Distr.
RESTRINGIDA

LC/R.1354
8 de noviembre de 1993

ORIGINAL: ESPAÑOL

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE LOS PROCESOS DE RECICLAJE DE DESECHOS DOMESTICOS. LOS CASOS DEL VIDRIO, PAPEL Y PLASTICO

Este documento fue preparado por la señorita Ana Luz Durán Salinas, consultora de la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente de la División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, en el marco del proyecto "Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos", Fase II, que realiza la CEPAL con el apoyo de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Las opiniones expresadas en este trabajo, el cual no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de la autora y pueden no coincidir con las de la Organización.

93-12-1623

INDICE

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
ESTUDIO DE CASO 1 EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS DE VIDRIO	5
I. INTRODUCCION	6
II. DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS DE VIDRIO	8
III. EVALUACION TECNICO ECONOMICA DIFERENCIAL DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS DOMESTICOS DE VIDRIO	10
A. ALTERNATIVA 1: CALCULO DE DATOS	11
B. ALTERNATIVA 2: CALCULO DE DATOS	13
IV. RESULTADOS	14
V. ANALISIS DE SENSIBILIDAD	16
ESTUDIO DE CASO 2 EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS DE PAPEL	17
I. INTRODUCCION	18
II. DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL RECICLAJE DE PAPEL	21
III. EVALUACION TECNICO ECONOMICA DIFERENCIAL DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS DE PAPEL	24
A. ALTERNATIVA 1: CALCULO DE DATOS	27
B. ALTERNATIVA 2: CALCULO DE DATOS	28
C. ALTERNATIVA 3: CALCULO DE DATOS	28
IV. RESULTADOS	29
V. ANALISIS DE SENSIBILIDAD	31
ESTUDIO DE CASO 3 EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS PLASTICOS	34
I. INTRODUCCION	35
II. DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS PLASTICOS DE PEBD	39
III. EVALUACION ECONOMICA DIFERENCIAL DEL PROCESO DE RECICLAJE MECANICO DEL PLASTICO	42
CALCULO DE DATOS DE LA EVALUACION ECONOMICA	44
IV. RESULTADOS	47
V. ANALISIS DE SENSIBILIDAD	48

Página

CONCLUSIONES GENERALES..... 50

Notas..... 51

ANEXO 1
CRITERIOS ECONOMICOS PARA LA TOMA DE DECISION DE INVERSIONES..... 55

ANEXO 2
FLUJOS DE CAJA FINANCIERO PARA EL CASO DEL RECICLAJE DE DESECHOS DE VIDRIO..... 59

ANEXO 3
ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA EVALUACION ECONOMICA DEL RECICLAJE DE VIDRIO CON RESPECTO AL PRECIO DE LA MATERIA PRIMA..... 63

ANEXO 4
FLUJOS DE CAJA FINANCIERO PARA EL CASO DEL RECICLAJE DE DESECHOS DE PAPEL..... 67

ANEXO 5
ANALISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO AL PRECIO DEL RECORTE Y AL PRECIO DE LA CELULOSA..... 71

ANEXO 6
FLUJOS DE CAJA FINANCIERO PARA EL CASO DEL RECICLAJE DE DESECHOS PLASTICOS..... 79

ANEXO 7
ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA EVALUACION ECONOMICA DEL RECICLAJE DEL PLASTICO CON RESPECTO AL PRECIO DE VENTA DEL PELLET RECICLADO..... 83

***

RESUMEN

El trabajo que se presenta a continuación, tiene como objetivo principal evaluar la rentabilidad técnico-económica de los procesos de reciclaje de algunos residuos domésticos, vidrio, papel y plástico.

Por lo tanto, el aporte que pretende hacer este trabajo es la descripción de los procesos industriales necesarios para reciclar los distintos materiales e intentar estimar la rentabilidad económica de estas actividades.

INTRODUCCION

La actual sociedad de consumo utiliza gran cantidad de productos que al finalizar su vida útil, se incorporan a un volumen de residuos cada vez mayor. Muchos países empiezan a sentir la necesidad de disponer de zonas para llevar a cabo el vertido de esos residuos; sin embargo, muy pocos municipios están dispuestos a que se acumulen en sus terrenos, materiales que en distinta medida puedan originar problemas de contaminación.

Es por esta razón, que la alternativa del reciclaje se presenta cada vez más atractiva, tanto desde el punto de vista de la disminución de los residuos que van a ir a rellenos sanitarios, como desde el enfoque industrial y comercial.

La actividad del reciclaje de residuos domésticos representa para el sector industrial, la apertura de una fuente de materia prima más barata e importantes ahorros energéticos en los procesos productivos del papel y el vidrio. Es necesario notar que en el caso del reciclaje de vidrio este proceso tiene que ir directamente conectado con la generación de productos finales, a diferencia del reciclaje de papel y plástico en donde se puede obtener materia prima factible de ser procesada por otra empresa del rubro.

El reciclaje de los residuos domiciliarios es una opción que han tomado la mayoría de los países en el mundo. En América Latina se lleva a cabo con más o menos éxito, dependiendo de los sistemas de recolección que se utilizan y la tecnología empleada.

Con respecto a ésto último, es necesario notar la existencia de una etapa primaria, indispensable para la obtención del residuo domiciliario que tiene por destino final un proceso de reciclaje.

Los desechos domiciliarios precisan, para ser reciclados, de una etapa que se conoce por las acciones de **recolección, limpieza** y **selección;** tales acciones son llevadas a cabo por diferentes organismos en la actualidad, siendo los más formales los centros de acopio (privados o fiscales).

El circuito comienza con el recolector (formal e informal) que retira del domicilio los residuos factibles de ser comercializados. Quienes adquieren estos materiales son los centros de compra

intermedios o los actuales centros de acopio. Estos a su vez son quienes seleccionan y limpian el material y deciden su destino: la retornabilidad o el reciclaje.

El concepto de retornabilidad se refiere al proceso de reutilización de un material, el cual, luego de ser sometido a un proceso de limpieza, es incorporado al mercado sin cambiar su función original.

Actualmente en Chile, la retornabilidad de las botellas de vidrio en la basura domiciliaria alcanza aproximadamente un 65%.[1] Sin embargo, luego de ser reutilizadas un cierto número de veces, terminan siendo recicladas.

La retornabilidad del plástico se limita principalmente a los envases de bebidas y sacos, mientras que en el caso del papel, ésta es prácticamente nula.

El reciclaje, en cambio, se refiere a la transformación de un material de desecho en materia prima no virgen, a través de un proceso productivo. La materia prima obtenida puede utilizarse para la fabricación de diversos productos, que no necesariamente se asimilirán al uso o función que tuvieron originalmente.

En el proceso de reciclaje es básico, como se ha visto, la eficiencia de un sistema de recolección domiciliario eficiente. En este sentido, el nacimiento de la Empresa chilena ECOBAS S.A.[2] en mayo de 1993, ha sido clave para la transformación de un sistema informal de recolección callejera de desechos domiciliarios con valor comercial en un sistema organizado y eficiente, en el cual se trabaja en forma integrada con el domicilio, el recolector y la central de acopio. En este lugar el residuo es limpiado y seleccionado para su posterior venta a las plantas recuperadoras o recicladoras, según corresponda. La actividad de esta empresa genera, por lo tanto, nuevas posibilidades para la industria del reciclaje que ve en esta central de acopio, una alternativa seria de compra de material en grandes volúmenes.

Actualmente la empresa ECOBAS, a través de su centro de acopio, da origen a estadísticas que permiten establecer los componentes reciclables de la basura domiciliaria, distinguiéndose de otros estudios, porque estos últimos sólo identifican los desechos domiciliarios en forma general, sin hacer referencia entre lo potencialmente reciclable y lo que no lo es.

Es así como hoy es posible establecer la siguiente estadística para los residuos de papel domiciliarios: 45% de periódicos, un 18,7% de cartón, 15,7% de mixto, 15,2% de dúplex, 4,5% de blanco y 0,8% de kraft. Estas son cifras pertenecientes a la Comuna de La Reina en Santiago de Chile pero, debido a la heterogeneidad social de esta comuna, tales cifras podrían presentarse como una muestra estadística más general.

La importancia de estos datos es que dan origen a información que ayudará a tener un mayor control sobre la presencia e impacto de los diferentes elementos en el ambiente.

En el presente, ECOBAS trabaja solamente con residuos domiciliarios de papel, vidrio y metal. Sin embargo, en noviembre de 1993, esta empresa realizará un plan piloto comunal para evaluar la incorporación de los residuos plásticos en la campaña de reciclaje que actualmente lleva a cabo en la comuna de La Reina. Esta experiencia consistirá en analizar las características de estos desechos, volúmenes potenciales de operación, interés por parte de la industria, etc., de manera de evaluar sus posibilidades de éxito.

En la medida que las actividades de recolección, selección y lavado tengan un mayor desarrollo, se darán las condiciones necesarias para el buen funcionamiento de las actividades del reciclaje y la retornabilidad, para la creación de empresas recicladoras y se estimulará el uso de materias primas recicladas en la industria manufacturera.

ESTUDIO DE CASO 1

EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS DE VIDRIO

I. INTRODUCCION

El vidrio es un producto hecho a partir de materias primas 100% naturales. Estas son: arena rica en sílice, carbonato de calcio (permite dar la forma) y carbonato de sodio (para bajar la temperatura de fusión).

El vidrio cuenta con múltiples ventajas. Del punto de vista comercial se encuentra su transparencia lo que le otorga imagen de calidad al producto que contiene, puesto que, el envase de vidrio permite al consumidor saber exactamente que es lo que está comprando. Otra característica relevante es que el vidrio es menos poroso que otros materiales por lo que resulta más higiénico, además se puede lavar a temperaturas de 90 grados o, incluso, con vapor hasta 500 ó 600 grados, sin perder sus cualidades.[3]

Por otra parte, los envases de licores y vinos son factibles de reutilizar cuando se encuentran en buen estado. Cuando tienen problemas, como trizaduras o quebraduras se reciclan para transformarse en materia prima lo que significa un interesante ahorro, sobre todo en cuanto a energía se refiere.[4]

Cabe señalar que el precio del vidrio a reciclar varía su valor dependiendo de la coloración de éste, siendo el color blanco transparente el que alcanza un mayor precio en el mercado, mientras que, el verde y ámbar son valorados a menor precio.

En la fabricación del vidrio se utilizan grandes hornos que requieren de gran cantidad de energía para fundir los diferentes ingredientes, lo que provoca gastos y contaminación de aire y agua. Sin embargo, al reciclar el vidrio se obtienen las siguientes ventajas:

- Ahorro de energía

El reciclaje de una tonelada de vidrio ahorra la energía equivalente a 30 galones de combustible, es decir, 117 kilos de Fuel Oil N°6[5] y sustituye el uso de 1,2 toneladas de materia prima virgen.[6]

Esta información es bastante cercana y corroborada en gran medida por la experiencia venezolana de la empresa Owens Illinois

que desde los inicios de su Programa de Reciclaje ha obtenido resultados que establecen un ahorro en combustible equivalente 130 kilos de petróleo por cada tonelada de vidrio reciclado.[7]

Sin embargo, existe otro valor bastante distinto que se basa en la experiencia colombiana de la Cristalería Peldar y plantea el ahorro en energía equivalente a 35 kg de combustible por tonelada.[8] Esta cifra es cercana a la mencionada en Cristalerías Chile.

Debido a que no existe uniformidad de criterios se evaluará el proyecto utilizando ambas alternativas.

- Cuidar la atmósfera

  Se disminuyen las emisiones gaseosas a la atmósfera en un 20%.[9]

- Cuidar el agua

  Se disminuyen las descargas de efluentes líquidos en un 50%.[10]

Las ventajas del reciclaje han impulsado el desarrollo de programas masivos de recuperación de materiales reciclables en muchos países del mundo con resultados muy exitosos. Por ser el vidrio el más reciclable de todos los materiales, el envase vidrio usado está incluido en casi todos los programas de recolección que se implantan en el mundo.

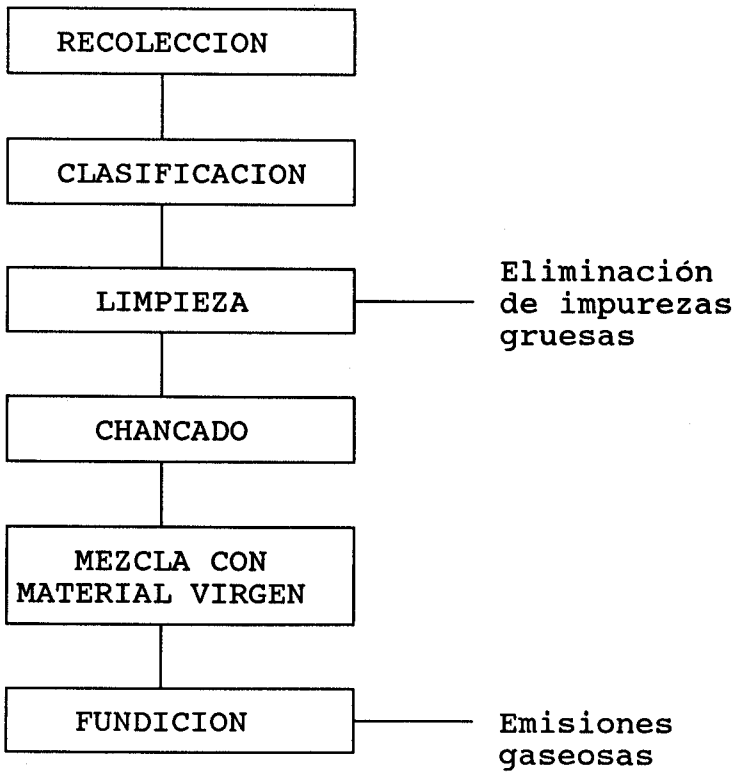
II. DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS DE VIDRIO

El problema mayor que se presenta al reciclar desechos de vidrio es la limpieza de los mismos. Esto se debe a que existe un alto porcentaje de otros materiales incluidos en los desechos, tales como etiquetas, tapas, golletes, etc. Los elementos metálicos son los que representan el problema más serio, puesto que interfieren en el proceso productivo y acortan la vida útil de los hornos.

El esquema del flujo del proceso productivo se presenta a continuación:

Figura 1

FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL RECICLAJE DE VIDRIO[11]



Los procesos de recolección y separación son llevados a cabo por recolectores callejeros, quienes venden a los intermediarios. Estos a su vez, clasifican las botellas, frascos y otros materiales de vidrio en mal estado (quebrados o trizados) y los venden a las cristalerías en forma de vidrio molido para que ocupe un menor espacio de transporte.

Al llegar a la cristalería los desechos son sometidos a un proceso de limpieza, que puede ser manual o automático.

El proceso que se describe a continuación corresponde a un proceso manual que es el más común, debido a que el proceso automático requiere niveles de inversión bastante más elevados y que no se justifican en el caso de América Latina, por la existencia de mano de obra barata.

Los desechos de vidrio son colocados en una cinta transportadora en donde cierto número de personas están dedicadas a eliminar cualquier elemento extraño tales como partículas gruesas de fierro, piedras, aluminio y otras. Luego el vidrio es sometido a un chancador que muele las piezas hasta convertirlas en pellet. Luego es incorporado, junto con una cierta proporción de materia prima virgen, al proceso de fundición.

En el proceso de fundición el material vítreo alcanza los 1.500 grados Celsius, temperatura a la cual se llega en un menor lapso de tiempo mientras mayor sea la proporción de vidrio reciclado.[12]

III. EVALUACION TECNICO ECONOMICA DIFERENCIAL DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS DOMESTICOS DE VIDRIO

La evaluación económica del proceso de reciclaje se hará desde la perspectiva de los ingresos y egresos adicionales, producto de la utilización de material de desecho en el proceso de fabricación. Este es el método normalmente utilizado para evaluar la ampliación de un proyecto existente, entendiendo por "ampliación" la gama de posibilidades que se pueden suceder cuando se mejora un servicio o se incrementa o modifica la producción de un bien.[13]

Para esto solamente se evaluará la operación incremental, es decir, se considerará sólo el efecto económico producido por la utilización de los residuos domésticos en el proceso. Por lo tanto, la inversión a considerar será solamente la necesaria para procesar el material extra de desecho, mientras que los ingresos y costos considerados sólo serán aquellos generados a partir de esta innovación en el proceso productivo.

La evaluación económica que se presentará es para el caso de una cristalería con una capacidad de producción de 100.000 toneladas anuales, de las cuales el 35% (35.000 tons) se produce a partir de material reciclado. De esta cantidad, un 35% corresponde a desechos industriales propios de la cristalería y el 65% restante, a desechos obtenidos a través de recuperadores. De este 65%, la mitad es comprada a clientes de la cristalería y la otra mitad (11.375 tons), a intermediarios de recolectores callejeros.

La evaluación sólo incluirá los desechos domésticos de vidrio, es decir, 11.375 tons, puesto que es sólo esta porción del material a reciclar, la que necesita de procesos de limpieza. Luego del proceso de limpieza el material es tratado en la misma forma que la materia prima virgen.

Se evaluarán dos alternativas que se diferenciarán exclusivamente por la forma de calcular el ahorro de energía producido al emplear desechos de vidrio en el proceso de fabricación.

Cuadro 1

PRESENTACION DE ALTERNATIVAS A EVALUAR

Alternativas	Ahorro de combustible [kg petróleo/ton vidrio reciclado]
Alternativa 1	35
Alternativa 2	117

A. ALTERNATIVA 1: CALCULO DE DATOS

1. Inversión (capital propio)

La inversión en maquinaria necesaria para procesar los desechos de vidrio consta únicamente de cintas transportadoras donde el material es limpiado y seleccionado por personal dedicado a esta actividad.

El monto de esta inversión para una cinta transportadora con una capacidad de 1,5 ton/hr alcanza los $2.000.0000, es decir, US$5.000. Las dimensiones de una cinta de estas características es de aproximadamente 12 metros por 18 pulgadas de ancho (0,45 mts).

Si una cinta transportadora, funcionando durante dos turnos, es capaz de procesar en un año 6.000 toneladas, entonces es necesario la adquisición de dos cintas para el procesamiento de las 11.375 toneladas provenientes de los recuperadores callejeros; por lo tanto, la inversión necesaria asciende a US$10.000.[14]

Por otra parte, es necesario dotar a los obreros que trabajan en esta actividad, de equipos de seguridad industrial, es decir, casco, botas, zapatos de seguridad, guantes, mascarillas, filtros, protectores de oídos, zapatos y ropa (chaqueta y pantalón). La inversión necesaria asciende a CH$40.000 por persona, si se incorporan 19 personas (ver ítem de Egresos), se tiene un gasto total de US$1.900.

2. Ingresos

Los ingresos adicionales generados provienen exclusivamente de ahorros de energía y producto del menor precio pagado por la materia prima proveniente de los desechos domésticos. Sólo en la compra de este tipo particular de residuos se produce un ahorro, puesto que el precio pagado por los desechos industriales de vidrio a los clientes alcanza el mismo precio por kilo que la materia prima virgen (entre $20-24 el kilo, es decir, US$0,05-0,06).

El ahorro debido a la compra de materia prima alcanza en promedio los CH$5/kg,[15] esto significa que en 11.375 toneladas se economizan US$142.188 al año.

Utilizando las cifras de economía de combustible que estiman un ahorro de 35 kg por tonelada de material reciclado, los ingresos obtenidos por concepto de ahorro energético ascienden aproximadamente a CH$2,67 por kilo[16] de reciclado, es decir, en un año se produciría un ahorro equivalente a US$76.141.

Además existe otro ahorro, difícil de cuantificar por lo cual no se considerará, pero que es importante de mencionar, y se refiere al aumento de la vida útil de los hornos en los cuales se fabrica el vidrio. La prolongación de la vida útil tiene como fundamento que los desechos de vidrio demoran un menor tiempo en el horno para alcanzar la temperatura requerida de 1500 grados Celsius, esto quiere decir que, en el largo plazo, se produce una economía que no deja de ser considerable si se piensa en los montos de inversión requeridos para la compra de uno de estos hornos.

3. Egresos

Los principales gastos adicionales generados se deben a la contratación del nuevo personal necesario para el manejo de los desechos de vidrio, es decir, para la administración de la compra y la limpieza de los desechos.

Para crear la estructura de compra son necesarias aproximadamente tres personas y para la limpieza, se necesitan 4 personas por turno y por cinta transportadora, es decir, trabajando a dos turnos diarios se requieren de 8 personas por cinta. Cada uno de estos trabajadores tiene un costo para la empresa cercano a CH$150.000, es decir, US$375 mensuales. Por lo tanto, es necesario contratar a 19 personas extra, lo cual representa un costo anual de US$85.500.

Por otra parte, los gastos extras en energía provienen de la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de las cintas transportadoras que es de 4KWH por cinta, por lo tanto, si el valor del KWH es de CH$36,84,[17] el gasto anual aproximado se traduce en US$2.947.

Los gastos en mantención e insumos se han estimado en unos US$2.000 anuales y corresponden a la mantención de la cinta transportadora. La vida útil de la cinta se estima en 20 años.

Se estimó un gasto de US$2.000 anuales en gastos varios.

Por último, si la mantención de los equipos de seguridad industrial de los trabajadores se estima en un 50% del valor de la reposición total cada año, se tiene un gasto anual por este concepto de US$950.

B. ALTERNATIVA 2: CALCULO DE DATOS

La única diferencia existente entre esta alternativa y la anterior es la forma de cálculo del ahorro de energía generado a partir del empleo de desechos de vidrio como materia prima en el proceso productivo.

En este caso, el cálculo se hace a partir de la información que dice que por cada tonelada de vidrio reciclado, se economiza el equivalente a 117 kg de petróleo. Por lo tanto, si se reciclan 11.375 toneladas al año de desechos domésticos y el precio del Fuel Oil N°6 es de CH$76,5 por kilo, se tiene que la economía en combustible anual asciende a US$254.530.

El resto de los cálculos realizados para la alternativa 1 se mantienen en la alternativa 2.

IV. RESULTADOS

Utilizando los criterios económicos del Valor Presente Neto (VPN) para una tasa de actualización de 15%, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación del Capital (R) (referirse al Anexo 1), se obtienen resultados bastante positivos para la evaluación económica de ambas alternativas (ver Anexo 2).

Cuadro 2

RESULTADOS EVALUACION ECONOMICA DEL USO DE DESECHOS DE VIDRIO EN SU PROCESO DE FABRICACION

Criterios		Alternativa 1	Alternativa 2
VPN	US$	454.330	1.116.067
TIR	%	893	2.167
R	AÑOS	1	1

Estos resultados, aunque bastante distintos, ponen de manifiesto la alta rentabilidad económica que tiene incorporar desechos domésticos de vidrio en el proceso de fabricación. Esto se debe, principalmente, a que la inversión necesaria para incorporar los materiales de desecho es muy baja en relación a los beneficios económicos obtenidos producto del ahorro de energía y de las economías generadas a partir de la compra de materia prima más barata.

En el cuadro 2 y en el flujo de caja financiero se puede observar que la recuperación del capital invertido se alcanza en los primeros meses del primer año.

La diferencia existente entre ambos resultados puede explicarse diciendo que no existen -o no están disponibles- estudios estadísticos claros en los cuales se expliciten todas las características técnicas que hacen posible un determinado ahorro de energía, puesto que existe una dependencia directa entre el ahorro

energético y la eficiencia o rendimiento de los hornos empleados para la fundición del vidrio. Esta situación puede ser corroborada por estudios hechos en Brasil que evaluaron procesos similares, estableciendo también resultados que marcan estas diferencias de rendimiento.[18]

Sin embargo, estableciendo algunas relaciones entre la materia prima ahorrada, las toneladas recicladas y el ahorro en combustible, fue posible obtener los dos valores de ahorro con los cuales se evaluó el proyecto. Es importante tener en cuenta que todas las variables de precios evaluadas en la Alternativa 1 corresponden a precios chilenos, así como también la cantidad de combustible ahorrado por kilo de vidrio reciclado. Mientras que en la Alternativa 2 se utilizan precios chilenos, pero montos de ahorro de combustible obtenidos en Venezuela, es evidente que los precios para el combustible en ambos países son bastante distintos.

Por lo tanto, los resultados obtenidos para la Alternativa 1 tendrían un mayor fundamento empírico que los obtenidos en la Alternativa 2.

Es necesario notar que la incorporación de desechos de vidrio al proceso productivo también trae asociados efectos negativos, que se traducen en ineficiencias del proceso, tales como envases defectuosos por la presencia de pequeñas piedras u otras impurezas. Estos efectos son difíciles de cuantificar económicamente, debido a la inexistencia de información estadística que pueda establecer con certeza la magnitud del costo económico asociado.

Por último, además de los beneficios económicos que se alcanzan para cualquiera de las dos alternativas, existen una serie de beneficios ambientales difícilmente cuantificables, tales como menores descargas de contaminantes atmosféricos y líquidos, que hacen que este proyecto arroje resultados positivos, no sólo en el ámbito económico sino también ambiental.

V. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

De los resultados anteriores es posible observar la alta sensibilidad que tiene la rentabilidad del proyecto con respecto al ahorro de combustible, puesto que para una economía de 35 kg/ton se alcanza una TIR de 893%; mientras que para un ahorro de 117 kg/ton, la TIR se eleva al 2.167%.

La otra variable que genera ingresos en la evaluación del reciclaje de vidrio es la posibilidad de compra de materia prima más barata. Actualmente el ahorro que se produce es de CH$5/kg.

Para observar la sensibilidad de la rentabilidad con respecto a esta variable, se evaluaron tres escenarios distintos para la alternativa 1, en los cuales se disminuye el ahorro a $4, $2 y $0,7 por kilo de vidrio (ver Anexo 3). A continuación se presenta el comportamiento del VPN y la Tasa Interna de Retorno a medida que disminuye el ahorro producido por la compra del material de desecho.

Cuadro 3

ALTERNATIVA 1
ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL COSTO DE LA MATERIA PRIMA

Ahorro	VPN	TIR
[CH$/KG]	[US$]	[%]
4	348.841	690
2	137.861	284
0,7	725	17

A partir de este cuadro se puede inferir que el ahorro mínimo que debe producirse por la compra de desechos domésticos de vidrio es de CH$0,7 por kilo, puesto que de otra forma la tasa de rentabilidad promedio del capital invertido en este proyecto (también llamada TIR), se hace inferior a la tasa de descuento o actualización de 15%, que es la tasa alternativa del inversionista.

ESTUDIO DE CASO 2

EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS DE PAPEL

I. INTRODUCCION

Los residuos de papel representan en América Latina el segundo material más abundante dentro de los residuos domiciliarios. Esto se debe, principalmente, a que los servicios que prestan el papel y cartón son múltiples.

- Vehículo de comunicación y cultura: Su uso se ha visto incrementado incluso en estos últimos años, en la expansión de los medios audiovisuales.

- Protección y presentación de los productos: Sin la adecuada protección, dosificación y descripción de éstos, el deterioro de los productos sería notable y su distribución seriamente afectada.

- Usos higiénicos y domésticos.

Al buen servicio que presta el papel hay que añadir las buenas propiedades que reúne, desde el punto de vista medio ambiental:

i) Procede, en su mayor parte, de una materia prima renovable: el árbol.

ii) Es fácil y ventajosamente reciclable en su totalidad.

iii) Si no se aprovecha y termina en vertedero, situación no deseable, es biodegradable.

Este conjunto de razones hace que la demanda de papel por parte de la sociedad se incremente sin cesar. El consumo mundial ha pasado de 166 millones de toneladas en 1982 a 266 millones en 1988 y se prevee que en el año 2001 será de 317 millones. Se habrá duplicado en veinte años.[19]

Satisfacer esta gran demanda requiere de una disponibilidad creciente de materia prima, pero como se ha indicado antes, el papel es fácil y ventajosamente reciclable. El consumo de papel usado como materia prima está experimentando un fuerte aumento que será aún mayor en el futuro inmediato. En 1982, el consumo mundial de papel recuperado fue de 50 millones de toneladas, pasó a 75 en 1988 y llegará a 130 millones de toneladas en el año 2001. (La tasa

de recuperación[20] media mundial habrá pasado de 30% en 1982 a 41% en el 2001).[21]

Este volumen de papel recuperado, que habría sido reutilizado como materia prima, habría evitado el equivalente aporte de pasta de celulosa, al tiempo que habría reducido en la misma cuantía, el volumen de los residuos, que inevitablemente habrían sido conducido a algún tipo de eliminación, con las conocidas desventajas de cada uno de estos procesos.

Es preciso insistir en que el papel usado no es basura, sólo la falta de una recolección adecuada para su reciclaje lo condena a incluirse dentro de la montaña de los residuos.

La calidad del papel reciclado es prácticamente igual a la del papel nuevo. Todo depende de los procesos a los cuales sea sometido a la hora de ser reciclado.

Las principales ventajas que se obtienen de la recuperación de papel, son las siguientes:

- Reducir la basura: Cada tonelada de papel nuevo ocupa casi dos metros cúbicos de relleno sanitario.[22]

- Salvar bosques: El reciclaje de una tonelada de papel evita cortar 17 árboles.[23] A pesar de que los árboles utilizados para la extracción de celulosa fueron plantados para este fin y que después es realizado un reforestamiento, el reciclaje de una u otra forma, evita este trabajo y protege la naturaleza.

- Ahorrar energía: Se requiere de un 50% menos de energía eléctrica.[24]

- Ahorrar agua: Se requiere 15% menos en el consumo de agua.[25]

Los ahorros de energía se deben principalmente a que para la obtención de la celulosa cruda es preciso separar de la madera la fibra de la lignina (sustancia que actúa como pegamento en las fibras), para posteriormente someterla a "blanqueo", proceso químico para aclarar el color café de la celulosa en su estado natural. Este puede llegar a cinco etapas, dependiendo si se desea color café, semiblanqueado o blanqueado.

La celulosa proveniente de papel reciclado se salta ambos procesos pudiendo ser convertida directamente en una pasta acuosa con la que se forma una cinta, la que se va secando mediante calor. En la medida que esta cinta se va haciendo cada vez más sólida, entra en una solución líquida que también lleva celulosa.[26]

Sin embargo, según un estudio del Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados de Laxenburg (Austria), el

reciclaje de papel exige el empleo de mayor cantidad de energía no renovable que la fabricación de papel nuevo, así como también aumentarían las emisiones de SO2 en un 53% y las de NOx en 7%. Con respecto a las emisiones líquidas, el total de sólidos suspendidos aumentaría en un 70%, mientras que el DBO aumentaría en 10%.

Por otra parte, el mismo estudio señala que con un escenario de máximo reciclaje se disminuye la demanda total de energía (60% en el caso de las fuentes renovables), como también las emisiones atmosféricas de CH4 en un 50%, de CO en 30% y de CO2 en 45%. Asimismo, las emisiones líquidas disminuyen significativamente en lo que se refiere a la DQO y en la descarga de aluros orgánicos absorvibles (AOX) al medio acuático.

Este estudio fue realizado para 8 países de europa occidental con datos preliminares, por lo cual el propio documento señala que los resultados deben ser interpretados cuidadosamente.[27]

II. DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL RECICLAJE DE PAPEL[28]

El tratamiento de papel usado para la obtención de pulpa reciclada pasa por una serie de procesos que a continuación se describen:

a) Disgregación

Tiene por objeto disgregar eficientemente papeles viejos, aún los altamente contaminados, separando los plásticos y otros contaminantes gruesos, sin molerlos.

b) Depuración impurezas gruesas

Separa partículas pequeñas, pero visibles, en un amplio rango de peso específico (clips, corchetes, arenas, plásticos pequeños, etc.).

c) Depuración impurezas livianas

Separa partículas visibles, muy pequeñas, de alto peso y livianas pero flexibles (areniscas, astillas, pelos, stickies, etc.). Al igual que en el proceso anterior, esto se logra con depuradores centrífugos, pero con tamices con área de paso más pequeña.

d) Destintado por flotación

Para eliminar partículas de tintas y stickies con alta eficiencia y bajo consumo de químicos. Esto se logra en dos celdas circulares las que hacen flotar las partículas de tinta adheridas a burbujas que se forman con la adición de aire y jabón.

e) Lavado alta eficiencia

Para eliminar partículas microscópicas de tintas, cenizas (cargas minerales) y finos.

f) Homogenización en caliente

Para reducir de tamaño contaminantes permanentes, tales como tintas y stickies y homogenizarlos con la pasta que los contiene.

g) Blanqueo

Para elevar la blancura de la pasta, tratada mediante la adición del agente blanqueante FAS (Formamidine Sulfinic Acid). Es un producto sin cloro, cuyos productos resultantes de la reacción son sulfato y urea.

h) Post-Lavado y espesado

El post-lavado tiene por objeto la recuperación de los productos químicos del blanqueo y el espesado permite el almacenamiento intermedio de las pastas tratadas, ya sea en forma de fardos o en alta consistencia para alimentar directamente a las máquinas papeleras. Este proceso se logra con prensas de tornillo.

i) Clarificación de aguas

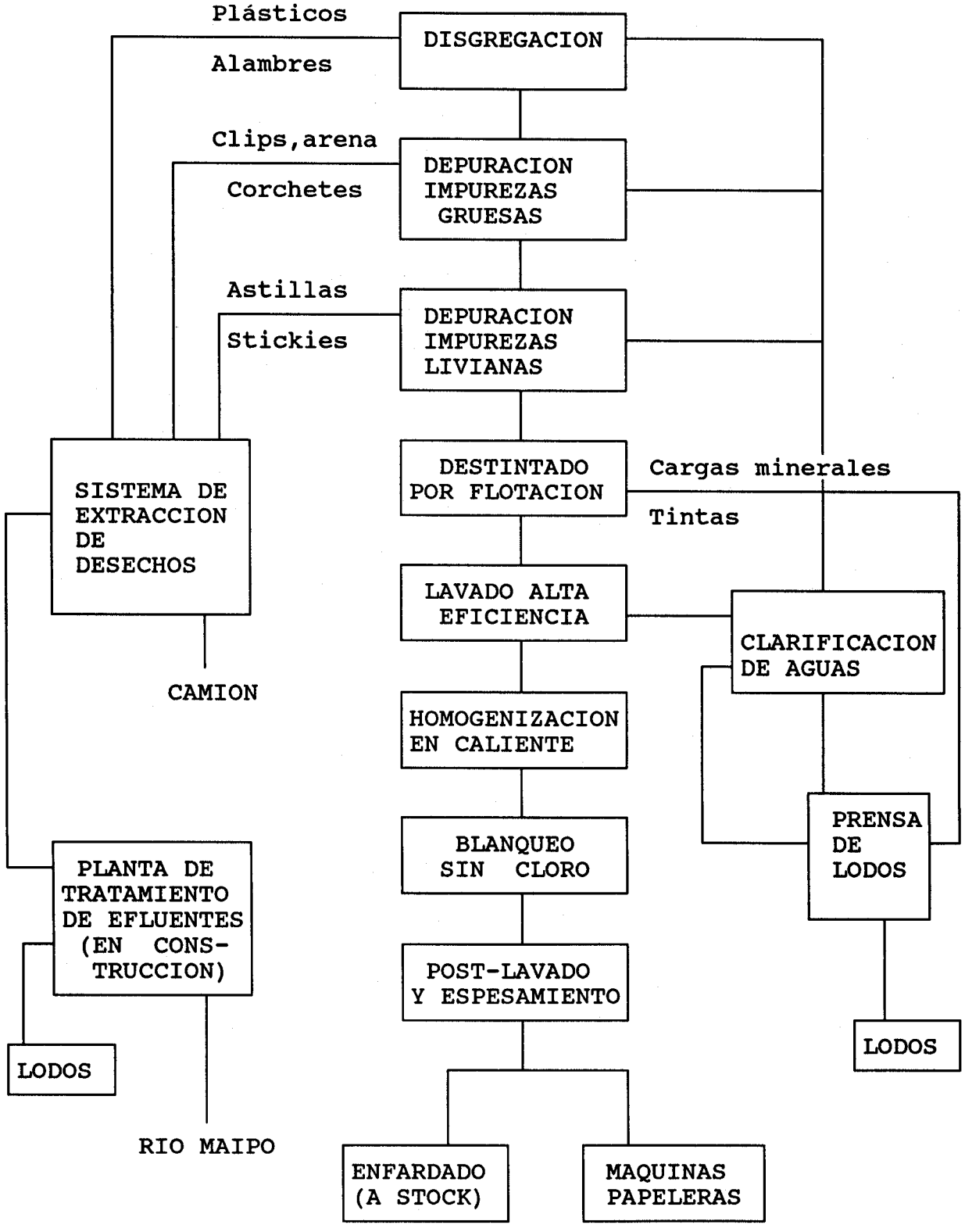
Para eliminar las cargas minerales y los finos de las aguas provenientes de la etapa de lavado. Esto se logra inyectando microburbujas de aire al agua, las que arrastran hasta la superficie del clarificador los sólidos disueltos en el agua, formando una capa de lodos. Estos se extraen mecánicamente para ser prensados y apilados en el patio de lodos.

Las etapas h) e i) no pertenecen al proceso de tratamiento del papel, propiamente tal, sino que responden al objetivo de recuperar los productos químicos y purificar las aguas residuales.

El proceso descrito corresponde a un proceso completo de tratamiento de papel, es decir, la pasta es blanqueada totalmente. Sin embargo, existe un tipo de tratamiento incompleto que consiste en realizar sólo un lavado parcial, es decir, las tres primeras etapas del proceso. De este último, se obtiene la pasta de celulosa reciclada para la fabricación de cartón corrugado y papel de inferior calidad, pero de gran uso comercial para ciertos productos.

Figura 2

DIAGRAMA DE PRODUCCION DE LA PLANTA DE PASTA DE PAPEL RECICLADO DEL AREA TISSUE DE CMPC, FABRICA DE PUENTE ALTO



III. EVALUACION TECNICO ECONOMICA DIFERENCIAL DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS DE PAPEL

La evaluación económica que se llevará a cabo analizará el efecto económico (ahorro) producido por la sustitución de pulpa de celulosa virgen por pulpa reciclada en la fabricación de papel. Por lo tanto, el proyecto a evaluar corresponde a la incorporación de una planta de tratamiento de desechos de papel.

La utilización de pulpa reciclada, obtenida a través de un proceso de tratamiento de desechos de papel, representa un ahorro pues es más barata que la pulpa virgen.

Para efecto de la evaluación diferencial, el precio de la pulpa reciclada se calculará como el costo marginal de producirla, es decir, igual al precio de compra del papel de desecho, más el costo de tratamiento de este papel hasta su transformación en pulpa. Por otra parte, la utilización de pulpa en el proceso de fabricación de papel también conlleva costos relacionados con la inversión necesaria para la planta de tratamiento y su operación.

Los ahorros de energía eléctrica y consumo de agua mencionados en la primera parte de este caso, se producen al inicio del proceso de fabricación de la pulpa proveniente de celulosa virgen. Por lo tanto no se deben considerar en esta evaluación, pues la planta de tratamiento compra la pulpa de celulosa virgen ya tratada y con éste proceso incorporado en el precio.

Con respecto a los recortes de papel usado, el precio que alcanzan éstos en el mercado depende directamente del valor de la celulosa. Actualmente el precio pagado por una planta de tratamiento por esta materia prima corresponde a un 23% del valor de la celulosa[29] más US$50/ton adicionales de recargo que cobra la empresa dedicada al acopio y enfardamiento del papel de desecho.

Los costos operacionales a considerar tienen que ver con el empleo de productos químicos, mano de obra, vestimenta[30] y consumo de energía.

El rango en que se encuentran estos costos para una planta de 150 toneladas diarias, son presentados en el siguiente cuadro.

Cuadro 4

COSTOS DE TRATAMIENTO PARA PLANTA CON CAPACIDAD DE PRODUCCION 150 DE TON/DIA

Factores	Rango de costos	Costo promedio
	[US/TON]	[US$/TON]
Químicos	20 - 50	35
Mano de obra	5 - 6	5,5
Vestimenta	3 - 8	5,5
Energía	5 - 20	12,5

Fuente: Datos estimados y proporcionados por la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC), Area de Productos Tissue, Santiago de Chile, abril de 1993.

Los costos de tratamiento van a depender directamente del tipo de proceso empleado y, por otra parte, del tipo de recorte que se utilice. En la siguiente tabla se establecen los rangos de costos en que se incurre y las pérdidas[31] producidas en el proceso, según tipo de tratamiento:

Cuadro 5

PERDIDA Y COSTOS DE TRATAMIENTO, SEGUN TIPO DE PROCESO

Tipo de proceso	Pérdida %	Costos de tratamiento a/ [US$/TON]
Proceso incompleto	10	30 - 70
Proceso completo	30	70 - 150

Fuente: CMPC.
a/ Incluye la pérdida.

En relación a los montos de las inversiones para la instalación de alguna de estas plantas, se tiene lo siguiente.[32]

Cuadro 6

INVERSION NECESARIA SEGUN TAMAÑO DE PLANTA Y TIPO DE PROCESO

Tamaño de planta	Tipo de proceso [En millones de dólares]	
	Completo	Incompleto
Capacidad 60 TON/DIA	6	5
Capacidad 150 TON/DIA	9 - 12	7

De los montos de inversión aquí señalados, el 40% corresponde a la compra de equipos y el 60% restante a la construcción de edificios, montaje, motores, cañerías, etc. La vida útil asignada a la inversión es de 30 años.

Por lo tanto, basándose en la información señalada, se evaluarán tres alternativas, que se diferenciarán entre sí por los volúmenes de producción y por el precio de la celulosa virgen, determinante para establecer el ahorro en la compra de materia prima.

Las tres opciones a evaluar contarán con sistemas de tratamiento incompleto. Esto debido a que los niveles de inversión son inferiores y, por tanto, no se considerará la alternativa de una planta de tratamiento completo en esta etapa.

Cuadro 7

PRESENTACION DE ALTERNATIVAS A EVALUAR

Alternativas / Supuestos		ALT 1	ALT 2	ALT 3
Precio celulosa	US/TON	300	550	300
Capacidad de producción	TON/DIA	150	150	60

El motivo por el cual se ocupan dos precios para la celulosa virgen es debido a que existe en este momento una baja a nivel mundial en el precio de esta materia prima. Hace tres años el precio de la celulosa alcanzaba los US$800/ton, mientras que hoy sólo alcanza los US$300. Por lo tanto, se estableció un precio de

equilibrio de US$550[33] que fuera capaz de armonizar esta situación, pensando en que esta fenómeno no puede durar por mucho tiempo más.

A. ALTERNATIVA 1: CALCULO DE DATOS

1. Inversión (capital propio)

Para una planta de capacidad de 150 ton/día y proceso incompleto, la inversión necesaria asciende a US$7 millones.

2. Ingresos

Los ingresos que se generan son producto de la utilización de pulpa reciclada en reemplazo de pulpa proveniente de celulosa virgen.

El precio de la pulpa reciclada se estimará de acuerdo a su costo marginal de producción, es decir, el precio de compra del papel de desecho más su costo de producción directo. El precio de compra del papel de desecho (recorte) corresponde a un 23% del precio de la celulosa (actualmente US$300/ton), y las plantas de tratamiento lo compran con aproximadamente US$50/ton de recargo adicional. Por otra parte, el costo de la transformación del recorte en pulpa reciclada es de US$58,5/ton (ver ítem Egresos), por lo tanto, se tiene que el costo marginal de obtención de la pulpa reciclada es de US$177,5/ton.[34] Por lo tanto, si la pulpa virgen tiene un valor en el mercado actual de US$300/ton, se produce un ahorro de US$122,5/ton, es decir, US$4.777.500 al año.

3. Egresos

Compra de papel usado

Si el precio del recorte es un 23% de la celulosa más US$50/ton, entonces el gasto anual asciende a US$4.641.000.

Gastos operacionales

El monto de estos gastos se calcularán de acuerdo a los costos promedio por tonelada que se indican en el cuadro 4. Por lo tanto, para una producción anual de 39.000 toneladas (150 ton diarias y 260 días laborales), se tiene:

- Planilla de sueldos : US$ 214.500
- Gastos en vestimenta : US$ 214.500
- Gastos en químicos : US$1.365.000
- Gasto en energía : US$ 487.500

B. ALTERNATIVA 2: CALCULO DE DATOS

Esta alternativa sólo se diferencia de la anterior por el precio de la celulosa virgen. En este caso se utiliza un precio promedio de equilibrio de US$550/ton.

Por lo tanto, existe un mayor ahorro por concepto de compra de pulpa que asciende a US$12.285.000.

Por otro lado, aumenta el costo de compra del recorte a US$6.883.500.

C. ALTERNATIVA 3: CALCULO DE DATOS

1. Inversión (capital propio)

En este último caso se piensa en una inversión para un tamaño de planta de tratamiento de 60 ton/día, lo cual representa una inversión de US$5 millones.

2. Ingresos

Si se tiene un ahorro por compra de pulpa de US$122,5/ton y se producen 15.600 toneladas en el año, se generan ingresos que alcanzan los US$1.911.000.

3. Egresos

Con respecto al gasto producto de la compra de papel de desecho, éste asciende a US$1.856.400.

Haciendo el supuesto que los costos de tratamiento de la planta de 150 ton se mantienen para una planta de 60 ton diarias, se obtienen las siguientes cifras:

- Planilla de sueldos :US$ 85.800
- Gastos en vestimenta :US$ 85.800
- Gastos en químicos :US$546.000
- Gasto en energía :US$195.000

IV. RESULTADOS

Utilizando los criterios económicos del Valor Presente Neto (VPN) para una tasa de descuento de 15%, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación del Capital (R), los resultados que se obtienen para las alternativas evaluadas son los siguientes (ver Anexo 4):

Cuadro 8

RESULTADOS PARA LA EVALUACION ECONOMICA DEL RECICLAJE DE DESECHOS DE PAPEL

Criterio		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
VPN	US$	-13.047.060	6.483.588	-6.818.579
TIR	%	-45.6	37.7	-26.1
R	AÑOS	-	3	-

Se puede observar que en los precios actuales de la celulosa (US$300/ton), el proyecto de instalación de una planta de tratamiento de papel no es rentable económicamente. Sin embargo, cuando el precio de esta materia prima se eleva a un nivel de equilibrio de US$550/ton la rentabilidad del proyecto se hace positiva, alcanzando una TIR de 37.7%.

Es interesante notar que el costo de tratamiento por tonelada en cada una de las alternativas, alcanza los US$58,5 cifra que se encuentra dentro del rango para procesos con tratamiento incompleto, especificado en el cuadro 5.

Por último, como en el caso anterior, es importante visualizar una serie de beneficios ambientales asociados al reciclaje de desechos de papeles y cartones. Estos beneficios ya mencionados en la primera parte de este caso, sumado a proporcionar una fuente de trabajo independiente a un sector marginado de la sociedad, pone de manifiesto claramente las ventajas de esta actividad productiva. Aún cuando la alternativa de invertir en una planta de tratamiento de papel no es atractiva económicamente al precio actual de la

celulosa, se espera que en el corto plazo esta situación se revierta, elevando el precio de esta materia prima a un nivel de equilibrio.

V. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Del flujo de caja financiero de la alternativa 2 (Anexo 4) es posible observar que el beneficio económico positivo, suficiente para hacer rentable este proyecto en este escenario, está directamente relacionado con el precio de la celulosa y con el ahorro producido al pagar un menor precio por la pulpa reciclada.

Es por este motivo que la relación porcentual existente entre el papel de desecho y la celulosa es importante para la rentabilidad del proyecto. Habíamos dicho que en la actualidad este porcentaje era de un 23%.

Haciendo una sensibilización de esta variable (ver Anexo 5) y observando como se comporta el VPN y la TIR para la alternativa 2, se obtuvo lo siguiente:

Cuadro 9

ALTERNATIVA 2: ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL COSTO DEL PAPEL DE DESECHO

Porcentaje con respecto al costo de la celulosa	VPN	TIR
[%]	[US$]	[%]
25	3.300.815	26,8
27	118.043	15,4

En el Cuadro 9 se observa que a medida que aumenta el precio del papel usado con respecto al de la celulosa, el VPN y la TIR disminuyen claramente.

Es decir, para la Alternativa 2 (planta de tratamiento de 150 ton/día, proceso incompleto, precio de la celulosa de US$550/ton) el precio máximo que puede alcanzar el papel de desecho no puede sobrepasar el 27% del valor de la celulosa virgen (US$149/ton), pues a partir de ese momento el proyecto alcanza tasas internas de retorno inferiores al 15%, que es la tasa que el capital podría rendir en otra alternativa de inversión. Es decir, el valor máximo que la planta de tratamiento está dispuesta a pagar por el papel de desecho es US$199/ton (550*0,27+50).

Por otra parte, se puede observar que las alternativas 1 y 3 no son rentables económicamente en las condiciones actuales. Por lo tanto, se sensibilizará la variable **precio de la celulosa**, puesto que el precio del recorte (23% de la celulosa) se encuentra en un nivel difícil de reducir.

Cuadro 10

ALTERNATIVA 1: ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL PRECIO DE LA CELULOSA

Precio de la celulosa	VPN	TIR
[%]	[US$]	[%]
360	-6.363.238	-10,6
418	97.789	15,4

Se puede establecer que el precio mínimo que la celulosa debe alcanzar para que una planta de tratamiento de 150 ton/día, proceso incompleto, sea rentable es de US$418/ton. En este punto, la TIR sobrepasa la tasa de descuento de 15%.

Cuadro 11

ALTERNATIVA 3: ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL PRECIO DE LA CELULOSA

Precio de la celulosa	VPN	TIR
[%]	[US$]	[%]
380	-3.253.874	-2.7
454	43.478	15,2

En este caso -planta de tratamiento de 60 ton/día- se observa que el precio mínimo que la celulosa debe alcanzar para hacer el proyecto rentable es de US$454/ton.

Por otra parte, de las alternativas 1 y 3 se puede establecer la existencia de economías de escala, puesto que en iguales condiciones, la alternativa 1 se hace rentable a un precio de la celulosa más bajo que el necesario para hacer rentable el proyecto de la alternativa 3. Es decir, el mismo proyecto es más ventajoso con un tamaño de planta superior.

ESTUDIO DE CASO 3

EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS PLASTICOS

I. INTRODUCCION

En la actualidad se producen grandes cantidades de productos plásticos, siendo recicladas cantidades muy pequeñas de los desechos generados. En 1990 en Europa Occidental se alcanzó la cifra de 23%,[35] mientras que en los países latinoamericanos este porcentaje era ínfimo.

Se debe notar que el consumo de materiales plásticos en América Latina es mucho menor y la mayoría se elabora de materia prima importada, pero su uso está en rápido aumento.

Sin embargo, no debe temerse en forma excesiva el aumento del consumo de los plásticos, siempre y cuando se mantengan bajo control los desechos generados por ellos. Según un estudio del Franklin Research Institute, el empleo de algunos materiales plásticos reduce el impacto ambiental que implica el uso de materiales alternativos. Tal es el caso de un estudio realizado sobre 1.000 bolsas plásticas de supermercado en relación a la misma cantidad en bolsas de papel. Los resultados son los siguientes:

Cuadro 12

REDUCCION DE IMPACTO AMBIENTAL A TRAVES DEL USO DE BOLSAS PLASTICAS EN COMPARACION AL USO DE BOLSAS DE PAPEL

Parámetro		Papel	Plástico
Peso	Kg	54,5	8,5
Volumen	veces	11,0	1,0
Petróleo equivalente	Kg	47,0	32,0
Emisiones al aire	veces	2,6	1,0
Descargas al agua	veces	13,0	1,0

Fuente: Rebolledo, Antonio, "La industria y el reciclaje de plásticos", documento presentado en el Seminario de Materiales Plásticos y su Impacto Ambiental, Universidad de Chile, IDIEM, Santiago de Chile, mayo 1992.

Por otra parte, según el Instituto Alemán de los Plásticos, si reemplazamos los envases plásticos por materiales alternativos, se tendría el siguiente escenario en relación a la generación de desechos:

Cuadro 13

AUMENTO EN LA GENERACION DE BASURAS POR EL EMPLEO DE MATERIALES ALTERNATIVOS AL PLASTICO

Parámetro	Porcentaje
Cantidad de basura generada	= (+) 404%
Peso de basura generada	= (+) 256%
Energía para producir envases	= (+) 201%
Costo de los envases	= (+) 212%

Fuente: Rebolledo, Antonio, op. cit.

Desde otro punto de vista, las resinas que dan origen a los plásticos, en su mayoría provienen del petróleo y sus subproductos, por lo tanto, a medida que aumenta el precio de éstos también lo hacen las materias primas del plástico. Se han podido observar aumentos de precios constantes durante los últimos años, reflejando escaseces futuras de fuentes de energía y materia prima.

Este es el motivo por el cual la alternativa de reciclar o reutilizar los desechos plásticos es una opción definitivamente ventajosa desde el punto de vista ambiental y una perspectiva interesante desde la óptica económica.

Los plásticos, en su forma básica, se producen como polvos, gránulos, líquidos y soluciones. La aplicación de calor y presión a estos materiales primarios produce los cotidianos productos de la vida diaria.

En términos generales los plásticos pueden dividirse en dos categorías: termoplásticos y termoestables. En lo que a reciclaje se refiere, los dos grupos exhiben características específicas.

Los termoestables son ampliamente usados en aplicaciones técnicas, tales como la electrónica y el mercado automotriz. Debido a que no responden bien a los métodos de remoldeado térmico usados en el reciclado de los termoplásticos, el reciclado de los termoestables es a través de procesamiento químico o molido. Usualmente no se practica por su elevado costo.

Los termoplásticos, en cambio, son relativamente fáciles de reciclar, debido a su estructura polímera. La mayoría de los materiales de empaque caen en esta categoría y usualmente son

producidos a partir de termoplásticos comunes, tales como polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), polietileno tereftalato (PET), polipropileno (PP), poliestireno cristal y alto impacto (PS y PAI, respectivamente) y cloruro de polivinilo (PVC).[36]

Los termoplásticos reciclables de mayor uso común son el polietileno, el polipropileno y el poliestireno alto impacto (PAI). Ejemplos de ello son:

- Polietileno: Bolsas plásticas de supermercados y tiendas en general.
- Polipropileno: Bolsas de camisas de hombre, sacos de papas, mallas de limones, conos textiles, algunos envases de productos lácteos, etc.
- Poliestireno alto impacto: Envases de cassatas de helado, vasos de café y bebidas, algunas peinetas, etc.
- Polietileno tereftalato: Envases de gaseosas.

Para el reciclaje de residuos domésticos de plástico se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

i) Las posibilidades de reciclaje de un material plástico van a depender de algunas características iniciales de fabricación y de las condiciones finales en que éste se encuentre al ser depositado como desecho; es decir, si la composición es única o es una mezcla de más de una resina, color, tipo de impresión, uso al que estuvo sometido (por ejemplo, como envase, expuesto al sol, etc), humedad, etc.

ii) Otro de los aspectos que debe tenerse en cuenta es la existencia de la infraestructura necesaria para los procesos anteriores al reciclaje, tales como, capacidad de recolección de los desechos plásticos, selección y limpieza.

iii) Por último, la tecnología debe evolucionar para adaptarse a las exigencias del reciclaje de desechos domiciliarios, pues éstos últimos presentan características finales distintas a las presentadas por los desechos industriales.

Cada uno de estos aspectos son básicos para el éxito del reciclaje a nivel de desechos domiciliarios; sin embargo, es muy importante que esta actividad pueda ser apoyada por políticas adecuadas de gestión de desechos municipales que incentiven su desarrollo. Por ejemplo, una normativa que oblige a diferenciar los plásticos por tipo de resina para facilitar su clasificación final, programas de difusión para crear hábitos de separación de desechos en los hogares y leyes que obligen a la industria a ocupar porcentajes de material reciclado en la fabricación de sus productos. De esta forma, sería posible elevar la demanda por material reciclado, lo cual incentivaría un mayor desarrollo

tecnológico que permita la obtención de un material de gran calidad que lo haga competitivo con la materia prima virgen.

El proceso de reciclaje que se describirá a continuación será para desechos plásticos de polietileno de baja densidad (PEBD), esto debido a que constituye el material más abundante dentro de los residuos domicilarios y a que existe la tecnología disponible para este proceso.

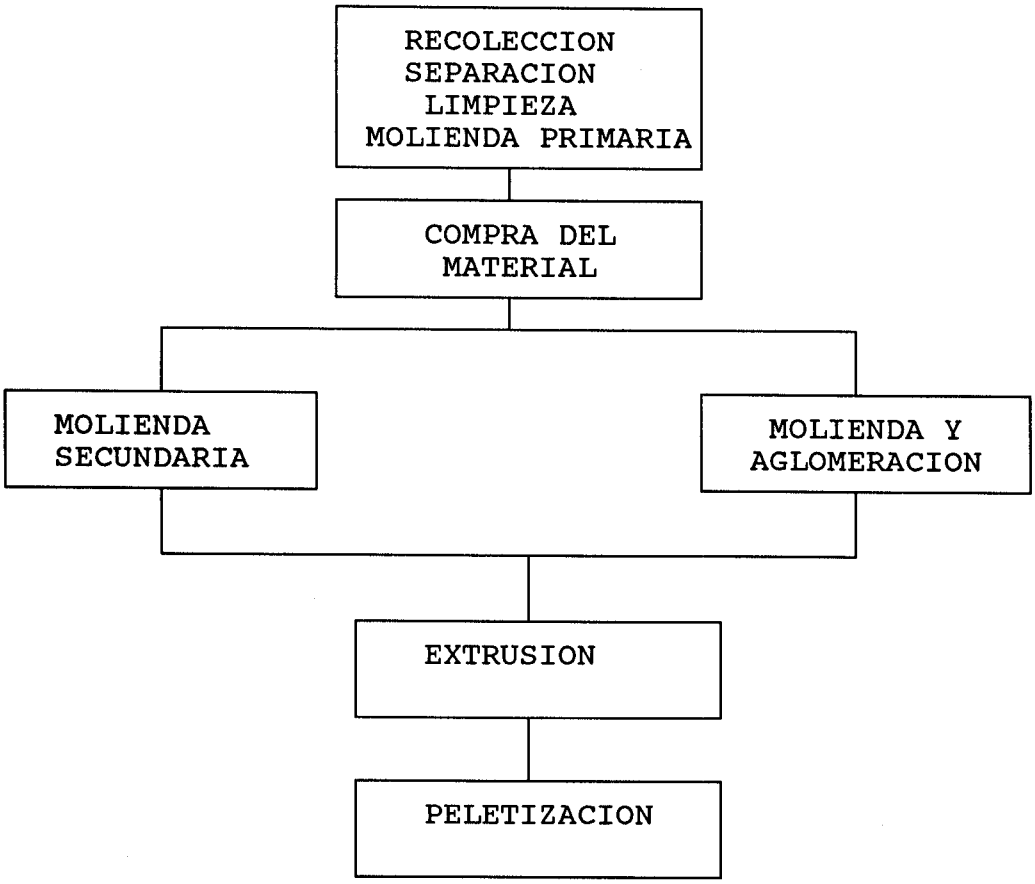
II. DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS PLASTICOS DE PEBD

El reciclaje, al igual que la reutilización, requiere de procesos previos de recolección, selección y limpieza antes de ser vendido a la industria recicladora para su posterior transformación. Estos procesos pueden ser asumidos por empresas especialmente dedicadas a esta actividad, quienes además someten los desechos a un proceso primario de molienda para disminuir el volumen y, por ende, los gastos de transporte.

El esquema del proceso productivo del reciclaje es como sigue:

Figura 3

FLUJO DE PROCESO DE RECICLAJE DE PLASTICO



Las diferentes etapas necesarias para el reciclaje de desechos plásticos domésticos se explican a continuación.[37]

a) Recolección, separación, limpieza y molienda primaria

Estos procesos se llevan a cabo a través de un sistema similar al empleado para la recuperación de desechos de papel o vidrio, es decir, a través de recuperadores callejeros que los venden a empresas intermediarias de acopio. Los desechos recolectados deben ser clasificados por tipo de resina, color, etc., para posteriormente, ser molidos y vendidos a las empresas recicladoras. Esta tarea se facilita enormemente en aquellos países que han incorporado a los plásticos la codificación internacional desarrollada por The Society of the Plastics Industry Inc (SPI) de los Estados Unidos.

Una vez que los materiales pasan los procesos descritos en el punto a) son adquiridos por la empresa recicladora, la cual decide, dependiendo de la calidad del material, si éste pasa directamente al proceso de molienda secundaria-extrusión-peletización o si es necesario aglomerarlo antes de extruirlo.

b) Molienda secundaria

La molienda secundaria se lleva a cabo por trabajo mecánico, aplicando fuerzas de tensión, compresión y corte. Para esto se utilizan molinos (que trituran), martillos, etc. Según el polímero a tratar se elegirá la máquina más apropiada para reducirlo a pequeños fragmentos.

Molienda secundaria y aglomeración

El proceso de aglomeración sólo es necesario realizarlo sobre material plástico con mucha impresión de colores. Esto se debe a que la tinta produce efectos negativos sobre el proceso y la calidad final del material; sin embargo al aglomerarlo, es posible eliminar gran cantidad de las tintas y solventes impregnadas en el plástico.

El proceso consiste en aplicar calor al material molido hasta fundirlo y convertirlo en una masa, luego se agrega agua lo que, finalmente, produce un enfriamiento súbito que convierte la masa en pequeños gránulos. El proceso de aglomeración permite la obtención de un material más pesado, con mayor rendimiento en máquinas, pero de menor calidad final (menores características técnicas).

c) Extrusión

La extrusión permite fundir el material, homogenizar la masa fundida, limpiar el material mediante un filtrado a la salida de la extrusora y añadir los aditivos necesarios para mejorar la propiedad del material reciclado.

Con la extrusión se obtiene un "spaghetti" debido al paso de la masa por el filtro. Posteriormente éste se solidifica al pasar por la piscina de enfriamiento.

d) Pelletización

El "spaghetti" sólido obtenido en el proceso anterior pasa por un molinillo o peletizadora en donde es cortado en pequeños pedazos para poner fin al proceso.

La eficiencia en el proceso de recuperación es de un 97%, es decir, se produce sólo un 3% de merma, debido principalmente a las pérdidas producidas en el filtro de la extrusora.

III. EVALUACION ECONOMICA DIFERENCIAL DEL PROCESO DE RECICLAJE MECANICO DEL PLASTICO

El caso a estudiar corresponde a una fábrica de productos plásticos que desea ampliar su producción a través del reciclaje de desechos domésticos de plástico. El material a reciclar corresponde a polietileno de baja densidad (PEBD), presente en la basura domiciliaria a través de bolsas de todo tipo. Por lo tanto, se hará la evaluación económica marginal de la fabricación de pellet a partir de bolsas plásticas de PEBD, para lo cual es indispensable la adquisición de una máquina recuperadora y otros equipos que se detallarán más adelante.

Los elementos que componen la línea de recuperado son:

- 1 Extrusora 100 mm con motor principal de 40 HP y un calefactor de 30 KW
- 1 Subextrusor de 100 mm con motor de 15 HP y calefactor de 12 KW
- 1 Piscina de enfriamiento
- 2 Cambia filtro automático hidráulico
- 1 Forzador tolva
- 1 Molino cortador (pelletizador) de 5 HP

Elementos tales como el forzador tolva se encuentran a la entrada de la máquina recuperadora y su función es permitir el ingreso uniforme del material plástico al tornillo del subextrusor. A su vez, el subextrusor tiene por función principal la desgasificación de los materiales impresos y/o húmedos, homogenizar, fundir y filtrar la mezcla para su paso a la extrusora principal donde se somete a una segunda etapa de homogenización, filtrado y limpieza.

Esta configuración corresponde al modelo SE/WR100CD con una capacidad de producción nominal de 280-300 kg/hr, sin embargo, el rendimiento real de la recuperadora depende de la forma en que ingresa el material molido o aglomerado. Este modelo es capaz de procesar PE (polietileno de alta y baja densidad), PP (polipropileno) y PAI (poliestireno alto impacto).

Por otro lado, el valor de la materia prima, es decir, desechos plásticos domésticos, y el precio de venta del pellet para estos tres tipos de resinas son presentados en el siguiente cuadro:

Cuadro 14

PRECIOS DE COMPRA Y VENTA DEL PLASTICO EN EL MERCADO

	PEBD [US$/KG]	PEAD [US$/KG]	PP [US$/KG]	PS [US$/KG]
Precio de compra del desecho[a/]	0.2	0.2	0.175-0.125	0.15
Precio de venta del pellet	0.5	0.6	0.625- 0.5	0.75-0.8

Fuente: Datos proporcionados por FOSKO Ltda.
a/ Se debe notar que el precio de compra del material de desecho de PEBD representa el 40% del precio de venta del material reciclado (pellet).

Sin embargo, como se señaló anteriormente, para efectos de este estudio sólo se trabajará con el PEBD.

En resumen, la alternativa a evaluar es:

Cuadro 15

ALTERNATIVA A EVALUAR

	Alternativa 1
Número de recuperadoras	1
Capacidad nominal de producción [KG/HR]	280-300
Capacidad real de producción aglomerado [KG/HR]	250
Capacidad real de producción molido [KG/HR]	150-175
Capacidad real total diaria [KG/HR]a/	184,4
Capacidad real total mensual [TON/MES]b/	94,4

a/ Suponiendo que se produce con un 25% de material aglomerado y con un 75% de material molido.

b/ Se trabaja en tres turnos, desde las 7:30 del lunes a 15:30 del sábado, es decir, un total de 128 horas semanales, lo cual implica 512 horas mensuales.

CALCULO DE DATOS DE LA EVALUACION ECONOMICA

1. Inversión (capital propio)

La inversión en maquinaria necesaria para un volumen de operación estimado en 94,4 ton/mes (precios no incluyen IVA), es la siguiente:

- 1 balanza industrial	US$ 1.094
- 1 molino	US$ 9.000
- 1 aglomerador	US$ 4.750
- 1 Línea de recuperado, modelo SE/WR100CD	US$ 76.912
- 1 máquina de coser sacos	US$ 750
	US$ 92.506

La vida útil de la maquinaria se estima en 5 años.

Los requerimientos de personal, por turno, son los siguientes: molino (2 personas), aglomerador (1 persona), recuperadora (2 personas), por lo tanto, son necesarias 15 personas diarias para la planta de producción. Por otra parte, los requerimientos de

personal administrativo y de bodega son: bodega (4 personas), 1 secretaria y un administrador o jefe de planta.

Por otra parte, la inversión necesaria para equipar al personal de la fábrica con equipos de seguridad industrial[38] asciende a $40.000 por persona. Si trabajan 20 personas en la planta de producción, es necesaria una inversión de US$2.000.

2. Ingresos

El ingreso obtenido producto de la fabricación y venta de 94,4 ton/mes de pellet de PEBD, alcanza el valor de US$47.200/mes, es decir, US$566.400 al año.

3. Egresos

Arriendo

El gasto por concepto del arriendo de un galpón industrial de 2.000 m^2, instalación trifásica, es de aproximadamente US$45.000 al año.

Costo patente

Anualmente se deben cancelar US$7.500/año por concepto de patentes y permisos municipales.

Compra de materia prima

El modelo cotizado corresponde a una línea de recuperado con una capacidad de producción real aproximada de 94,4 ton/mes de PEBD (molido y aglomerado). Por lo tanto, si existe una merma de 3% en el proceso es necesario adquirir 97 ton/mes a US$0,2/ton (40% del precio de venta del material reciclado); esto implica un gasto, por concepto de compra de materia prima, de US$233.357 al año.

Gasto transporte

Se deben transportar 97 toneladas mensuales de materia prima de reciclado desde el centro de acopio hasta la planta recicladora, si se tiene que un camión cobra US$75 diarios por el transporte de 10 toneladas, se obtiene un gasto por concepto de transporte que asciende a US$750 mensuales, es decir, US$9.000 al año.

Por otra parte, la empresa debe entregar el pellet a la industria plastiquera para lo cual también debe asumir el flete de las 94 ton/mes de ventas, esto implica otros US$9.000/año.

Sueldos personal de la planta

La operación del molino, aglomerador y la recuperadora necesitan de 5 personas por turno. Si cada uno tiene un salario de US$375 mensuales, se tiene un costo por salario de US$67.500 al año.

Sueldos personal bodega y administrativos

El personal de bodega a cargo de recibir, pesar y descargar el material plástico debe ser de tres personas que reciban un sueldo mensual de US$250, es decir, el gasto anual asciende a US$9.000. Por otra parte, es necesario un operario a cargo de coser los sacos y funciones complementarias por lo cual reciba un sueldo de US$250/mes, es decir, US$3.000.

Por otra parte, la administración de este lugar debe estar a cargo de un jefe de planta y una secretaria. Si la secretaria recibe un sueldo de US$500/mes y el administrador de US$750/mes, el gasto anual se eleva a US$15.000.

Gastos en mantención e insumos

La mantención mensual de esta maquinaria implica: cambio de aceite, cambio de cuchillos de la pelletizadora y molino, calefactores, repuestos varios. El costo mensual debería ser en promedio de US$500, es decir, US$6.000 al año.

También es necesaria la mantención de los equipos de seguridad de los trabajadores. Si se reemplaza el 50% de los equipos de todo el personal cada año, se tiene un gasto de US$1.000 anuales.

En relación a los insumos necesarios, es decir, sacos e hilo para envasar el pellet, se tiene que cada saco cuesta US$0,5 y tiene una capacidad de 50 kg, es decir, se necesitarían 1.900 sacos mensuales (incluye un porcentaje de pérdida) o 22.800 anuales, por lo tanto, al año se gastarían US$11.400 por este concepto. En relación al hilo, el gasto anual no alcanza los US$175.

Gastos de agua y electricidad

El gasto de agua se estima en US$750/año y el gasto en electricidad en US$9.000/año.

IV. RESULTADOS

Utilizando los criterios económicos del Valor Presente Neto (VPN) para una tasa de actualización de 15%, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación del Capital (R), los resultados que se obtienen para la alternativa evaluada son los siguientes (ver Anexo 6):

Cuadro 16

RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO DE RECICLAJE DE DESECHOS DOMESTICOS DE PLASTICOS

Criterios		Alternativa
VPN	US$	272.087
TIR	%	126
R	AÑOS	1

Estos valores demuestran la rentabilidad económica positiva del proceso de reciclaje de desechos domésticos de plástico de PEBD.

El beneficio ambiental que trae consigo reciclar los desechos plásticos que día a día se vierten y acumulan en los vertederos no es del todo cuantificable económicamente. Sin embargo, es evidente que se producen ahorros en los costos de transporte y en el pago de tarifas por el ingreso de estos desechos a los lugares de depósito. Por otra parte, el reciclaje de residuos plásticos significa importantes ahorros para la industria plástica que tiene la alternativa de incorporar pellet reciclado en su producción y, por otra parte, se produce una menor presión sobre la explotación de recursos naturales.

El desarrollo de la industria recicladora de plástico permitirá reducir el volumen de estos materiales dentro de la basura doméstica, disminuyendo así el impacto ambiental de este material sobre la naturaleza.

V. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

En este caso se sensibilizará la variable **precio de venta del pellet reciclado** y se observará el comportamiento del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno. De esta forma se podrá establecer cúal es el precio mínimo que podría alcanzar el pellet reciclado, de modo que el proyecto siga siendo rentable. El precio actual de la materia prima virgen es de US$0,887/kg[39] y hoy en día, el pellet reciclado se castiga en un 30% del precio del material virgen, es decir, el fabricante de plástico no comprará material reciclado más allá de un precio de US$0,625/kg.

Los siguientes son los resultados obtenidos en la alternativa evaluada. El precio estimado actualmente para la venta de pellet reciclado es de US$0,5/kg. Se evaluará el mismo proyecto en los casos que éste baje su precio de manera de estimar el precio mínimo de venta de pellet reciclado que permita a las empresas recuperadoras una rentabilidad positiva (ver Anexo 7).

Cuadro 17

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL COSTO DE LA MATERIA PRIMA

Precio venta pellet recicladoa/	VPN	TIR
[US$/KG]	[US$]	[%]
0,45	189.570	95
0,40	107.052	63
0,34	8.031	19

a/ Se considera US$1=CH$400.

De este cuadro se puede observar que el precio mínimo de venta del pellet reciclado alcanza el valor de US$0,34/kg, es decir, CH$136/kg, pues a partir de este instante, la TIR se hace inferior a la tasa de descuento de 15%, que es la tasa alternativa del capital del inversionista.

CONCLUSIONES GENERALES

De los resultados de los tres casos analizados en este estudio, se puede concluir lo siguiente:

1. El reciclaje de residuos domésticos de vidrio, papel y plástico es técnica y económicamente viable

Hoy en día, con las condiciones de mercado prevalecientes en Chile, el reciclaje de vidrio y plástico alcanza rentabilidades positivas al evaluar marginalmente la incorporación de material de desecho en los procesos productivos de estas industrias. En el caso del papel, la situación es distinta, pues los precios internacionales de la celulosa han descendido hasta su nivel actual (US$300/ton) y se estima que se mantendrán invariables hasta fines de 1995. Mientras esta situación no cambie, las tasas de rentabilidad para inversiones destinadas a reciclar papel no serán favorables, como se indica en el análisis de sensibilidad respectivo.

2. Es importante tener en cuenta que en este estudio sólo se analiza la rentabilidad del proceso mismo de reciclaje de residuos domésticos, es decir, el proceso que comienza cuando la planta recicladora compra el material a las empresas intermediarias o centrales de acopio. Sin embargo, los procesos anteriores ya ejecutados por estas empresas -recolección, selección y limpieza- deben ser estudiados y evaluados cuidadosamente, pues son pieza fundamental de la infraestructura necesaria para el buen funcionamiento del reciclaje.

3. Por último, es necesario señalar y recalcar que la existencia de políticas de Gobierno que apoyen el reciclaje a través de mecanismos de incentivo económico, permitirá una mayor eficiencia que la lograda actualmente. A través de sistemas de incentivo se podrá disminuir la presión sobre los recursos naturales, motivar a las personas a separar sus desechos en el hogar, reducir el volumen de residuos que llegan a vertederos y alcanzar un mayor desarrollo tecnológico que eleve la calidad de los productos fabricados a partir de material reciclado, haciéndolos más competitivos y logrando, de esta forma, una mayor presencia de éstos en el mercado.

El reciclaje no es sólo una alternativa económica más para los inversionistas, también es uno de los principios fundamentales de la gestión adecuada de los residuos.

Notas

1/ Esta información corresponde a estadísticas de la Comuna de la Reina, proporcionadas por la Empresa ECOBAS S.A., que realiza la campaña de recolección selectiva y reciclaje para este Municipio.

2/ Andrés Astorga, Socio Director y Gerente General de la Empresa ECOBAS S.A.

3/ El Mercurio, Suplemento Ediciones Especiales: Envases y Etiquetas, Santiago de Chile, 10 de Abril de 1993, p. 6-7.

4/ El Mercurio, Suplemento Ediciones Especiales: Medio Ambiente, Santiago de Chile, 8 de abril de 1993, p.6.

5/ Este dato se obtiene considerando que un litro es equivalente a 0,26 galones americanos y además, tomando en cuenta que un kilo de Fuel Oil N° 6 corresponde aproximadamente a 0,98 litros.

6/ John Button, "How to be green", Friends of the Earth, 1989-1990, p. 116.

7/ Polanco, María del Carmen, "El reciclaje del vidrio: Una estrategia de Owens Illinois de Venezuela", Vidrio Latinoamericano, diciembre 1992-febrero 1993, pp.22-25.

8/ PELDAR, Historia del reciclaje del vidrio en Colombia 1982-1990, 1991, p. 97.

9/ John Button, op. cit.

10/ John Button, op. cit.

11/ Información proporcionada por el señor Juan José Edwards, Gerente de Desarrollo y Marketing de Cristalerías Chile, Santiago de Chile, 8 de abril de 1993.

12/ El Diario Financiero, "Vidrio: Con ventajoso reuso", Santiago de Chile, 10 de diciembre de 1991, p. 23.

13/ Castro G., Orlando, "Análisis financiero, económico y social", Banco Centroamericano de Integración Económica, San josé de Costa Rica, 1991.

14/ Los desechos de vidrio provenientes de desechos industriales propios y de clientes no necesitan del proceso de limpieza y lavado, por lo tanto, no se consideran dentro de los requerimientos de capacidad para la adquisición de cintas transportadoras.

15/ El precio pagado por Cristralerías Chile en el año 1992 fue entre Ch$15 y Ch$20 a los proveedores de vidrio provenientes de recolectores callejeros. Este precio es inferior al pagado por los desechos industriales de clientes por encontrarse sucio y con mezcla de colores.

16/ Este valor se obtiene considerando que el precio del Fuel Oil Nº 6 es de Ch$76,5 por kilo. (Información proporcionada por COPEC en abril de 1993).

17/ Cargo fijo mensual por KW/hr trifásico es de Ch$36,84. (Información proporcionada por Chilectra Metropolitana).

18/ Akerman, Maurio (Ingeniero de la Compañia Vidraria Santa Marina, especialista en elaboración de vidrio), Projeto Reciclagem, Sao Paulo, Brasil, mayo 1992, año 3, Número especial.

19/ Gutiérrez, José María Hermana, "El reciclaje de papel, una exigencia", Revista Residuos, Madrid, junio 1992.

20/ Recolección de papel usado versus consumo aparente de papel (producción papel + importaciones - exportaciones).

21/ Gutiérrez, José María Hermana, op. cit.

22/ Button, John, op. cit.

23/ Silva, Mauricio, "Reciclaje del papel", Revista ECO XXI, Santiago de Chile, Año 1, Número 2, 1992, p. 19.

24/ Button, John, "How to be green" ..., op. cit. y "O mercado tradicional da reciclagem de papel", Projeto Reciclagem, Sao Paulo, mayo 1992, Año 3, Número Especial.

25/ Button, John, op. cit.

26/ Silva, Mauricio, op. cit.

27/ Virtanen, Yrjo y Nilsson, Sten, "Some Environmental Policy Implications of Recycling Paper Products In Western Europe", Executive Report 22, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, julio 1992.

28/ Información entregada por el Departamento de Ingeniería de Procesos de la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC), Area Productos Tissue, Santiago, Chile, enero de 1992.

29/ Chacón, Mauricio (Gerente de SOREPA), Información entregada en el seminario "Santiago, cómo vamos 1993".

30/ Estos costos se refieren a los gastos en que se incurre por el desgaste normal de elementos en el produceso productivo; por ejemplo, mallas, canastillas, etc. Depende del tipo de proceso, si es completo o incompleto.

31/ Esta pérdida se refiere a fibra en mal estado y a la presencia de elementos contaminantes tales como polvo, corchetes, scotch, plásticos, etc.

32/ Según estimaciones de la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC) el tamaño de planta mínimo rentable es de 40 ton/día.

33/ Precio de equilibrio establecido por la CMPC.

34/ Costa marginal pulpa reciclada = 0.23*300+50+58,5 = 177.5.

35/ Naciones Unidas, Comisión Económica para Europa, "Management of plastics wastes in the ECE Region", ECE/CHEM/87, p. 24, Nueva York, 1992.

36/ Ibid, p. 6.

37/ Jorquera, Patricio, "Reciclado de plásticos", documento presentado en el Seminario de materiales plásticos y su impacto ambiental, organizado por la Universidad de Chile, IDIEM, Santiago, Chile, mayo 1992, y entrevista a la señora Patricia Lillo, Gerente de Operaciones de INDUSAC.

38/ Incluye: casco, botas, zapatos de seguridad, guantes, mascarillas, filtros, protectores de oídos y ropa (chaqueta y pantalón).

39/ Precio a septiembre de 1993. Información otorgada por Dow Química Ltda..

ANEXO 1

CRITERIOS ECONOMICOS PARA LA TOMA DE DECISION DE INVERSIONES

CRITERIOS ECONOMICOS PARA LA TOMA DE DECISION DE INVERSIONES[1/]

Un proyecto es rentable si al final de su vida útil el valor capitalizado del flujo de beneficios netos es mayor que cero, y si estos fondos se capitalizan haciendo uso del tipo de interés pertinente para el inversionista. En otras palabras, el proyecto se justifica sólo si la riqueza que puede acumularse al final de su vida útil, es mayor que la que se puede obtener al final del mismo período, invirtiendo las sumas correspondientes en la alternativa que rinde el interés utilizado para capitalizar el flujo de ingresos netos generados por el proyecto en cuestión. Esta "regla de decisión" es correcta y universalmente aceptada. Sin embargo, la formulación más conocida de esta regla en términos del **valor actual** o **valor presente** de flujo de beneficios netos.

VALOR PRESENTE NETO (VPN)

Una inversión es rentable sólo si el valor actual o valor presente del flujo de beneficios que genera es positivo, cuando éstos se actualizan haciendo uso de la tasa de interés pertinente para el inversionista. Este valor actual mide, en moneda de hoy, cuánto más rico es el inversionista por invertir en el proyecto en lugar de hacerlo en la alternativa que rinde la tasa de descuento.

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{BNi}{(1 + r)^t}$$

t=período
r=tasa de interés

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de retorno es aquella tasa de interés que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos.

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{BNi}{(1 + r)^t} = 0$$

t=período

1/ Fontaine, Ernesto, Evaluación Social de Proyectos, Ediciones Universidad de Chile, Santiago, Chile, 1981, pp. 57-73.

Por lo tanto, la regla de decisión dice que es conveniente realizar la inversión cuando la tasa de interés es menor que la tasa interna de retorno (TIR), o sea, cuando el uso del capital en inversiones alternativas rinde menos que el capital invertido en este proyecto.

LA RAZON BENEFICIO VERSUS COSTOS (B/C)

La regla dice que debe hacerse la inversión sólo si la razón entre los valores actuales de los beneficios versus los valores actuales de los costos es mayor que la unidad; o sea, sólo si los beneficios son mayores que los costos.

$$\frac{VAB}{VAC} > 1$$

PERIODO DE RECUPERACION DEL CAPITAL (R)

El método del "período de recuperación" es simple y fácil de entender. Utilizado por sí sólo puede llevar a decisiones erróneas. Sin embargo, arroja información que es útil en determinadas circunstancias.

El período de recuperación mide el número de años requeridos para recuperar el capital invertido en el proyecto. Por ejemplo, un proyecto con $100 de inversión que rinde $20 por año tiene un período de recuperación de cinco años; si rinde $25 el R será sólo de cuatro años. El segundo proyecto es preferible al primero si la anualidades fueran permanentes. Es obvio, sin embargo, que el primero será mejor en la práctica que el segundo si acaso la anualidad de $20 es para siempre, mientras que la de $25 es por sólo cuatro o cinco años.

ANEXO 2

FLUJOS DE CAJA FINANCIERO PARA EL CASO DEL RECICLAJE DE DESECHOS DE VIDRIO

ALTERNATIVA 1
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE VIDRIO EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
AHORRO DE COMBUSTIBLE DE 35 KG/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro de combustible		76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141
Ahorro por compra de materia prima		142,188	142,188	142,188	142,188	142,188	142,188	142,188	142,188	142,188	142,188
Valor residual maquinaria											5,000
INGRESOS DE CAJA (+)		218,329	218,329	218,329	218,329	218,329	218,329	218,329	218,329	218,329	223,329
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:											
Cinta transportadora	10,000										
Seguridad industrial	1900										
Gastos operacionales en el lavado:											
Planilla de sueldos		85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500
Gastos energía eléctrica y agua		4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947
Gastos en mantención e insumos		2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
Depreciación		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
EGRESOS DE CAJA (-)	11,900	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(11,900)	124,432	124,432	124,432	124,432	124,432	124,432	124,432	124,432	124,432	129,432
Impuestos (15%)		18,665	18,665	18,665	18,665	18,665	18,665	18,665	18,665	18,665	19,415
BENEFICIO NETO	(11,900)	105,767	105,767	105,767	105,767	105,767	105,767	105,767	105,767	105,767	110,017
+ Depreciación		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
FLUJO DEL PROYECTO	(11,900)	106,267	106,267	106,267	106,267	106,267	106,267	106,267	106,267	106,267	110,517
VALOR PRESENTE NETO (15%):	454,330				TIR:	893%					

ALTERNATIVA 2
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DOMESTICOS DE VIDRIO EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
AHORRO DE COMBUSTIBLE: 117 KG/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro de combustible		254,530	254,530	254,530	254,530	254,530	254,530	254,530	254,530	254,530	254,530
Ahorro por compra de materia prima		142,188	142,188	142,188	142,188	142,188	142,188	142,188	142,188	142,188	142,188
Valor residual maquinaria											5,000
INGRESOS DE CAJA (+)		396,717	396,717	396,717	396,717	396,717	396,717	396,717	396,717	396,717	401,717
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:											
Cinta transportadora	10,000										
Seguridad industrial	1900										
Gastos operacionales en el lavado:											
Planilla de sueldos		85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500
Gastos en energía eléctrica y agua		4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947
Gastos en mantención e insumos		2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
Depreciación		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
EGRESOS DE CAJA (-)	11,900	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(11,900)	302,820	302,820	302,820	302,820	302,820	302,820	302,820	302,820	302,820	307,820
Impuestos (15%)		45,423	45,423	45,423	45,423	45,423	45,423	45,423	45,423	45,423	46,173
BENEFICIO NETO	(11,900)	257,397	257,397	257,397	257,397	257,397	257,397	257,397	257,397	257,397	261,647
+ Depreciación		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
FLUJO DEL PROYECTO	(11,900)	257,897	257,897	257,897	257,897	257,897	257,897	257,897	257,897	257,897	262,147
VALOR PRESENTE NETO (15%):	1,116,067				TIR:	2167%					

ANEXO 3

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA EVALUACION ECONOMICA DEL RECICLAJE DE VIDRIO CON RESPECTO AL PRECIO DE LA MATERIA PRIMA

ALTERNATIVA 1
SUPUESTO: Ahorro de $4/kg de desecho de vidrio comprado
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE VIDRIO EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
AHORRO DE COMBUSTIBLE DE 35 KG/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro de combustible		76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141
Ahorro por compra de materia prima		113,750	113,750	113,750	113,750	113,750	113,750	113,750	113,750	113,750	113,750
Valor residual maquinaria											5,000
INGRESOS DE CAJA (+)		189,891	189,891	189,891	189,891	189,891	189,891	189,891	189,891	189,891	194,891
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:											
Cinta transportadora	10,000										
Seguridad industrial	1900										
Gastos operacionales en el lavado:											
Planilla de sueldos		85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500
Gastos energía eléctrica y agua		4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947
Gastos en mantención e insumos		2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
Depreciación		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
EGRESOS DE CAJA (-)	11,900	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(11,900)	95,994	95,994	95,994	95,994	95,994	95,994	95,994	95,994	95,994	100,994
Impuestos (15%)		14,399	14,399	14,399	14,399	14,399	14,399	14,399	14,399	14,399	15,149
BENEFICIO NETO	(11,900)	81,595	81,595	81,595	81,595	81,595	81,595	81,595	81,595	81,595	85,845
+ Depreciación		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
FLUJO DEL PROYECTO	(11,900)	82,095	82,095	82,095	82,095	82,095	82,095	82,095	82,095	82,095	86,345
VALOR PRESENTE NETO (15%):	348,841				TIR:	690%					

ALTERNATIVA 1
SUPUESTO: Ahorro de $2/kg de desecho de vidrio comprado
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE VIDRIO EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
AHORRO DE COMBUSTIBLE DE 35 KG/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro de combustible		76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141
Ahorro por compra de materia prima		56,875	56,875	56,875	56,875	56,875	56,875	56,875	56,875	56,875	56,875
Valor residual maquinaria											5,000
INGRESOS DE CAJA (+)		133,016	133,016	133,016	133,016	133,016	133,016	133,016	133,016	133,016	138,016
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:											
Cinta transportadora	10,000										
Seguridad industrial	1900										
Gastos operacionales en el lavado:											
Planilla de sueldos		85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500
Gastos energía eléctrica y agua		4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947
Gastos en mantención e insumos		2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
Depreciación		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
EGRESOS DE CAJA (-)	11,900	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(11,900)	39,119	39,119	39,119	39,119	39,119	39,119	39,119	39,119	39,119	44,119
Impuestos (15%)		5,868	5,868	5,868	5,868	5,868	5,868	5,868	5,868	5,868	6,618
BENEFICIO NETO	(11,900)	33,251	33,251	33,251	33,251	33,251	33,251	33,251	33,251	33,251	37,501
+ Depreciación		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
FLUJO DEL PROYECTO	(11,900)	33,751	33,751	33,751	33,751	33,751	33,751	33,751	33,751	33,751	38,001
VALOR PRESENTE NETO (15%):	137,861				TIR:	284%					

ALTERNATIVA 1
SUPUESTO: Ahorro de $0,7/kg de desecho de vidrio comprado.
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE VIDRIO EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
AHORRO DE COMBUSTIBLE DE 35 KG/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro de combustible		76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141	76,141
Ahorro por compra de materia prima		19,906	19,906	19,906	19,906	19,906	19,906	19,906	19,906	19,906	19,906
Valor residual maquinaria											5,000
INGRESOS DE CAJA (+)		96,048	96,048	96,048	96,048	96,048	96,048	96,048	96,048	96,048	101,048
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:											
Cinta transportadora	10,000										
Seguridad industrial	1900										
Gastos operacionales en el lavado:											
Planilla de sueldos		85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500	85,500
Gastos energía eléctrica y agua		4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947
Gastos en mantención e insumos		2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
Depreciación		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
EGRESOS DE CAJA (-)	11,900	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(11,900)	2,150	2,150	2,150	2,150	2,150	2,150	2,150	2,150	2,150	7,150
Impuestos (15%)		323	323	323	323	323	323	323	323	323	1,073
BENEFICIO NETO	(11,900)	1,828	1,828	1,828	1,828	1,828	1,828	1,828	1,828	1,828	6,078
+ Depreciación		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
FLUJO DEL PROYECTO	(11,900)	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	6,578
VALOR PRESENTE NETO (15%):	725				TIR:	17%					

ANEXO 4

FLUJOS DE CAJA FINANCIERO PARA EL CASO DEL RECICLAJE DE DESECHOS DE PAPEL

ALTERNATIVA 1
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE PAPEL EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
PLANTA CON CAPACIDAD DE 150 TON/DIA, PROCESO INCOMPLETO, PRECIO CELULOSA US$300/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro por compra de materia prima		9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000
Ahorro de energía (50%)		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Ahorro en consumo de agua (15%)		28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906
Valor residual maquinaria											4,620,000
INGRESOS DE CAJA (+)		9,397,096	9,397,096	9,397,096	9,397,096	9,397,096	9,397,096	9,397,096	9,397,096	9,397,096	14,017,096
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:	7,000,000										
Compra de materia prima		2,691,000	2,691,000	2,691,000	2,691,000	2,691,000	2,691,000	2,691,000	2,691,000	2,691,000	2,691,000
Gastos operacionales del tratamiento:											
Planilla de sueldos		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gasto en electricidad		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Gasto en consumo de agua		163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800
Gastos en vestimenta		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en insumos		1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000
Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
EGRESOS DE CAJA (-)	7,000,000	5,241,323	5,241,323	5,241,323	5,241,323	5,241,323	5,241,323	5,241,323	5,241,323	5,241,323	5,241,323
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(7,000,000)	4,155,773	4,155,773	4,155,773	4,155,773	4,155,773	4,155,773	4,155,773	4,155,773	4,155,773	8,775,773
Impuestos (15%)		623,366	623,366	623,366	623,366	623,366	623,366	623,366	623,366	623,366	1,316,366
BENEFICIO NETO	(7,000,000)	3,532,407	3,532,407	3,532,407	3,532,407	3,532,407	3,532,407	3,532,407	3,532,407	3,532,407	7,459,407
+ Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
FLUJO DEL PROYECTO	(7,000,000)	3,765,740	3,765,740	3,765,740	3,765,740	3,765,740	3,765,740	3,765,740	3,765,740	3,765,740	7,692,740
VALOR PRESENTE NETO (15%)	11,191,367			TIR:	53.5%						

ALTERNATIVA 2
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE PAPEL EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
PLANTA CON CAPACIDAD DE 150 TON/DIA, PROCESO INCOMPLETO, PRECIO CELULOSA US$550/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro por compra de materia prima		16,516,500	16,516,500	16,516,500	16,516,500	16,516,500	16,516,500	16,516,500	16,516,500	16,516,500	16,516,500
Ahorro de energía (50%)		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Ahorro consumo de agua (15%)		28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906
Valor residual maquinaria											4,620,000
INGRESOS DE CAJA (+)		16,904,596	16,904,596	16,904,596	16,904,596	16,904,596	16,904,596	16,904,596	16,904,596	16,904,596	21,524,596
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:	7,000,000										
Compra de materia prima		4,933,500	4,933,500	4,933,500	4,933,500	4,933,500	4,933,500	4,933,500	4,933,500	4,933,500	4,933,500
Gastos operacionales de tratamiento:											
Planilla de sueldos		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en electricidad		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Gastos consumo de agua		163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800
Gastos en vestimenta		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en insumos		1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000
Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
EGRESOS DE CAJA (-)	7,000,000	7,483,823	7,483,823	7,483,823	7,483,823	7,483,823	7,483,823	7,483,823	7,483,823	7,483,823	7,483,823
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(7,000,000)	9,420,773	9,420,773	9,420,773	9,420,773	9,420,773	9,420,773	9,420,773	9,420,773	9,420,773	14,040,773
Impuestos (15%)		1,413,116	1,413,116	1,413,116	1,413,116	1,413,116	1,413,116	1,413,116	1,413,116	1,413,116	2,106,116
BENEFICIO NETO	(7,000,000)	8,007,657	8,007,657	8,007,657	8,007,657	8,007,657	8,007,657	8,007,657	8,007,657	8,007,657	11,934,657
+ Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
FLUJO DEL PROYECTO	(7,000,000)	8,240,990	8,240,990	8,240,990	8,240,990	8,240,990	8,240,990	8,240,990	8,240,990	8,240,990	12,167,990
VALOR PRESENTE NETO (15%)	30,722,014			TIR:	117.7%						

ALTERNATIVA 3
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE PAPEL EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
PLANTA CON CAPACIDAD DE 60 TON/DIA, PROCESO INCOMPLETO, PRECIO CELULOSA US$300/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro por compra de materia prima		3,603,600	3,603,600	3,603,600	3,603,600	3,603,600	3,603,600	3,603,600	3,603,600	3,603,600	3,603,600
Ahorro de energía (50%)		143,676	143,676	143,676	143,676	143,676	143,676	143,676	143,676	143,676	143,676
Ahorro en agua (15%)		11,562	11,562	11,562	11,562	11,562	11,562	11,562	11,562	11,562	11,562
Valor residual maquinaria											3,300,000
INGRESOS DE CAJA (+)		3,758,838	3,758,838	3,758,838	3,758,838	3,758,838	3,758,838	3,758,838	3,758,838	3,758,838	7,058,838
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:	5,000,000										
Compra de materia prima		1,076,400	1,076,400	1,076,400	1,076,400	1,076,400	1,076,400	1,076,400	1,076,400	1,076,400	1,076,400
Gastos operacionales del tratamiento:											
Planilla de sueldos		85,800	85,800	85,800	85,800	85,800	85,800	85,800	85,800	85,800	85,800
Gastos en electricidad		143,676	143,676	143,676	143,676	143,676	143,676	143,676	143,676	143,676	143,676
Gastos consumo de agua		65,520	65,520	65,520	65,520	65,520	65,520	65,520	65,520	65,520	65,520
Gastos en vestimenta		85,800	85,800	85,800	85,800	85,800	85,800	85,800	85,800	85,800	85,800
Gastos en insumos		546,000	546,000	546,000	546,000	546,000	546,000	546,000	546,000	546,000	546,000
Depreciación		166,667	166,667	166,667	166,667	166,667	166,667	166,667	166,667	166,667	166,667
EGRESOS DE CAJA (-)	5,000,000	2,169,863	2,169,863	2,169,863	2,169,863	2,169,863	2,169,863	2,169,863	2,169,863	2,169,863	2,169,863
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(5,000,000)	1,588,976	1,588,976	1,588,976	1,588,976	1,588,976	1,588,976	1,588,976	1,588,976	1,588,976	4,888,976
Impuestos (15%)		238,346	238,346	238,346	238,346	238,346	238,346	238,346	238,346	238,346	733,346
BENEFICIO NETO	(5,000,000)	1,350,629	1,350,629	1,350,629	1,350,629	1,350,629	1,350,629	1,350,629	1,350,629	1,350,629	4,155,629
+ Depreciación		166,667	166,667	166,667	166,667	166,667	166,667	166,667	166,667	166,667	166,667
FLUJO DEL PROYECTO	(5,000,000)	1,517,296	1,517,296	1,517,296	1,517,296	1,517,296	1,517,296	1,517,296	1,517,296	1,517,296	4,322,296
VALOR PRESENTE NETO (15%)	2,876,792			TIR:	29.3%						

ANEXO 5

ANALISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO AL PRECIO DEL RECORTE Y AL PRECIO DE LA CELULOSA

ALTERNATIVA 1
SUPUESTO: Costo de la materia prima alcanza un 25% del precio de la celulosa
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE PAPEL EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
PLANTA CON CAPACIDAD DE 150 TON/DIA, PROCESO INCOMPLETO, PRECIO CELULOSA US$300/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro por compra de materia prima		8,775,000	8,775,000	8,775,000	8,775,000	8,775,000	8,775,000	8,775,000	8,775,000	8,775,000	8,775,000
Ahorro de energía (50%)		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Ahorro en consumo de agua (15%)		28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906
Valor residual maquinaria											4,620,000
INGRESOS DE CAJA (+)		9,163,096	9,163,096	9,163,096	9,163,096	9,163,096	9,163,096	9,163,096	9,163,096	9,163,096	13,783,096
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:	7,000,000										
Compra de materia prima		2,925,000	2,925,000	2,925,000	2,925,000	2,925,000	2,925,000	2,925,000	2,925,000	2,925,000	2,925,000
Gastos operacionales del tratamiento:											
Planilla de sueldos		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gasto en electricidad		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Gasto en consumo de agua		163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800
Gastos en vestimenta		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en insumos		1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000
Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
EGRESOS DE CAJA (-)	7,000,000	5,475,323	5,475,323	5,475,323	5,475,323	5,475,323	5,475,323	5,475,323	5,475,323	5,475,323	5,475,323
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(7,000,000)	3,687,773	3,687,773	3,687,773	3,687,773	3,687,773	3,687,773	3,687,773	3,687,773	3,687,773	8,307,773
Impuestos (15%)		553,166	553,166	553,166	553,166	553,166	553,166	553,166	553,166	553,166	1,246,166
BENEFICIO NETO	(7,000,000)	3,134,607	3,134,607	3,134,607	3,134,607	3,134,607	3,134,607	3,134,607	3,134,607	3,134,607	7,061,607
+ Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
FLUJO DEL PROYECTO	(7,000,000)	3,367,940	3,367,940	3,367,940	3,367,940	3,367,940	3,367,940	3,367,940	3,367,940	3,367,940	7,294,940
VALOR PRESENTE NETO (15%)	9,455,310			TIR:	47.7%						

ALTERNATIVA 1
SUPUESTO: Costo de la materia prima alcanza un 30% del precio de la celulosa
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE PAPEL EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
PLANTA CON CAPACIDAD DE 150 TON/DIA, PROCESO INCOMPLETO, PRECIO CELULOSA US$300/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro por compra de materia prima		8,190,000	8,190,000	8,190,000	8,190,000	8,190,000	8,190,000	8,190,000	8,190,000	8,190,000	8,190,000
Ahorro de energía (50%)		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Ahorro en consumo de agua (15%)		28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906
Valor residual maquinaria											4,620,000
INGRESOS DE CAJA (+)		8,578,096	8,578,096	8,578,096	8,578,096	8,578,096	8,578,096	8,578,096	8,578,096	8,578,096	13,198,096
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:	7,000,000										
Compra de materia prima		3,510,000	3,510,000	3,510,000	3,510,000	3,510,000	3,510,000	3,510,000	3,510,000	3,510,000	3,510,000
Gastos operacionales del tratamiento:											
Planilla de sueldos		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gasto en electricidad		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Gasto en consumo de agua		163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800
Gastos en vestimenta		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en insumos		1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000
Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
EGRESOS DE CAJA (-)	7,000,000	6,060,323	6,060,323	6,060,323	6,060,323	6,060,323	6,060,323	6,060,323	6,060,323	6,060,323	6,060,323
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(7,000,000)	2,517,773	2,517,773	2,517,773	2,517,773	2,517,773	2,517,773	2,517,773	2,517,773	2,517,773	7,137,773
Impuestos (15%)		377,666	377,666	377,666	377,666	377,666	377,666	377,666	377,666	377,666	1,070,666
BENEFICIO NETO	(7,000,000)	2,140,107	2,140,107	2,140,107	2,140,107	2,140,107	2,140,107	2,140,107	2,140,107	2,140,107	6,067,107
+ Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
FLUJO DEL PROYECTO	(7,000,000)	2,373,440	2,373,440	2,373,440	2,373,440	2,373,440	2,373,440	2,373,440	2,373,440	2,373,440	6,300,440
VALOR PRESENTE NETO (15%)	5,115,166			TIR:	33.0%						

ALTERNATIVA 1
SUPUESTO: Costo de la materia prima alcanza un 35% del precio de la celulosa
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE PAPEL EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
PLANTA CON CAPACIDAD DE 150 TON/DIA, PROCESO INCOMPLETO, PRECIO CELULOSA US$300/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro por compra de materia prima		7,605,000	7,605,000	7,605,000	7,605,000	7,605,000	7,605,000	7,605,000	7,605,000	7,605,000	7,605,000
Ahorro de energía (50%)		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Ahorro en consumo de agua (15%)		28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906
Valor residual maquinaria											4,620,000
INGRESOS DE CAJA (+)		7,993,096	7,993,096	7,993,096	7,993,096	7,993,096	7,993,096	7,993,096	7,993,096	7,993,096	12,613,096
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:	7,000,000										
Compra de materia prima		4,095,000	4,095,000	4,095,000	4,095,000	4,095,000	4,095,000	4,095,000	4,095,000	4,095,000	4,095,000
Gastos operacionales del tratamiento:											
Planilla de sueldos		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gasto en electricidad		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Gasto en consumo de agua		163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800
Gastos en vestimenta		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en insumos		1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000
Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
EGRESOS DE CAJA (-)	7,000,000	6,645,323	6,645,323	6,645,323	6,645,323	6,645,323	6,645,323	6,645,323	6,645,323	6,645,323	6,645,323
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(7,000,000)	1,347,773	1,347,773	1,347,773	1,347,773	1,347,773	1,347,773	1,347,773	1,347,773	1,347,773	5,967,773
Impuestos (15%)		202,166	202,166	202,166	202,166	202,166	202,166	202,166	202,166	202,166	895,166
BENEFICIO NETO	(7,000,000)	1,145,607	1,145,607	1,145,607	1,145,607	1,145,607	1,145,607	1,145,607	1,145,607	1,145,607	5,072,607
+ Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
FLUJO DEL PROYECTO	(7,000,000)	1,378,940	1,378,940	1,378,940	1,378,940	1,378,940	1,378,940	1,378,940	1,378,940	1,378,940	5,305,940
VALOR PRESENTE NETO (15%)	775,022			TIR:	17.8%						

ALTERNATIVA 2
SUPUESTO: Costo de la materia prima alcanza un 30% del precio de la celulosa
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE PAPEL EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
PLANTA CON CAPACIDAD DE 150 TON/DIA, PROCESO INCOMPLETO, PRECIO CELULOSA US$550/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro por compra de materia prima		15,015,000	15,015,000	15,015,000	15,015,000	15,015,000	15,015,000	15,015,000	15,015,000	15,015,000	15,015,000
Ahorro de energía (50%)		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Ahorro consumo de agua (15%)		28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906
Valor residual maquinaria											4,620,000
INGRESOS DE CAJA (+)		15,403,096	15,403,096	15,403,096	15,403,096	15,403,096	15,403,096	15,403,096	15,403,096	15,403,096	20,023,096
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:	7,000,000										
Compra de materia prima		6,435,000	6,435,000	6,435,000	6,435,000	6,435,000	6,435,000	6,435,000	6,435,000	6,435,000	6,435,000
Gastos operacionales de tratamiento:											
Planilla de sueldos		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en electricidad		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Gastos consumo de agua		163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800
Gastos en vestimenta		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en insumos		1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000
Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
EGRESOS DE CAJA (-)	7,000,000	8,985,323	8,985,323	8,985,323	8,985,323	8,985,323	8,985,323	8,985,323	8,985,323	8,985,323	8,985,323
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(7,000,000)	6,417,773	6,417,773	6,417,773	6,417,773	6,417,773	6,417,773	6,417,773	6,417,773	6,417,773	11,037,773
Impuestos (15%)		962,666	962,666	962,666	962,666	962,666	962,666	962,666	962,666	962,666	1,655,666
BENEFICIO NETO	(7,000,000)	5,455,107	5,455,107	5,455,107	5,455,107	5,455,107	5,455,107	5,455,107	5,455,107	5,455,107	9,382,107
+ Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
FLUJO DEL PROYECTO	(7,000,000)	5,688,440	5,688,440	5,688,440	5,688,440	5,688,440	5,688,440	5,688,440	5,688,440	5,688,440	9,615,440
VALOR PRESENTE NETO (15%)	19,582,312			TIR:	81.2%						

ALTERNATIVA 2
SUPUESTO: Costo de la materia prima alcanza un 35% del precio de la celulosa
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE PAPEL EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
PLANTA CON CAPACIDAD DE 150 TON/DIA, PROCESO INCOMPLETO, PRECIO CELULOSA US$550/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro por compra de materia prima		13,942,500	13,942,500	13,942,500	13,942,500	13,942,500	13,942,500	13,942,500	13,942,500	13,942,500	13,942,500
Ahorro de energía (50%)		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Ahorro consumo de agua (15%)		28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906
Valor residual maquinaria											4,620,000
INGRESOS DE CAJA (+)		14,330,596	14,330,596	14,330,596	14,330,596	14,330,596	14,330,596	14,330,596	14,330,596	14,330,596	18,950,596
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:	7,000,000										
Compra de materia prima		7,507,500	7,507,500	7,507,500	7,507,500	7,507,500	7,507,500	7,507,500	7,507,500	7,507,500	7,507,500
Gastos operacionales de tratamiento:											
Planilla de sueldos		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en electricidad		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Gastos consumo de agua		163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800
Gastos en vestimenta		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en insumos		1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000
Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
EGRESOS DE CAJA (-)	7,000,000	10,057,823	10,057,823	10,057,823	10,057,823	10,057,823	10,057,823	10,057,823	10,057,823	10,057,823	10,057,823
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(7,000,000)	4,272,773	4,272,773	4,272,773	4,272,773	4,272,773	4,272,773	4,272,773	4,272,773	4,272,773	8,892,773
Impuestos (15%)		640,916	640,916	640,916	640,916	640,916	640,916	640,916	640,916	640,916	1,333,916
BENEFICIO NETO	(7,000,000)	3,631,857	3,631,857	3,631,857	3,631,857	3,631,857	3,631,857	3,631,857	3,631,857	3,631,857	7,558,857
+ Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
FLUJO DEL PROYECTO	(7,000,000)	3,865,190	3,865,190	3,865,190	3,865,190	3,865,190	3,865,190	3,865,190	3,865,190	3,865,190	7,792,190
VALOR PRESENTE NETO (15%)	11,625,381			TIR:	54.9%						

ALTERNATIVA 2
SUPUESTO: Costo de la materia prima alcanza un 42% del precio de la celulosa
EVALUACION DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE PAPEL EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
PLANTA CON CAPACIDAD DE 150 TON/DIA, PROCESO INCOMPLETO, PRECIO CELULOSA US$550/TON

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro por compra de materia prima		12,441,000	12,441,000	12,441,000	12,441,000	12,441,000	12,441,000	12,441,000	12,441,000	12,441,000	12,441,000
Ahorro de energía (50%)		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Ahorro consumo de agua (15%)		28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906	28,906
Valor residual maquinaria											4,620,000
INGRESOS DE CAJA (+)		12,829,096	12,829,096	12,829,096	12,829,096	12,829,096	12,829,096	12,829,096	12,829,096	12,829,096	17,449,096
EGRESOS											
Inversión en maquinaria:	7,000,000										
Compra de materia prima		9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000	9,009,000
Gastos operacionales de tratamiento:											
Planilla de sueldos		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en electricidad		359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190	359,190
Gastos consumo de agua		163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800	163,800
Gastos en vestimenta		214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500	214,500
Gastos en insumos		1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000	1,365,000
Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
EGRESOS DE CAJA (-)	7,000,000	11,559,323	11,559,323	11,559,323	11,559,323	11,559,323	11,559,323	11,559,323	11,559,323	11,559,323	11,559,323
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(7,000,000)	1,269,773	1,269,773	1,269,773	1,269,773	1,269,773	1,269,773	1,269,773	1,269,773	1,269,773	5,889,773
Impuestos (15%)		190,466	190,466	190,466	190,466	190,466	190,466	190,466	190,466	190,466	883,466
BENEFICIO NETO	(7,000,000)	1,079,307	1,079,307	1,079,307	1,079,307	1,079,307	1,079,307	1,079,307	1,079,307	1,079,307	5,006,307
+ Depreciación		233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333
FLUJO DEL PROYECTO	(7,000,000)	1,312,640	1,312,640	1,312,640	1,312,640	1,312,640	1,312,640	1,312,640	1,312,640	1,312,640	5,239,640
VALOR PRESENTE NETO (15%)	485,679			TIR:	16.8%						

ANEXO 6

FLUJOS DE CAJA FINANCIERO PARA EL CASO DEL RECICLAJE DE DESECHOS PLASTICOS

ALTERNATIVA 1
EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DEL USO DE DESECHOS DE PLASTICOS EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 40 TON/MES

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas		407,200	407,200	407,200	407,200	407,200	407,200	407,200	407,200	407,200	407,200
Valor residual maquinaria											34,396
INGRESOS DE CAJA (+)		407,200	407,200	407,200	407,200	407,200	407,200	407,200	407,200	407,200	441,596
EGRESOS											
Arriendo de un galpón		45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
Seguridad industrial	3,000										
Inversión en maquinaria:											
1 Molino	3,540										
1 Recuperadora Mod. SE/WR65S	50,185										
1 cinta transportadora	5,000										
1 máquina lavadora	50,000										
1 secadora	12,500										
1 balanza industrial	1,291										
Gastos Operacionales:											
Compra de materia prima		79,800	79,800	79,800	79,800	79,800	79,800	79,800	79,800	79,800	79,800
Gastos en transporte		3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
Sueldos lavado y separación		54,000	54,000	54,000	54,000	54,000	54,000	54,000	54,000	54,000	54,000
Sueldos operación recuperadora		40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500
Gastos administración		24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
Gastos de agua, luz y teléfono		45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
Gastos en mantención e insumos		12,234	12,234	12,234	12,234	12,234	12,234	12,234	12,234	12,234	12,234
Depreciación		8,812	8,812	8,812	8,812	8,812	8,812	8,812	8,812	8,812	8,812
EGRESOS DE CAJA (-)	125,516	312,946	312,946	312,946	312,946	312,946	312,946	312,946	312,946	312,946	312,946
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(125,516)	94,254	94,254	94,254	94,254	94,254	94,254	94,254	94,254	94,254	128,649
Impuestos (15%)		14,138	14,138	14,138	14,138	14,138	14,138	14,138	14,138	14,138	19,297
BENEFICIO NETO		80,116	80,116	80,116	80,116	80,116	80,116	80,116	80,116	80,116	109,352
+ Depreciación		8,812	8,812	8,812	8,812	8,812	8,812	8,812	8,812	8,812	8,812
FLUJO DEL PROYECYO	(125,516)	88,928	88,928	88,928	88,928	88,928	88,928	88,928	88,928	88,928	118,164
VALOR PRESENTE NETO (15%)	285,234				TASA INTERNA DE RETORNO			71%			

ALTERNATIVA 2
EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DEL USO DE DESECHOS DE PLASTICOS EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 148 TON/MES

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas		1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011
Valor residual maquinaria											96,896
INGRESOS DE CAJA (+)		1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,601,907
EGRESOS											
Arriendo de un galpón		45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
Seguridad industrial	3,600										
Inversión en maquinaria:											
1 Molino	10,620										
1 Recuperadora Mod. SE/WR100CD	90,756										
1 cinta transportadora	5,000										
3 máquinas lavadoras	150,000										
3 secadoras	37,500										
1 balanza industrial	1,291										
Gastos Operacionales:											
Compra de materia prima		294,941	294,941	294,941	294,941	294,941	294,941	294,941	294,941	294,941	294,941
Gastos en transporte		12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Sueldos lavado y separación		72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
Sueldos operación recuperadora		40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500
Gastos administración		33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000
Gastos de agua, luz y teléfono		90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000
Gastos en mantención e insumos		27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610
Depreciación		19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827
EGRESOS DE CAJA (-)	298,767	634,878	634,878	634,878	634,878	634,878	634,878	634,878	634,878	634,878	634,878
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(298,767)	870,133	870,133	870,133	870,133	870,133	870,133	870,133	870,133	870,133	967,029
Impuestos (15%)		130,520	130,520	130,520	130,520	130,520	130,520	130,520	130,520	130,520	145,054
BENEFICIO NETO	(298,767)	739,613	739,613	739,613	739,613	739,613	739,613	739,613	739,613	739,613	821,974
+ Depreciación		19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827
FLUJO DEL PROYECTO	(298,767)	759,440	759,440	759,440	759,440	759,440	759,440	759,440	759,440	759,440	841,802
VALOR PRESENTE NETO (15%):	3,072,215				TASA INTERNA DE RETORNO:			254%			

ANEXO 7

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA EVALUACION ECONOMICA DEL RECICLAJE DEL PLASTICO CON RESPECTO AL PRECIO DE VENTA DEL PELLET RECICLADO

ALTERNATIVA 2

SUPUESTO: Precio de la materia prima aumenta 2 veces.

EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DEL USO DE DESECHOS DE PLASTICOS EN SU PROCESO DE FABRICACION

FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]

CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 148 TON/MES

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas		1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011
Valor residual maquinaria											96,896
INGRESOS DE CAJA (+)		1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,601,907
EGRESOS											
Arriendo de un galpón		45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
Seguridad industrial	3,600										
Inversión en maquinaria:											
1 Molino	10,620										
1 Recuperadora Mod. SE/WR100CD	90,756										
1 cinta transportadora	5,000										
3 máquinas lavadoras	150,000										
3 secadoras	37,500										
1 balanza industrial	1,291										
Gastos Operacionales:											
Compra de materia prima		589,882	589,882	589,882	589,882	589,882	589,882	589,882	589,882	589,882	589,882
Gastos en transporte		12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Sueldos lavado y separación		72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
Sueldos operación recuperadora		40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500
Gastos administración		33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000
Gastos de agua, luz y teléfono		90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000
Gastos en mantención e insumos		27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610
Depreciación		19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827
EGRESOS DE CAJA (-)	298,767	929,819	929,819	929,819	929,819	929,819	929,819	929,819	929,819	929,819	929,819
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(298,767)	575,192	575,192	575,192	575,192	575,192	575,192	575,192	575,192	575,192	672,088
Impuestos (15%)		86,279	86,279	86,279	86,279	86,279	86,279	86,279	86,279	86,279	100,813
BENEFICIO NETO	(298,767)	488,914	488,914	488,914	488,914	488,914	488,914	488,914	488,914	488,914	571,275
+ Depreciación		19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827
FLUJO DEL PROYECTO	(298,767)	508,741	508,741	508,741	508,741	508,741	508,741	508,741	508,741	508,741	591,102
VALOR PRESENTE NETO (15%):	1,978,125				TASA INTERNA DE RETORNO:			170%			

ALTERNATIVA 2

SUPUESTO: Precio de la materia prima aumenta 3 veces.

EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DEL USO DE DESECHOS DE PLASTICOS EN SU PROCESO DE FABRICACION

FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]

CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 148 TON/MES

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas		1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011
Valor residual maquinaria											96,896
INGRESOS DE CAJA (+)		1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,601,907
EGRESOS											
Arriendo de un galpón		45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
Seguridad industrial	3,600										
Inversión en maquinaria:											
1 Molino	10,620										
1 Recuperadora Mod. SE/WR100CD	90,756										
1 cinta transportadora	5,000										
3 máquinas lavadoras	150,000										
3 secadoras	37,500										
1 balanza industrial	1,291										
Gastos Operacionales:											
Compra de materia prima		884,822	884,822	884,822	884,822	884,822	884,822	884,822	884,822	884,822	884,822
Gastos en transporte		12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Sueldos lavado y separación		72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
Sueldos operación recuperadora		40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500
Gastos administración		33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000
Gastos de agua, luz y teléfono		90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000
Gastos en mantención e insumos		27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610
Depreciación		19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827
EGRESOS DE CAJA (-)	298,767	1,224,760	1,224,760	1,224,760	1,224,760	1,224,760	1,224,760	1,224,760	1,224,760	1,224,760	1,224,760
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(298,767)	280,252	280,252	280,252	280,252	280,252	280,252	280,252	280,252	280,252	377,147
Impuestos (15%)		42,038	42,038	42,038	42,038	42,038	42,038	42,038	42,038	42,038	56,572
BENEFICIO NETO	(298,767)	238,214	238,214	238,214	238,214	238,214	238,214	238,214	238,214	238,214	320,575
+ Depreciación		19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827
FLUJO DEL PROYECTO	(298,767)	258,041	258,041	258,041	258,041	258,041	258,041	258,041	258,041	258,041	340,402
VALOR PRESENTE NETO (15%):	884,035				TASA INTERNA DE RETORNO:			86%			

ALTERNATIVA 2
SUPUESTO: Precio de la materia prima aumenta 3,8 veces.
EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DEL USO DE DESECHOS DE PLASTICOS EN SU PROCESO DE FABRICACION
FLUJO DE CAJA FINANCIERO [EN US$]
CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 148 TON/MES

INGRESOS/AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas		1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011
Valor residual maquinaria											96,896
INGRESOS DE CAJA (+)		1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,505,011	1,601,907
EGRESOS											
Arriendo de un galpón		45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
Seguridad industrial	3,600										
Inversión en maquinaria:											
1 Molino	10,620										
1 Recuperadora Mod. SE/WR100CD	90,756										
1 cinta transportadora	5,000										
3 máquinas lavadoras	150,000										
3 secadoras	37,500										
1 balanza industrial	1,291										
Gastos Operacionales:											
Compra de materia prima		1,120,775	1,120,775	1,120,775	1,120,775	1,120,775	1,120,775	1,120,775	1,120,775	1,120,775	1,120,775
Gastos en transporte		12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Sueldos lavado y separación		72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
Sueldos operación recuperadora		40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500
Gastos administración		33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000
Gastos de agua, luz y teléfono		90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000
Gastos en mantención e insumos		27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610	27,610
Depreciación		19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827
EGRESOS DE CAJA (-)	298,767	1,460,712	1,460,712	1,460,712	1,460,712	1,460,712	1,460,712	1,460,712	1,460,712	1,460,712	1,460,712
BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS	(298,767)	44,299	44,299	44,299	44,299	44,299	44,299	44,299	44,299	44,299	141,195
Impuestos (15%)		6,645	6,645	6,645	6,645	6,645	6,645	6,645	6,645	6,645	21,179
BENEFICIO NETO	(298,767)	37,654	37,654	37,654	37,654	37,654	37,654	37,654	37,654	37,654	120,015
+ Depreciación		19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827	19,827
FLUJO DEL PROYECTO	(298,767)	57,481	57,481	57,481	57,481	57,481	57,481	57,481	57,481	57,481	139,842
VALOR PRESENTE NETO (15%):	8,762				TASA INTERNA DE RETORNO:			16%			