso del layout si decidiéramos realizar en la fabrica el reciclado químico del PET para lograr el grado botella, ya que por lo general la línea de reciclado mecánico y químico tienen diferente capacidad de producción).

Aprovechando que vamos a partir de un terreno para montar la fábrica, vamos a buscar optimizar los pasillos, la ubicación de las oficinas, las áreas de almacenamiento de MP y producto terminado.

Layout propuesto por el proveedor de la línea.



- 1- Alimentación
- 2- Prelavado en caliente
- 3- Separador automático
- 4- Triturado húmedo
- 5- Lavado intensivo (soda cáustica)
- 6- Lavado en caliente
- 7- Enjuague y separación
- 8- Secado
- 9- Silo de producto final y empaque

Los aspectos más importantes que se analizan para definir el layout de la planta son:

- Minimizar los costos de manipulación de MP.
- Utilizar el espacio eficientemente.
- Utilizar la mano de obra eficientemente.
- Eliminar los cuellos de botella.
- Facilitar la comunicación y la interacción entre los propios trabajadores, con los supervisores.
- Reducir la duración del ciclo de fabricación.
- Eliminar los movimientos inútiles o redundantes.
- Facilitar la entrada, salida y ubicación de los materiales, productos o personas.
- Incorporar medidas de seguridad, prevenir accidentes.
- Promover las actividades de mantenimiento necesarias.
- Proporcionar un control visual de las operaciones o actividades.
- Proporcionar la flexibilidad necesaria para adaptarse a los cambios

Instalación de Maquinaria

Para la instalación de la maquinaria, primero se debe trabajar sobre la obra civil, y las instalaciones necesarias para el suministro de gas, energía eléctrica y agua. Todos estos datos los brinda el proveedor, y serán llevados a cabo con una empresa constructora con experiencia previa en la construcción de galpones industriales.

Una vez concluida la etapa de obra civil, se va a importar la línea de producción, que va a ser instalada por técnicos que vienen de la casa matriz en Italia, y técnicos e ingenieros argentinos.

Estimamos que la instalación se va a llevar a cabo en 15 días desde que la maquina sea liberada de la Aduana.

Mantenimiento

La fábrica va a disponer de dos mecánicos por turno para realizar el mantenimiento de la línea de producción. Vamos a priorizar el mantenimiento preventivo, para disminuir las paradas de línea, o posibles roturas en la maquinaria.

Vamos a contar con un stock de seguridad de las piezas más susceptibles a presentar daños o roturas, y mantendremos contacto permanente con el fabricante, para el asesoramiento ante cualquier duda o requerimiento de repuesto adicional que pueda surgir.

El panel de control conectado a una computadora y a internet, va a ser la fuente principal de información para detectar un malfuncionamiento antes que se vea perjudicada la producción o la maquinaria. Dicha información va a poder ser monitoreada por la casa matriz del fabricante en Italia.

Marco Legal

En Junio de 2010, la AFIP, emitió la resolución general (RG) número 2849, que regula las operaciones de compra venta de materiales a reciclar, y crea el Registro de Comercializadores de Materiales a Reciclar. En ésta RG se regula lo referido a impuesto a las ganancias y también al valor agregado (IVA), donde encontramos diferencias con otros países del mundo, donde los materiales reciclados no están alcanzados por el IVA, ya que se considera que no se puede gravar dos veces el mismo producto. Pero hay una cuenta pendiente sobre una Ley de Envases, que se encuentra en análisis hace años en la cámara de diputados.

Los participantes, o eslabones de la cadena de producción se categorizaron de la siguiente manera:

Recolectores: las personas físicas mayores de 18 años, no inscriptas en el registro del IVA, sin empleo registrado, que se dediquen en forma autónoma a recoger y vender materiales reciclables, obtenidos de los residuos urbanos dispuestos en la vía pública, pasibles de ser revalorizados.

Recicladores: establecimientos industriales que transforman los materiales citados, en materia prima o productos finales.

Acopiadores: quienes adquieran y/o reciban materiales provenientes de la recolección, procediendo a su clasificación, acondicionamiento y compactado, intermediando entre los galponeros o los recolectores y los recicladores.

Galponeros: quienes adquieran y/o reciban materiales provenientes de la recolección, efectuando su clasificación, intermediando entre los recolectores y los acopiadores o galponeros.

Generadores de Scrap: establecimientos industriales o comerciales que comercialicen los materiales citados, generados como consecuencia de su propia actividad.

Intermediarios: quienes efectúan la comercialización, cualquiera sea su forma, intermediando con los adquirentes (recicladores, acopiadores o galponeros) con los generadores de scrap y que no encuadran en los incisos precedentes.

Todos serán agentes de retención de IVA. La retención varía, desde el 5,25% a quienes figuren como generadores de scrap, hasta el 21% de retención a quienes estén suspendidos o no figuren en el registro.

También deberán retener impuesto a las ganancias. Desde el 4% para quienes estén inscriptos en el registro hasta el 30% para quienes no figuren.

Los inscriptos deben presentar cierta información en forma mensual a la AFIP hasta los días 26 del mes siguiente, concerniente a clientes, proveedores, y precios de compra y venta.

Todo aquel que le compre material a los recolectores, debe completar un formulario que provee la AFIP que se puede encontrar en los Anexos.

La Ley de Envases, pendiente en nuestro país, debería regular los materiales permitidos para ser utilizados en los envases, así como el diseño de los mismos, y la aprobación de los métodos de fabricación. Estarían regulados los pegamentos permitidos, y estarían prohibidos ciertos materiales como el PVC para las etiquetas, como es en otros países. También dicha Ley debería regular la disposición final de los residuos, y regularía la responsabilidad de los fabricantes o marcas del envase una vez desechado el mismo, para que sea reciclado y no depositado en rellenos sanitarios.

Hay otras leyes provinciales o municipales, que regulan la actividad de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), como por ejemplo la Ley 13.592 de la Provincia de Buenos Aires sobre la Gestión Integral de los RSU, o la Ley Nacional 25.916 sobre la gestión de residuos domiciliarios, pero ninguna que regule específicamente el reciclado, ni el reciclado de PET. Muchas de las leyes están en proyecto, o no son cumplidas, como por ejemplo la Ley 1.854 de la Ciudad de Buenos Aires, llamada Ley de Basura Cero, ya que según su artículo 6to, para el 2012 debería estar reducido en 50% el volumen de RSU (respecto a lo que se enterraba en 2004) que llega a los rellenos sanitarios, meta no cumplida, para poder lograr el 100% de reducción para 2020, meta que se supone que no se va a alcanzar.

En Noviembre del 2005 la Legislatura Porteña aprobó la Ley 18546 –“Ley de Basura Cero”, que propone un pasaje a la minimización, recuperación y reciclado de los residuos sólidos urbanos de la Ciudad de Buenos Aires.

El plan genera una actividad económica que demanda mano de obra y crea un circuito de materiales y energía eficiente y ambientalmente sustentable.

Uno de los puntos de la Ley era la instalación de Centros Verdes en la Ciudad. Cabe destacar, que el primer Centro Verde se inauguró en 2012, demostrando un claro atraso en los plazos, ya que para el 2012 debería haber más de 10 Centros Verdes en funcionamiento.

Concepto de “Basura Cero”

Es el principio de reducción progresiva de la disposición final de los RSU, con plazos y metas concretas, por medio de la adopción de un conjunto de medidas orientadas a la reducción en la generación de residuos, la separación selectiva, la recuperación y reciclado.

La Ley de Basura Cero prohíbe la incineración de los RSU, ya sea con o sin recuperación energética.

Los conceptos y objetivos más importantes del concepto de Basura Cero son

- 1) La reducción de la generación de basura y la utilización de productos más duraderos o reutilizables.
- 2) La separación y el reciclaje de productos susceptibles de serlo.
- 3) La separación y el compostaje y/o biodigestión de residuos orgánicos
- 4) La promoción de medidas tendientes al remplazo gradual de envases descartables por retornables y la separación de los embalajes y envases para ser recolectados por separado a cuenta y cargo de las empresas que los utilizan.
- 5) Fomentar el uso de materiales biodegradables.
- 6) Asegurar la información a los ciudadanos sobre la acción pública en materia de gestión de los residuos, promoviendo su participación en el desarrollo de las acciones previstas.

Todo el proceso comienza con la Disposición Inicial Selectiva, que implica que los ciudadanos clasifiquen los residuos y los dispongan en la vía pública en función de las exigencias de las

autoridades de aplicación (hoy en día, en Argentina no existen tales exigencias ni recomendaciones al respecto)

Luego debería haber una recolección diferenciada, que tampoco existe hoy en nuestro país, donde las empresas recolectoras, que dependen del estado, recolecten los residuos de forma tal que faciliten su reciclado. (Por ejemplo el ya mencionado caso de Tokio, donde los ciudadanos tienen un calendario establece que día deben sacar cada tipo de residuo y en que horario).

La Ley regula el tipo de camiones que deben hacer el transporte, y los lugares donde deben descargar los residuos. Ya sea en los centros de transferencia (llamados Centros Verdes por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires) o en los centros de selección previstos a ser destinados a los rellenos sanitarios, sin causar daño al ambiente, y sin ocasionar peligros para la salud o la seguridad pública.

Se prohíbe la descarga de residuos a cielo abierto, también se prohíbe el vuelco en cauces de agua o el mal enterramiento de los mismos.

Se deben llevar a cabo importantes campañas de difusión para informar a la población de las normas que deben cumplir. También se debe promocionar la compra de productos reciclados y reusados.

En la Ley dice que el Gobierno de la Ciudad debería facilitar préstamos a las cooperativas de recuperadores urbanos inscriptos en el registro permanente de cooperativas y pequeñas y medianas empresas (REPYME) destinados a la adquisición de bienes de capital relacionados a la actividad del reciclaje, como por ejemplo, compactadoras.

Por último, el artículo 59 dice que desde que dicha Ley ingrese en vigencia, todos los RSU deben ser colocados en bolsas biodegradables.

El concepto involucra a los productores, importadores, distribuidores e intermediarios en diferentes etapas, comenzando por el diseño de los envases, exigiendo elaborar productos o utilizar envases que, por sus características de diseño, fabricación, comercialización o utilización, minimicen la generación de residuos y faciliten su reutilización, reciclado, valorización o permitan la eliminación menos perjudicial para la salud humana y el ambiente.

También deben hacerse cargo directamente de la gestión de los residuos derivados de sus productos, o participar en un sistema organizado de gestión de dichos residuos o contribuir económicamente a los sistemas públicos de gestión de residuos en medida tal que se cubran los costos atribuibles a la gestión de los mismos.

Deben aceptar, en el supuesto de no aplicarse el apartado anterior, un sistema de depósito, devolución y retorno de los residuos derivados de sus productos, así como los propios productos fuera de uso, según el cual el usuario, al recibir el producto, dejará en depósito una cantidad monetaria que será recuperada con la devolución del envase o producto. Por último, deben Informar anualmente a la Autoridad de Aplicación de los residuos producidos en el proceso de fabricación y del resultado cualitativo y cuantitativo de las operaciones efectuadas.

Cálculos Económicos y Financieros

Obtención de Fondos

La obtención de fondos para el proyecto será mediante un crédito bancario que ofrece el Banco de La Nación Argentina, destinado a inversiones productivas que potencien las exportaciones, sustituyan importaciones, y den trabajo a la población, dichos préstamos fueron lanzados por el Gobierno Nacional, y son conocidos como “Préstamos del Bicentenario”. Nuestro proyecto cumple con los requisitos para aplicar y obtener a dicho préstamo. Cabe tener en cuenta que empresas del sector de reciclado de plásticos ya obtuvieron Créditos del Bicentenario para ser invertidos en sus plantas de producción.

Las condiciones del Préstamo del Bicentenario son iguales para todo aquel que aplique al mismo. Tiene una tasa nominal anual (TNA) del 9,9%, y un plazo de pago de 5 años incluyendo el primer año de gracia.

El préstamo será de \$33.000.000 y será aplicado a la compra del terreno, de la maquinaria, la instalación de la misma, las instalaciones adicionales como ser la balanza para camiones, y el flujo operativo para la compra inicial de materia prima.

Premisas

Se calcula una inflación anual del 15%. Se toma un Tipo de cambio inicial de 4,6 pesos por dólar, tomando una devaluación anual del 15% igual a la inflación.

El precio de venta de exportación se toma igual al precio de venta en el mercado local

Se estima utilizar un 30% de la capacidad instalada el primer año, un 60% el segundo, y 90% el tercero y en adelante.

Se calcula un 25% de desperdicio de la materia prima comprada.

Para la planta, en materia Recursos Humanos se calculan 1 Gerente de Planta, 1 Gerente de Administración y Finanzas, 1 Gerente de Ventas, 8 empleados en planta por turno (2 turnos el primer año), 2 empleados en la administración (1 turno).

El 4% de lo que se procesa en se vende como polipropileno a otros recicladores de plástico. El mismo se obtiene de las tapitas trituradas que son separadas por flotación.

Cálculo del Costo Unitario (kg de escama de PET PCR)

El costo lo podemos abrir entre costos fijos y variables para el mejor análisis. Los costos fijos son los que no varían en función del volumen producido, y los variables son los que dependen del volumen producido.

Los costos variables son: la materia prima (teniendo en cuenta 25% de desperdicio por suciedad u otros materiales mezclados en los fardos que se compran), el consumo eléctrico, el agua, el gas.

Para el cálculo del costo neto de la materia prima, se separaron los costos entre costo directo de compra del kg, y costo del desperdicio (si el desperdicio es del 25%, el costo se incrementa un 33%. Como ejemplo podemos suponer que 1 kg de botellas en fardos cuesta \$1, por ende el peso neto comprado es de 0,75 kg. Entonces, si 0,75 kg cuestan \$1, 1 kg neto cuesta \$1,33).

Los costos fijos son: mantenimiento de planta, impuestos de la propiedad, sueldos y seguros y otros proveedores locales varios.

Por ende, el costo unitario del kilogramo producido, varía dependiendo del volumen.

Vamos a detallar el costo del producto en tres escenarios, que sería, si se trabaja con un turno, con dos turnos, o con tres turnos.

Se va a tomar una producción de 1,5 tn/hr. Por ende, los costos serían los siguientes:

1 turno – 300 tn/mes (50hs por semana, de lunes a viernes)

2 turnos – 600 tn/mes (100hs por semana, sin domingo)

3 turnos – 1000 tn/mes (trabajando 24hs los 7 días)

Tipo Costos Variables	Costo	Unidad	Incidencia
Materia Prima	\$ 1,400	\$/Kg	41,20%
Desperdicio 25%	\$ 0,467	\$/Kg	13,73%
Embalaje (Big Bag)	\$ 0,033	\$/Kg	0,98%
Soda Caustica y Aditivos	\$ 0,018	\$/Kg	0,52%
Consumo Eléctrico	\$ 0,075	\$/Kg	2,20%
Agua	\$ 0,003	\$/Kg	0,08%
Gas	\$ 0,002	\$/Kg	0,05%
Sub total Costos Variables	\$ 1,996	\$/Kg	58,76%

Tipo Costos Fijos	Costo	Unidad	Incidencia
Mantenimiento de planta	\$ 10.000,00	\$/mes	0,98%
Impuestos de la propiedad	\$ 10.000,00	\$/mes	0,98%
Sueldos	\$ 340.400,00	\$/mes	33,40%
Proveedores Locales Varios	\$ 60.000,00	\$/mes	5,89%
Sub total Costos Fijos	\$ 420.400,00	\$/mes	41,24%

Costo Según volumen producido		
Volumen Mensual en Tn	Costo	Unidad
300	\$ 3,40	\$/Kg

Para el volumen de 600 tn/mes, suponemos que el costo de materia prima no se modifica, ya que no obtendríamos una mejora en el costo de compra por volumen, dado el tipo de producto es una materia prima no convencional y no se rige por dicha lógica (a mayor volumen, mejor precio de compra). El costo del embalaje tampoco. El agua y el gas los suponemos constantes. Pero la electricidad tiene un costo menor, dado que la tarifa sería “valle” y no pico, por lo que estimamos una disminución del 10%.

Los gastos de mantenimiento los suponemos 50% mayores. Y los sueldos 100% más elevados. Manteniendo el resto de los costos fijos sin variación.

Con estas modificaciones, el costo unitario, al producir 600 tn/mes sería de:

Volumen Mensual en Tn	Costo	Unidad
600	\$ 3,25	\$/Kg

Y por último, para el volumen de 900 tn/ mes, trabajando tres turnos, estimamos que el costo de la electricidad también es 10% menor al costo del primer turno, los gastos de mantenimiento serían del doble que trabajando un solo turno, y los sueldos los suponemos 3,15 veces mayores que trabajando un solo turno (por el adicional de un turno, y de los días domingos), con lo que quedaría un costo unitario de:

Volumen Mensual en Tn	Costo	Unidad
900	\$ 3,26	\$/Kg

Cabe destacar que cuando se suma el tercer turno, y se pasa a trabajar 168 hs. semanales en lugar de 100 hs., el incremento es de 300 tn en la producción. Éste incremento es el mismo que estimamos

para cuando se pasa de 50 hs. semanales a 100 hs., siendo que hay 18 hs. menos en teoría, pero en la práctica, esto se debe a que en los periodos donde no se trabaja 24 hs. los 7 días de la semana, se estima que el mantenimiento se puede hacer fuera del horario de producción, o que en el caso de tener una parada de línea, se pueden recuperar horas de producción trabajando fuera del horario normal, mientras que para el caso de trabajar 24 hs. los 7 días o sea 168 hs. semanales, el mantenimiento se debe hacer parando la línea, así como también, en el caso de una parada de línea, el tiempo perdido no se puede recuperar.

Recursos Humanos

La información para el cálculo de los recursos humanos la obtuvimos de las visitas a las plantas de producción. En esta industria, para nuestros cálculos la mano de obra tiene una incidencia de 33,5% cuando la planta trabaja un solo turno y produce 300 tn, pero baja la incidencia al 28% cuando se comienza a trabajar dos turnos, y al 25% cuando se comienza a trabajar los tres turnos con el 100% de la capacidad instalada.

Puesto	Cantidad	Sueldo Bruto	Cargas sociales	Otros *	Total Mes	1/2 Aguinaldo	Total Semestre
Gerente de Planta	1	\$ 23.000	\$ 8.050	\$ 2.300	\$ 33.350	\$ 15.525	\$ 215.625
Gerente de Adm. y Finanzas	1	\$ 20.500	\$ 7.175	\$ 2.050	\$ 29.725	\$ 13.838	\$ 192.188
Gerente de Ventas	1	\$ 26.400	\$ 9.240	\$ 2.640	\$ 38.280	\$ 17.820	\$ 247.500
Empleados de Planta	16	\$ 7.000	\$ 2.450	\$ 700	\$ 162.400	\$ 75.600	\$ 1.050.000
Empleados Administrativos	2	\$ 7.000	\$ 2.450	\$ 700	\$ 20.300	\$ 9.450	\$ 131.250
Mantenimiento	2	\$ 11.000	\$ 3.850	\$ 1.100	\$ 31.900	\$ 14.850	\$ 206.250
Totales	23				\$ 315.955	\$ 147.083	\$ 2.042.813

*Otros: Este concepto incluye exámenes preocupacionales, post ocupacionales, vestimenta y uniformes, viáticos, transporte, comidas, seguro de vida, premios y bonificaciones varias a empleados.

Cálculos de Consumo Energético

Tipo Energía	Datos del Fabricante	Cantidad referencia	Unidad	Consumo Diario	Unidad	Costo Unitario	Costo Por día (24hs - 30tn)
Eléctrica Línea PET	0,25 Kw/Kg	0,25	Kw/kg	7.500,00	Kwh/día	\$ 0,27	\$ 2.025,00
Agua	4 l/Kg	0,004	m ³ /Kg	120,00	m ³ /día	\$ 0,66	\$ 78,79
Gas/Vapor	450 Kcal/Kg	0,054	m ³ / Kg	1.626,51	m ³ / día	\$ 0,03	\$ 49,52
Eléctrica, Luz, vapor, aire comprimido y otros		0,013	Kw/kg	400,00	Kwh / día	\$ 0,27	\$ 108,00
Eléctrica Planta de Trat. de Efluentes		0,013	Kw/kg	388,00	Kwh / día	\$ 0,27	\$ 104,76

El costo por día, se estima para un funcionamiento de la planta de 24 hs., con una producción diaria máxima de 30 tn, que se utilizó como dato de referencia para calcular el costo por kg de cada tipo de consumo.

a) Línea de Producción

Los cálculos de potencia instalada y consumo eléctrico se realizaron en función a los datos técnicos que brinda el catalogo de la línea cotizada por el proveedor (en este caso, Sorema de Italia).

La potencia eléctrica necesaria es de 0,25 KW/Kg procesado. Por ende, si la capacidad máxima de la línea es 36 tn por día, el suministro de potencia que debemos solicitar al proveedor de energía eléctrica es de 375Kw por la línea de producción. Además, hay que sumar el consumo de la planta de tratamiento de efluentes, los consumos de luz, y consumos varios, y agregar un 10% de coeficiente de seguridad.

b) Planta de Tratamiento de Efluentes

La potencia eléctrica requerida por la planta de tratamiento de efluentes para tratar un máximo 110m³ por día es de 54kw, debido al siguiente detalle y justificación:

3 bombas de 10 HP – 30kw

1 soplador de aire *root* – 20kw

Varios – 10kw

La instalación soporta el flujo de agua de la producción de 24 hs. los 7 días de la semana. Al ser un proceso discontinuo, las piletas de la planta de tratamiento se van llenando en forma gradual, y cuando alcanzan determinado volumen de agua, comienzan a funcionar y tratar dicho volumen, para luego disponerlo en las cloacas de la red, cumpliendo los estándares que exige la empresa AySA.

Por lo tanto, con 8 hs. de funcionamiento de la planta, se trata el agua desechada de 24 hs. de operación de la maquina. Para los cálculos de consumo eléctrico, tomamos como que la planta de tratamiento se pone en funcionamiento un tercio de las horas que está en funcionamiento la línea de producción.

Los cálculos los vamos a obtener en potencia eléctrica requerida para la planta de tratamiento de efluentes, y por otro lado, el cálculo de consumo eléctrico por kg de producción.

Sumando la potencia de los diferentes motores de la planta de tratamiento, y los multiplicamos por un coeficiente de simultaneidad de 0.90, la potencia eléctrica requerida es de 54kw $((30kw+20kw+10kw) \times 0.9)$.

Si la planta de producción funciona las 24 hs. del día, el funcionamiento de la planta de tratamiento seria un 30% de esas horas, por lo que el consumo de la planta de tratamiento seria 389kwh/día $(54kw \times 24hs \times 30\%)$. Si se estima que la producción en 24 hs. sería de 900 tn, el consumo sería de 0,432kwh/tn producida.

c) Energía Eléctrica, Instalaciones de Vapor, Aire Comprimido y Consumos Varios

La potencia eléctrica requerida por los artefactos de luz y los consumos varios de la fabrica, para 200m² de oficinas, y 2000m² de planta de producción, y la instalación de vapor y de aire comprimido, y otros consumos varios es de 80kw, teniendo en cuenta un coeficiente de simultaneidad, y un coeficiente de seguridad.

El consumo eléctrico de los artefactos de luz, las instalaciones de vapor, aire comprimido y otros consumos eléctricos varios de la fábrica se estima en 400kwh/día.

Inversión en Localización

Inversión en Localización		
Superficie Total	4.500	m ²
Planta Cubierta	2.200	m ²
Planta descubierta para Stock	2.500	m ²
Playa de Maniobras	500	m ²
Costo de Propiedad	\$ 5.060.000,00	

Inversión en Bienes de Capital, de Uso e Instalaciones

Proveedor	Tipo	Capacidad	Costo FOB*	Flete	Derechos	TOTAL
SOREMA (Italia)	Línea de Producción Completa	36 tn/día	\$ 16.345.844	\$ 96.000	\$ 2.288.418	\$ 18.730.262
HELI	Autoelevador	2,5 tn				\$ 101.200
BASCULAS CASILDA S.A.	Bascula (Balanza para Camiones)	80 tn				\$ 148.518
T&S	Planta de Tratamiento de Efluentes					\$ 460.000
	Instalaciones (Obra Civil, Tuberías, Instalación Eléctrica y de Gas)					\$ 4.682.566
DAKARI GROUP SRL	Red Contra Incendios					\$ 200.000
Total General						\$ 24.122.546

*El costo FOB significa “libre puesto sobre el barco en origen, *Free On Board* en ingles.

Flujo de Fondos y Resultado Económico

Flujo de Fondos:

CASH FLOW	INICIAL				
	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5
INGRESOS					
Prestamo y Aportes	5.988.214	5.988.214	13.221.977	13.221.977	23.948.306
Ventas Mercado Local y Exportaciones	61.714	61.714	118.491	118.491	186.624
Ventas Scrap	-	-	-	-	-
Total Ingresos	6.049.929	6.049.929	13.340.469	13.340.469	24.134.930
EGRESOS					
Pago Honorarios y Dividendos	-	-	-	3.000.000	-
Pago de Prestamos	-	-	4.927.238	4.927.238	4.927.238
Materia Prima	302.400	2.700.000	5.961.600	5.961.600	10.797.948
Proveedores Varios Moneda Local	60.000	60.000	69.000	69.000	90.000
Servicios Publicos	130.134	130.134	282.982	282.982	563.244
Sueldos y Cargas Sociales	2.042.813	2.042.813	2.451.375	2.451.375	3.466.650
Impuestos a pagar	104.912	104.912	171.165	171.165	266.012
Inmuebles - Compra o Alquiler	-	-	-	-	-
Mantenimiento	60.000	60.000	70.000	70.000	90.000
Maquinaria e Instalaciones	24.322.546	-	-	-	-
Total Egresos	29.884.946	5.097.858	13.933.360	16.933.360	20.201.093
FCF	3.115.054	952.070	(592.892)	(3.592.892)	3.933.837
CF ACUMULADO	3.115.054	4.067.125	4.426.304	833.412	4.767.249

CASH FLOW	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8	Semestre 9	Semestre 10	Acum
INGRESOS						
Prestamo y Aportes	23.948.306	27.540.552	27.540.552	31.671.635	31.671.635	33.000.000
Ventas Mercado Local y Exportaciones	186.624	186.624	186.624	186.624	186.624	204.741.369
Ventas Scrap						1.480.155
Total Ingresos	24.134.930	27.727.176	27.727.176	31.858.259	31.858.259	239.221.524
EGRESOS						
Pago Honorarios y Dividendos	3.000.000	6.500.000	6.000.000	6.000.000	8.000.000	32.500.000
Pago de Prestamos	4.927.238	4.927.238	4.927.238	4.927.238	4.927.238	39.417.907
Materia Prima	10.797.948	12.417.640	12.417.640	14.280.286	14.280.286	92.617.349
Proveedores Varios Moneda Local	90.000	103.500	103.500	119.025	136.879	900.904
Servicios Publicos	563.244	647.731	647.731	744.890	744.890	4.737.962
Sueldos y Cargas Sociales	3.466.650	310.234	6.297.610	361.953	7.144.939	15.921.675
Impuestos a pagar	5.494.574	-	-	-	-	20.427.476
Inmuebles - Compra o Alquiler	-	100.000	100.000	110.000	110.000	5.260.000
Mantenimiento	90.000	-	-	-	-	860.000
Maquinaria e Instalaciones	-	-	-	-	-	24.322.546
Total Egresos	28.429.655	25.006.344	30.493.719	26.543.393	35.344.233	236.965.818
FCF	(4.294.725)	2.720.832	(2.766.543)	5.314.866	(3.485.974)	2.255.706
CF ACUMULADO	472.525	3.193.357	426.814	5.741.680	2.255.706	2.255.706

Resultado Económico:

Resultado Económico					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$ 11.976.428,57	\$ 26.443.954,29	\$ 47.896.612,20	\$ 52.686.273,42	\$ 57.954.900,76
CMV	\$ -5.400.000,00	\$ -11.923.200,00	\$ -21.595.896,00	\$ -23.708.823,04	\$ -26.079.705,34
Margen Bruto	\$ 6.576.428,57	\$ 14.520.754,29	\$ 26.300.716,20	\$ 28.977.450,38	\$ 31.875.195,42
Sueldos y Cargas Sociales	\$ 4.085.625,00	\$ 4.902.750,00	\$ 6.933.300,00	\$ 7.973.295,00	\$ 9.169.289,25
Gastos	\$ 240.000,00	\$ 278.000,00	\$ 360.000,00	\$ 396.000,00	\$ 435.600,00
Servicios	\$ 260.268,00	\$ 565.964,00	\$ 1.126.488,00	\$ 1.295.462,00	\$ 1.489.780,00
EBITDA. Resultado previo	\$ 1.990.535,57	\$ 8.774.040,29	\$ 17.880.928,20	\$ 19.312.693,38	\$ 20.780.526,17
Costo Financiero	\$ -	\$ -2.678.794,46	\$ -2.005.665,95	\$ -1.269.393,37	\$ -464.053,33
Amortizaciones	\$ -936.513,11	\$ -936.513,11	\$ -936.513,11	\$ -936.513,11	\$ -936.513,11
Impuesto a las Ganancias	\$ -368.907,86	\$ -1.805.556,45	\$ -5.228.562,20	\$ -5.987.375,42	\$ -6.782.985,91
Utilidad Neta	\$ 685.114,60	\$ 3.353.176,27	\$ 9.710.186,94	\$ 11.119.411,49	\$ 12.596.973,83
Utilidad Neta / Ventas	6%	13%	20%	21%	22%

Análisis de sensibilidad

Analizaremos que ocurriría con el Valor Actual Neto (VAN) para el supuesto caso donde varíen el costo del producto, o el precio de venta, para identificar el riesgo o beneficio que representa el desvío de alguna de estas dos variables clave para el proyecto.

Un análisis de este tipo puede servir por ejemplo, para analizar el riesgo de un negocio dependiente de la importación ante una devaluación de la moneda local con respecto al Dólar Americano.

Los resultados se ven en un gráfico de dos dimensiones, donde un eje está representado por la variable que se decida modificar para ir viendo la variación del VAN que es el otro eje del gráfico, o mejor dicho, se analiza la sensibilidad del VAN respecto de esa variable (Precio de venta o costo de compra).

Costo Compra	VAN	Precio Venta	VAN
\$ 1,00	\$ 25.611.223	\$ 4,40	\$ 17.322.184
\$ 1,20	\$ 18.276.883	\$ 4,20	\$ 12.414.768
\$ 1,40	\$ 10.942.543	\$ 4,00	\$ 7.507.351
\$ 1,60	\$ 3.608.202	\$ 3,80	\$ 2.599.934
\$ 1,69	\$ -	\$ 3,69	\$ -
\$ 1,80	\$ -3.726.138	\$ 3,60	\$ -2.307.483
\$ 2,00	\$ -11.060.479	\$ 3,40	\$ -7.214.900

Como podemos observar en la tabla el VAN del proyecto es mayor a 0 siempre y cuando el costo de compra sea menor a \$1,69, manteniendo el precio de venta constante en \$4,14. De igual manera, el precio de venta mínimo para que el VAN del proyecto sea mayor a 0 es de \$3,69.

Volúmenes de Producción

Planteamos para el primer año una producción de un turno diario, de lunes a sábados. Se comienza solo por un turno ya que se contempla la puesta en marcha y todos los ajustes iniciales de la línea. También en este período la empresa deberá asegurarse el abastecimiento de Materia Prima (envases PET post consumo). Para ello deberá establecer claramente cuáles serán las vías de abastecimiento, y afianzar este circuito. Es fundamental para este negocio el aprovisionamiento de la materia prima.

Una vez que logremos tener aprovisionamiento asegurado en cuanto a calidad, volumen y precios adecuados, estaremos preparados para agregar un segundo y un tercer turno. Consideramos que es más complicado asegurar el correcto aprovisionamiento de material, que clientes para vender el producto final ya que tanto en Estados Unidos, como en Europa y fundamentalmente en China el consumo y las importaciones de PET PCR crece año tras año, al igual que lo que ocurre con el consumo en Argentina.

Al cabo del primer año, con la línea de producción funcionando ya de forma eficiente, y habiendo asegurado el circuito de abastecimiento de materia prima, se procederá a elevar el volumen de producción agregando un segundo turno diario.

Con respecto al tema de la obtención del PET post consumo, hay que tener en cuenta lo que sucede en Argentina, comparando lo que ocurre a nivel local con las tendencias en otros mercados. Mientras que en Argentina se está recuperando alrededor del 30% de los envases que se consumen, en otros países de la región esta cifra está alcanzando el 50%, como en el caso de Brasil o México, y en los países más avanzados de Europa se supera el 70%. Por lo tanto es de esperar que éste porcentaje crezca en nuestro país. Otro dato a tener en cuenta es la poca cantidad de empresas dedicadas a este negocio dentro del ámbito nacional, por ende hay un gran potencial en el rubro. De acuerdo a la investigación realizada hay solo dos compañías recicladoras con importancia en el mercado, que son Reciclar S.A. y Cabelma S.A. Estas empresas se encuentran cerca de alcanzar la ocupación total de la capacidad instalada, por lo que mientras que no inviertan en nuevas líneas, no podrán absorber un volumen mucho mayor de materia prima que el actual. Vale la pena mencionar que comienzan a haber políticas de recuperación de RSU, entre los que se encuentra el PET. En este sentido, los municipios han comenzado a instalar contenedores para recolección diferenciada de los residuos, y mientras se siga con este tipo de políticas, la obtención de los envases post consumo irá aumentando en volumen, y disminuyendo su suciedad y contaminación. Esto también repercute en la ciudadanía, que poco a poco toma conciencia de la importancia de clasificar los RSU. Para que esto sea realmente tangible será fundamental que el Gobierno Nacional, las Provincias y los

Municipios trabajen en conjunto con políticas similares y alineadas, lo cual a veces es difícil en nuestro país (donde por ejemplo podemos ver que en estos momentos no parece sencillo que el Gobierno Nacional y el de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires lleven a cabo políticas en conjunto, y lo mismo pasa en todo el país).

Por otra parte, al pasar a producir en dos turnos, baja el costo unitario del producto, lo que se reflejará en una mejora en las utilidades de la compañía y se obtendrá un mejor aprovechamiento de la maquinaria.

Es importante remarcar que existe demanda insatisfecha de PET PCR, por lo que consideramos que el aumento del volumen de producción se justifica ya para el segundo año, incorporando el segundo turno de producción. De hecho, la demanda es tal que justifica, incluso la incorporación del tercer turno, con lo que se alcanzaría la producción continua.

Si vemos como han evolucionado los volúmenes de PET exportados por Argentina en los últimos años, podemos ver también que ha crecido sostenidamente desde el año 2008.

AÑO	FOB US\$
2008	25.322.218,75
2009	27.213.405,64
2010	28.800.948,80
2011	39.469.556,81
2012 al 30-09	20.160.583,59

Fuente: Aduana Nacional Argentina

Con respecto al mantenimiento de los equipos, cuando la planta esté trabajando en régimen a dos turnos, se dispondrá del turno noche para realizar todos los trabajos que sean necesarios, mientras que al momento de incorporar el turno noche al régimen de producción, las tareas de mantenimiento y puesta a punto de los equipos quedarán para los fines de semana, o en caso de ser necesario, para posibles paradas programadas de la línea para tales efectos. En este punto es fundamental mencionar que este tipo de equipos necesitan de muy poco mantenimiento, siendo monitoreados incluso, de forma “on line” por el fabricante

A la hora de agregar turnos de producción, pensando en como varían los costos, vale la pena mencionar que si bien se incorpora personal para la línea de producción, el personal de staff se mantiene prácticamente igual, lo que hace que no suban los costos del mismo.

Cálculos de VAN y TIR

El Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son dos indicadores que se utilizan para decidir entre la aceptación o el rechazo de un proyecto de inversión. La TIR se debe comparar con una tasa de interés mínima de una inversión libre de riesgo, o con bajo riesgo. En nuestro caso, vamos a comparar la TIR con la tasa de interés de un plazo fijo a 90 días que paga el banco Nación.

El cálculo de la TIR se efectúa obteniendo la tasa mediante la cual el VAN se iguala a 0.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

F_t es el Flujo de Caja en el periodo t .

n es el número de periodos.

I es el valor de la inversión inicial.

Para nuestro proyecto, se puede observar que la TIR es sustancialmente mayor al 15% que establecimos como tasa de retorno de una inversión libre de riesgo, como puede ser un plazo fijo a 90 días en pesos en Argentina.

Así como también se puede observar que el VAN para un periodo de 5 años es mayor a 0 para una tasa nominal anual del 15%.

Como conclusión sobre la factibilidad económica de nuestro proyecto, podemos observar que es viable, siendo un interesante proyecto para los inversores, así como también para los dueños que lo van a operar, y continuar una vez pagados los prestamos iniciales.

TIR 25%

VAN \$ 10.942.543

Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio es una herramienta que nos permite saber cuál debería ser el nivel de facturación en moneda corriente para el cual la operatoria de la empresa no daría utilidades ni pérdidas.

El cálculo del punto de equilibrio en facturación va a ser para el primer año. Al tomar en cuenta una inflación anual del 15%, el punto de equilibrio para los siguientes años sería diferente.

$$PE(\$) = (Gft) / (1 - (Cv / Pv)) = 811.919 \text{ \$/mes}$$

PE = Punto de Equilibrio; Gft = Gastos fijos totales ; Cv = Costo variable; Pv = Precio de venta.

Gft	\$ 420.400	RRHH, Mantenimiento, gastos varios (No los intereses bancarios)
Cv	\$ 2,00	Materia Prima (neto de desperdicio), Energía
Pv	\$ 4,14	Precio de venta
PE	\$ 811.919	Punto de Equilibrio de facturación en moneda corriente

Como se puede observar del cálculo efectuado, el nivel mínimo de facturación mensual para poder cubrir los gastos fijos mensuales, teniendo en cuenta el costo variable, es de \$811.919. O sea, a un precio de venta de 4,14 \$/Kg, el punto de equilibrio en volumen a producir es de 196 tn/mes o 10 tn/día.

$$PE(Q) = Gft / (Pv - Cv) = 196 \text{ tn/mes}$$

PE = Punto de Equilibrio; Gft = Gastos fijos totales; Cv = Costo variable; Pv = Precio de venta.

PE	196	tn/mes. Punto de Equilibrio en tn mensuales
PE	10	tn/día. Punto de Equilibrio en tn diarias (para 20 días al mes)

Periodo de Recupero de la Inversión

El periodo de recupero de la inversión (*Payback* en inglés) es un indicador muy importante para presentar a los inversores del proyecto. Indica en que periodo de tiempo recuperan el dinero invertido, teniendo en cuenta una tasa de interés implícita o costo del capital que estimaremos en el 15% anual. Es una medida de liquidez.

En el siguiente cuadro se puede observar que la inversión inicial se recupera en 41 meses.

n	5	Años
I	\$ -29.582.545,70	\$ inversión inicial
F ₁	\$ 2.164.408,93	\$ flujo neto año 1
F ₂	\$ 6.555.863,03	\$ flujo neto año 2
F ₃	\$ 11.614.411,46	\$ flujo neto año 3
F ₄	\$ 22.334.834,56	\$ flujo neto año 4
F ₅	\$ 26.709.095,67	\$ flujo neto año 5

Conclusiones

Al finalizar las investigaciones llevadas a cabo durante la realización del trabajo, podemos concluir que el material que vamos a producir y comercializar son las escamas de PET, obtenidas a partir de PET post consumo y PET post industrial, para ser utilizado en industrias con diversas aplicaciones, principalmente en la industria textil. El nivel de reciclado alcanzado será el reciclado mecánico, no siendo apto para estar en contacto con alimentos ni bebidas (grado alimenticio).

La oferta de materia prima (botella de PET post consumo, scrap industrial de PET), es abundante en nuestro país, y al mirar los gráficos históricos, se puede observar que la tendencia indica que año tras año el volumen disponible de botellas post consumo para reciclar seguirá una tendencia creciente, en porcentaje sobre el total de botellas consumidas, y además, cabe destacar que el consumo de PET en el país crece año tras año. O sea, que en los próximos años se va a consumir más PET que en la actualidad, y el índice de PET recuperado va a crecer porcentualmente respecto al actual.

Para potenciar la oferta, aumentando su cantidad y calidad, es fundamental que se avance de las normativas y leyes relacionadas al reciclaje y a la fabricación de envases de PET.

La demanda de las escamas de PET post consumo reciclado (PCR) se encuentra en aumento en el mundo. Pudimos observar que las dos empresas más grandes del país están casi al 100% de la capacidad instalada. Exportan más de la mitad de la producción, siendo China el principal comprador, y comercializan en el mercado local a diversas industrias, para diversas aplicaciones. En la diversidad de aplicaciones posibles radica una de las principales fortalezas del producto, y el potencial del mismo. Estimamos que hay una demanda potencial muy grande de PET PCR a nivel mundial. Cada vez son más las marcas de indumentaria que consumen tejidos producidos con PET PCR, siguiendo la tendencia mundial de producir con insumos reciclados, ayudando a la sustentabilidad del medio ambiente y sin perder calidad. También como sustituto del algodón, en años en que este escasea y manteniendo el costo de venta de los productos fabricados con este material.

Los costos de compra del PET post consumo y precios de venta del PET PCR son variables, y fluctúan dentro de los márgenes previstos. Siempre hay que tener en cuenta que el precio de venta del PET PCR tiene como techo el 75% a 80% del precio de venta del PET Virgen, para no perder competitividad. Pero cabe destacar que para el caso de que el PET virgen incremente su valor, por motivos como puede ser la suba del petróleo, el PET PCR no necesariamente sigue esa curva dado

que los costos dependen de la compra de las botellas post consumo en el mercado local, y no del precio del petróleo.

Se seleccionó una línea de reciclado mecánico de PET con capacidad máxima de 900tn por mes, como para asegurar la disponibilidad de materia prima, y tener potencial para crecer en caso de requerirlo, adquiriendo nuevas maquinarias. (15% del total recolectado hoy en día, y 4,5% del consumo de PET anual en el país).

En lo referido a Recursos Humanos se observó que se necesita personal directivo, ejecutivo y operativo, sin mayores capacidades técnicas, por lo que no se prevén problemas a la hora de incorporar personal calificado para el proyecto.

Para iniciar el negocio se precisa de una inversión de \$33.000.000, que tiene una TIR del 25% y un VAN de \$10.942.543, como datos de interés para los inversores. Se efectuó también el nivel de venta mínimo para alcanzar el punto de equilibrio, y se llevaron a cabo análisis de sensibilidad para evaluar el riesgo ante la variación de las variables Precio, costo y volumen de producción.

Queda demostrado que es un negocio rentable desde el punto de vista económico, y viable desde el punto de vista técnico y financiero, por ende es un proyecto de inversión atractivo para cualquier inversor dispuesto a colocar su dinero en un proyecto sustentable con un buen presente, y un futuro muy prometedor.

Bibliografía

- Alternatives for PET Recyclers. Materials World, Vol. 5 o. 9. Eric Koester. Septiembre de 1997
- Il ritorno della plastic alla plastic, Modo, nro. 154. Federica Thely. Enero – Febrero de 1994
- Creating Wealth from Waste. R. Murray. Demos. Londres, Inglaterra, 1999
- Cooperativas, emprendimientos colectivos y desarrollo local. Yohanan Stryjan. Documentos, Publicación del Centro de estudios de Sociología del trabajo, UBA, nro. 22, Septiembre - Octubre, 1999.
- Basta de Basura. Mariana Wallter y Verónica Odriozola. Greenpeace Argentina, Noviembre de 2003.
- Análisis de muestras de lixiviados del relleno sanitario de la CEAMSE en Villa Domínico. Greenpeace Argentina, Octubre de 2004.
- Extensión de la responsabilidad del productor. Greenpeace Argentina, 1997.
- Sin centros verdes no hay basura cero. Greenpeace Argentina, Mayo de 2007.
- Proyecto de la Cooperativa El Ceibo y Greenpeace en Argentina. Greenpeace Argentina, Diciembre de 2004.
- El reciclado del PET en la Argentina. Mesa redonda, Envase 1999.

Fuentes No Bibliográficas

Páginas de Internet.

- Producol S.A.
<http://www.maderaplasticaproducol.com/> (Costa Rica).
- Utsumi- Artesanías con PET
<http://www.utsumi.com.br/pet/artesanato/index.html>
- Setor Reciclagem
<http://www.setorreciclagem.com.br/>
- Petrobras
http://www2.petrobras.com.br/ResponsabilidadeSocial/catalogo_brindes/portugues/Acessorios_004.asp
- Madres de las Torres
<http://madresdelastorres.ar.tripod.com/>
- Normativas Vigentes:
<http://www.cedom.gov.ar/es/legislacion/normas/leyes/html/ley992.html>
<http://www.cedom.gov.ar/es/legislacion/normas/leyes/html/ley1854.html>
- Michelle Brandt:
<http://www.floresenelatico.es/labels/ecolog=C3=ADa.html>
- Artesanías en con PET en África:
<http://courantsdefemmes.free.fr/Assoces/Burkina/Gafreh/gafreh.html>

Empresas Relacionadas al PET.

Fabricas de Maquinas de Reciclado:

- Grupo Simplex <http://www.gsimplex.com/website/inicio.html> (México).
- Hengli Plastic Recycling Machinery Co.,Ltd (Contacto en prov. de Santa Fe)

-
- JiangSu Faygo Union Machinery co. Ltd <http://www.recycling-machine.com/>
 - Sorema Italia - <http://www.sorema.it/>
 - Titech – Alemania - <http://www.titech.es/>

Producto Final:

- Tandus Flooring – Alfombras - <http://www.tandus.com/>
- Paolini S.A.

Asociaciones:

- Asociación Nacional del Envase de PET (ANEP) - España - <http://www.anep-pet.com/>
- National Association for PET Container Resources (NAPCOR) - <http://www.napcor.com/>
- Association of Postconsumer Plastic Recyclers (APR) - <http://www.plasticsrecycling.org/>
- Municipio Federal – Entre Ríos - <http://www.federal.gov.ar/>

PET – Preformas o Polímero en Bruto:

- Grupo Seda – España. Preformas y Polímero en Bruto (Marca Artenius)

Recicladores:

- Cabelma S.A.
- Reciclar S.A.

ANEXOS
