

**Estudio de factibilidad para la  
implementación de maquinaria de  
pre-reciclado en Zamorano**

**Julio César Morán de la Torre**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2006

**ZAMORANO**  
**CARRERA DE DESARROLLO SOCIECONÓMICO Y**  
**AMBIENTE**

**Estudio de factibilidad para la  
implementación de maquinaria de  
pre-reciclado en Zamorano**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente  
en el grado académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Julio César Morán de la Torre**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2006

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Julio César Morán de la Torre

**Honduras**  
Diciembre, 2006

# **Estudio de factibilidad para la implementación de maquinaria de pre- reciclado en Zamorano**

Presentado por:

**Julio César Morán de la Torre**

Aprobada por:

---

Mily Cortés, Ph. D.  
Asesora Principal

---

Mayra R. Falck, M. Sc.  
Directora de Carrera de Desarrollo  
Socioeconómico y Ambiente

---

Carlos E. Quiroz, Ing.  
Asesor

---

George Pilz, Ph. D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A toda mi familia por el apoyo brindado desde el inicio hasta el fin en esta, la culminación de otra etapa en mi vida.

Al ser que me dio la vida, por ser la persona más importante en mi vida, quien me inculcó mis valores, por ser mi pie de apoyo en mis momentos difíciles, por creer siempre en mí y por el único hecho de ser mi madre, María Matilde de la Torre.

A la gente que confía en mí.

Y a todas aquellas personas que acompañaron y colaboraron en la elaboración de este documento.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por nunca haberme dejado solo; por darme fuerza, luz y claridad cuando el camino se volvía cada vez más difícil.

A mis padres, César Enrique Morán y María Matilde de la Torre, por ser quienes me dieron la vida, por ser mi fuente de inspiración, por creer en mí incondicionalmente, por haberme brindado su mano en cada momento difícil, gracias de verdad por todo su apoyo, cariño y amor.

A mi querida abuelita, que me ha cuidado en cada paso que doy, siendo mi ángel de la guarda.

A mi hermano querido, Jean Carlos, gracias por estar siempre ahí cuando te necesite, por ser mi ejemplo a seguir y ser mi mejor amigo.

A Mily Cortés, Carlos Quiroz y Francisco, por brindarme su apoyo, tiempo, orientación y conocimientos para la elaboración de este trabajo. Muchas gracias.

A mis compañeros de cuarto, Damir y José, por el apoyo brindado estos últimos cuatro años en Zamorano y por siempre estar allí para sacar una sonrisa sin importar la circunstancia.

A mis hermanos zamoranos, Leonel Sorto, Luís Lemus, Enmanuel Domínguez, Washington Orellana y queridos colegas de la carrera de DSEA por reír conmigo, compartiendo buenos y malos momentos. Muchos éxitos amigos.

Y a todas aquellas personas que sus nombres no están presentes aquí, que sin ellos este documento no hubiera sido posible.

## RESUMEN

Morán, J. 2006. Estudio de factibilidad para la implementación de maquinaria de pre-reciclado en Zamorano. Proyecto especial del Programa de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano, Honduras. 44 p.

La región a experimentado un alto crecimiento demográfico, tal es el caso de Honduras que presenta una tasa de natalidad de 2,4%. Esto repercute en una alta generación de desechos, afectando a los recursos, poniendo así más presión sobre los mismos. Una solución a esta problemática ambiental es el reciclaje. Zamorano no es indiferente a esta problemática, en los últimos años ha experimentado un crecimiento de su estudiantado, para lo cual en el año 2004 se creó el Programa Eco-Zamorano para brindar un manejo adecuado a los desechos. El objetivo del estudio fue evaluar la rentabilidad de implementar maquinaria de pre-reciclado en Zamorano; para lo cual se hicieron un estudio técnico, uno de mercado y un estudio financiero. En la parte financiera se crearon 4 escenarios para evaluar los indicadores económicos que fueron los siguientes: exportando el producto a Guatemala con un 8% de reciclaje, exportando a Guatemala aumentando a un 18% el nivel de reciclaje, comercializando localmente con un 8% de reciclaje y aumentado a un 18% el reciclaje y comercializándolo localmente. De acuerdo con el estudio de mercado se determinó que la demanda absorbe en un 100% la oferta de material reciclado generada en Zamorano, que es de 18,974 Kg/año con el nivel actual de reciclaje (8%). La inversión por compra e instalación de la maquinaria es de \$ 28,678. Los flujos de caja se hicieron a 10 años tomando en cuenta como ingresos las ventas y ahorros generados por el proyecto y como egresos los costos de transporte, energía y mantenimiento. De los escenarios planteados, el más viable y a la vez factible, fue el escenario donde se mantiene la venta del material en el mercado local, pero se tiene que aumentar el nivel de reciclaje a un 18%, obteniéndose un VAN de \$ 38,272 (después de restar el valor de compra e instalación de la maquinaria) con una tasa de descuento del 3,33% y una TIR de 24%, un período de retorno igual a 4 años y una relación costo-beneficio de 2.81. En los escenarios de Guatemala se comprobó que aunque presente mejores precios y compren más variedad de producto son afectados por los altos costos de transporte. Se recomienda que el material se siga comercializándolo localmente y para lograr llegar a un 18% de reciclaje se incurra en fuertes campañas de concientización a la comunidad y se de un seguimiento para el buen funcionamiento del programa.

**Palabras claves:** Concientización, desechos, reciclaje, recursos, rentabilidad.

## CONTENIDO

Portada.....	i
Portadilla.....	ii
Autoría.....	iii
Página de firmas.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de Cuadros.....	x
Índice de Anexos.....	xi
Índice de Anexos.....	xi
Glosario de Siglas.....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 MARCO DE REFERENCIA.....	2
1.1.1 Conceptos y definiciones generales sobre el tema.....	2
1.1.1.1 El reciclaje.....	2
1.1.2 Situación actual del manejo de los desechos sólidos en Zamorano.....	3
1.1.2.1 Deposición final de los desechos.....	3
1.1.2.2 Tipos de desechos sólidos.....	4
1.1.2.3 Tipificación de los desechos.....	4
1.1.2.4 Materiales reciclables.....	5
1.1.2.5 Requisitos para que un material pueda ser reciclado.....	5
1.2 ANTECEDENTES.....	6
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4 OBJETIVOS.....	7
1.4.1 Objetivo General.....	7
1.4.2 Objetivos específicos.....	8
1.5 LÍMITES DEL ESTUDIO.....	8
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
2.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	9
2.2 MATERIALES.....	9
2.2.1 Materiales para el levantamiento de datos.....	9
2.2.2 Materiales para el análisis y procesamiento.....	9
2.3 ESTUDIO DE MERCADO.....	10
2.3.1 Determinación de la demanda.....	10



2.3.2	Análisis de la Oferta .....	10
2.3.3	Precio .....	11
2.4	ESTUDIO TÉCNICO.....	11
2.4.1	Levantamiento de Datos.....	11
2.4.2	Comparación con Datos Históricos .....	11
2.4.1	Aumento en la demanda de energía eléctrica.....	12
2.4.2	Diseño del producto a nivel piloto.....	12
2.5	ESTUDIO FINANCIERO .....	12
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>14</b>
3.1	ESTUDIO TÉCNICO.....	14
3.1.1	Capacidad productiva de material reciclable por parte de la comunidad .....	14
3.1.2	Capacidad productiva de materiales reciclables.....	14
3.1.3	Diagrama de flujo de procesos .....	15
3.1.3.1	Flujo de proceso para el pre-tratamiento de plástico.....	15
3.1.3.2	Flujo de proceso para el pre-tratamiento de vidrio.....	15
3.1.3.3	Flujo de proceso para el pre-tratamiento de latas de aluminio.....	16
3.1.3.4	Flujo de proceso para el compactado de papel y cartón.....	16
3.1.4	Diseño del producto a nivel piloto.....	16
3.1.5	Porcentaje actual y porcentaje potencial de reciclaje en Zamorano .....	17
3.1.6	Ahorro de espacio físico del relleno sanitario .....	18
3.2	ESTUDIO DE MERCADO .....	19
3.2.1	Estudio de la oferta .....	19
3.2.2	Capacidad de Producción.....	20
3.2.3	Estudio de la demanda .....	21
3.3	ESTUDIO FINANCIERO .....	22
3.3.1	Inversiones .....	22
3.3.2	Ingresos .....	23
3.3.3	Evaluación financiera .....	23
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>25</b>
<b>5.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>27</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>29</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1. Tipificación de desechos que llegaban al relleno sanitario año 2003 .....	4
2. Producción proyectada para el primer año y sexto año según datos históricos. ...	14
3. Comparación de densidades de material reciclado compactado y sin compactar.	17
4. Niveles de producción en Kg/año con diferentes niveles de reciclaje 8% y 18%	18
5. Ahorro en m <sup>3</sup> /año de espacio físico en el relleno sanitario con el nivel actual de reciclaje de Zamorano igual a 8%.....	19
6. Producción actual en Kg/año y % que representa del total de desechos. ....	20
7. Capacidad de producción de la maquinaria .....	20
8. Capacidad productiva de la maquinaria.....	21
9. Cuadro de inversiones en maquinaria.....	22
10. Precios \$/Kg con pre-tratamiento en Guatemala y Honduras.....	23

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

1. Empresas recicladoras en Guatemala .....	31
2. Muestreo de desechos sólidos 2004. Programa Eco-Zamorano.....	32
3. Flujo de proceso para el pre-tratamiento de plástico.....	33
4. Flujo de proceso para el pre-tratamiento de vidrio.....	34
5. Flujo de proceso para el pre-tratamiento de latas de aluminio .....	35
6. Flujo de proceso para el pre-tratamiento de papel y cartón.....	36
7. Datos históricos, Programa Eco-Zamorano producción de material reciclado año 2005 (Kg/año) .....	37
8. Especificaciones de la maquinaria .....	37
9. Flujos de caja para los 4 escenarios planteados .....	39
10. Costos para el caso de exportar a Guatemala y para el caso del mercado local .	43
11. Ingresos generados para el caso de Guatemala y Honduras con un 8% y 18% de reciclaje.....	43
12. Empresas contactadas en Guatemala con respectivos precios .....	44

## **GLOSARIO DE SIGLAS**

### **Sigla**

HDPE: High density polyethylene.

IPES: Instituto de Promoción de la Economía Social.

PET: Polyethylene terephthalate.

PROARCA: Programa Ambiental Regional para Centroamérica.

PVC: Polymer of vinyl chloride.

SIGMA: Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente.

SERNA: Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente.

TIR: Tasa interna de retorno.

VAN: Valor actual neto.

## 1. INTRODUCCIÓN

No hasta hace mucho tiempo atrás el hablar de preocupación medioambiental y desarrollo económico de un país eran contrapuestos. Hace uno años para que una nación del tercer mundo hablara del tema ambiental, primero tenía que superar una etapa de desarrollo económico, social y político. Hoy en día este tema tiene mucha jerarquía y las barreras han sido superadas gracias al surgimiento de conceptos como desarrollo sostenible y a la consideración del derecho de las personas a un ambiente sano como parte del derecho a la vida y a la salud (IPES, 1996).

Los gobiernos concuerdan ahora que la sostenibilidad ambiental es una condición necesaria para poder gozar de un desarrollo económico y social. En la Cumbre de la Tierra, en 1992 en Río de Janeiro, se dio a conocer el concepto de desarrollo sostenible, definiéndolo como aquél que busca un desarrollo integral de la humanidad atendiendo las necesidades actuales sin sacrificar la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias. Este concepto lleva a que las empresas deben de buscar la manera de internalizar los costos ambientales mediante la adquisición de tecnologías limpias.

Las empresas también deben mejorar su desempeño ambiental ya que el comportamiento de los consumidores cada vez va teniendo una inclinación por adquirir productos naturales o ecológicos elaborados con responsabilidad ambiental. Este punto resulta en una importante cuestión de imagen y para muchos en la diferencia entre permanecer en el mercado o no. Como resultado de lo anterior, los problemas ambientales se convierten en potenciales oportunidades de negocios.

Por otro lado, el alto crecimiento demográfico es un grave problema. Esto no sólo porque en el pasado se pensó que los recursos eran inagotables, sino porque la generación de desechos por parte de la población es alta y la pregunta ahora es que hacer con tantos desechos (entiéndase por recurso cualquier cosa que pueda ser utilizada para satisfacer una necesidad humana). Una respuesta alentadora es el reciclaje, que forma parte de las 5 R's: reducción del consumo, rechazo de sustancias tóxicas, reducción de residuos, reutilización y reciclar.

Según el Instituto de Promoción de la Economía Social (IPES) (1996), el reciclaje como una actividad económica-ambiental contribuye a disminuir los efectos nocivos de los residuos en el ambiente, ahorra materia prima virgen, además de generar todo un circuito económico que involucra a miles de personas que viven de está.

De acuerdo con Prieto 2003, si se clasifica los desechos, se conseguirá un mejor y más fácil aprovechamiento económico y sanitario. Idealmente el reciclaje debe llegar a un momento en el que quienes los producen se beneficiaren obteniendo entradas por venta de desechos clasificados. Ahora bien, al recuperar los materiales reciclables disminuye significativamente los residuos que van a los rellenos sanitarios y se prolonga la vida útil de estos materiales. Ya que una vez que el bien o producto ha cumplido con su vida útil o el servicio se ha completado, pueden generarse una serie de desechos de los cuales debe disponerse (PROARCA/SIGMA, 2004).

Sin embargo la tecnología ha avanzado y la sociedad aún no ha sido capaz de encontrar una solución al problema de la eliminación de los desechos. En Zamorano se inició desde 1997 a tratar este problema y desde el año 2005 se lanzó una campaña para concienciar a la comunidad zamorana sobre la importancia de clasificar los desechos para su reciclaje. Claro esta, que en estos últimos años la población zamorana ha ido aumentando paulatinamente, y al ir creciendo, en igual proporción, ha crecido la generación de desechos. Para ello, se hace necesario buscar las formas más prácticas y económicas de dar solución, por medio de la transformación, lograr un buen aprovechamiento y mantenimiento de un ciclo continuo de producción (Prieto, 2003).

Dentro de los desechos que se generan en la Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano” los que ocupan un apreciable porcentaje son: plástico, vidrio, aluminio, papel y cartón. Estos materiales pasan a formar parte del Programa “Eco-Zamorano” dentro de la Unidad de Mantenimientos y Servicios Generales. Allí los mismos son clasificados, pesados, almacenados y posteriormente vendidos.

El presente estudio pretende determinar la factibilidad para la implementación de maquinaria para brindar un pre-tratamiento a materiales selectos reciclables, como los son el plástico, vidrio, aluminio, papel y cartón. Con esto se busca obtener un mayor precio al comercializarlos y por ende obtener una mayor rentabilidad, que permita empujar la intensificación el programa. Para esto se deben identificar posibles nichos de mercado en los cuales se van a comercializar los materiales reciclables ya sometidos a un pre-tratamiento. Además se necesita encontrar alternativas para el reciclaje y posterior venta de vidrio y polietileno de alta densidad, que no son comercializables en el país.

## **1.1 MARCO DE REFERENCIA**

### **1.1.1 Conceptos y definiciones generales sobre el tema**

**1.1.1.1 El reciclaje.** Los contaminantes, desechos, residuos o basura, como se les quiera llamar, están amenazando gravemente la salud y todo el medio ambiente. Es por eso, que hoy día grandes naciones han adoptado estrategias para evitar la acumulación de desechos

en los rellenos sanitarios. La principal estrategia es la del reciclaje, que según los autores a mencionar se define como lo siguiente:

- “Es la actividad de recuperar los desechos sólidos con el fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos con lo que se pueda lograr varios beneficios económicos, ecológicos y sociales” (Roben, 2003).
- “Es el proceso que sufre el material o producto para ser incorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro” (SERNA, 2001).

En muchos casos el acto de reciclar es confundido con el de reutilizar, que se define como: “la capacidad de un producto o envase para ser usado en más de una ocasión, de la misma forma y para el mismo propósito para el cual fue fabricado” (SERNA, 2001). La principal diferencia entre estos dos términos, ciertamente relacionados, es que el reciclar incluye un proceso por el cual el material es transformado para que vuelva a formar parte de un ciclo de vida, pero para esto se produce un gasto de energía y otros. Al reutilizar no se genera gasto alguno de energía para su incorporación a un propósito.

### **1.1.2 Situación actual del manejo de los desechos sólidos en Zamorano**

**1.1.2.1 Deposición final de los desechos.** Zamorano es una institución reconocida a nivel regional, sin embargo hasta febrero del 2006 se inauguró un relleno sanitario que funciona bajo todos los requerimientos exigidos por la SERNA. Anteriormente se contó con un sitio que consistía en un terreno baldío, al cual llegaba la basura sin clasificación u orden alguno para ser quemada o enterrada. Los peligros de la quema quedan confirmados por Mancheno (1997) que menciona en su estudio que la quema de la basura presenta una fuente de contaminación del aire de resultados aun no cuantificables, pero que a medida que los volúmenes de basura quemados aumenten esto incidirá en la salud de los habitantes de Zamorano.

A inicios del año 2006 fue dado por terminada la vida útil de lo que fue por más de 8 años el botadero del Zamorano. Este, ya en sus últimos años fue ya manejado como un relleno sanitario donde la basura que llegaba era depositada en trincheras, posteriormente compactada y cubierta con tierra. Este relleno sanitario estaba localizado cerca de la carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente y ahora esta área forma parte del programa de reforestación impulsado por esta carrera.

El nuevo relleno sanitario está localizado en Santa Inés. Este cumple con todos los requerimientos exigidos por la SERNA para su libre funcionamiento. En este sentido el mismo ayuda a preservar el ambiente.

**1.1.2.2 Tipos de desechos sólidos.** De acuerdo con el estudio de Aviles (1998) los desechos sólidos se clasificaron con base en su origen en:

- **Materia orgánica:** estos son residuos de cocina o alimentos, subproductos de plantas agrícolas, ramas de árboles y desperdicios rastros.
- **Papel:** este abarca papel de oficina, libros, folletos, periódicos, cajas, cartones y los compuestos de celulosa, todos estos son materiales reciclables.
- **Plástico:** incluye botellas, bolsas, lazos y todos los materiales compuestos de polietileno, poli estireno y PVC.
- **Vidrio:** este incluye botellas, platos, espejos y otros derivados de sílice.
- **Metales:** compuestos por envases de aluminio, botes de refrescos y tapaderas de botellas.
- **Otros:** abarca papel y cartón encerado, papel plastificado, papel fax, papel higiénico, telas, poroplast, zapatos, y combinaciones de metal y plástico.

**1.1.2.3 Tipificación de los desechos.** Según un estudio hecho por el Programa Eco-Zamorano, que forma parte de la Unidad de Mantenimiento y Servicios Generales, en el año 2003 se tipificó la basura que en ese entonces llegaba al relleno sanitario, de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 1. Tipificación de desechos que llegaban al relleno sanitario año 2003

	<b>% aportado en el relleno</b>
<b>Residuos alimentarios</b>	31%
<b>Botellas plásticas</b>	8%
<b>Cartón</b>	8%
<b>Papel</b>	7%
<b>Vidrio</b>	3%
<b>Latas aluminio</b>	2%
<b>Otros</b>	42%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: Informe Programa Eco-Zamorano 2003.

Estos porcentajes provienen de un total promediado de 685 Kg /día que llegaban al relleno en ese entonces, actualmente se estima que la producción de desechos que tienen como destino final el relleno sanitario oscila de entre 900 a 1000 Kg/día. Todos estos datos provienen de estudios previos hechos por parte del Programa Eco-Zamorano. Se tiene así, que sumando todos los porcentajes de aquellos materiales reciclables se tiene un total de 28 % que es el porcentaje máximo con el cual Zamorano podría llegar a trabajar, claro esta, si Zamorano llegase a trabajar con un 100% de eficiencia en la clasificación y recolección del material.



**1.1.2.4 Materiales reciclables.** La procedencia de los desechos que tienen un carácter reciclable es muy variada, ya que un desecho se genera cuando un producto deja de ser útil a su destinatario final, y este a su vez puede estar contenido en envases o envolturas. En sí un desecho o residuo se genera en toda actividad hecha por el hombre que puede ser hacer una compra o realizar una necesidad fisiológica.

El material reciclable es en su mayoría el desecho no biodegradable que mediante un proceso simple o complejo puede ser reutilizado o transformado en otro producto que podría tener otro uso que no fue el inicial. Dentro de Zamorano las principales fuentes generadoras de estos materiales son:

- Residencias estudiantiles
- Plantas de procesamiento
- Áreas productivas
- Edificios
- Comedor estudiantil
- Hogares de profesores

Dentro de Zamorano ya se cuenta con un programa de reciclaje que esta en funcionamiento desde el 2003 y dentro de su estrategia estuvo el establecimiento de mini centros de acopio en todas las residencias, hogares, plantas procesadores y áreas productivas para facilitar el reciclaje desde el punto mismo que el objeto dejó de tener valor para su consumidor. En estos centros de acopio las personas residentes y no residentes en el *campus* pueden facilitar el proceso de clasificación. Existen 4 categorías para la basura que se genera, y son: material orgánico, envases, papel, cartón y varios.

- Material orgánico: el que ha sido previamente clasificado en esta categoría tiene prácticamente en su totalidad un carácter alimenticio; y todo aquel material orgánico que se clasificó va a parar a composteras para la producción de abono orgánico.
- Envases: son en su mayoría envases plásticos de bebidas carbonatadas y latas de aluminio las que se terminan aquí. Los envases plásticos son del tipo PET y HDPE.
- Papel y cartón: proveniente en su totalidad de las oficinas.
- Varios: aquí se acumula toda la demás basura que no entra dentro de ninguna de las clasificaciones anteriores, como por ejemplo textiles.

**1.1.2.5 Requisitos para que un material pueda ser reciclado.** Es necesario tener presente que existe una consideración para que un material pueda ser reciclado, ya que estos residuos deben cumplir con ciertos requisitos, de acuerdo con la Comisión Nacional del Medio Ambiente (2006), los siguientes son algunos requisitos:

- Papeles y cartones tienen que estar limpios, secos y separados según su tipo. Para el papel existen 2 categorías, papel blanco 1 (sin tinta) y papel blanco 2 (con tinta). En el caso del cartón, es un cartón de tipo corrugado. Además se clasifica por separado revistas y papel periódico.
- En el vidrio el material debe estar completo, sin defectos. Y se divide en 3 categorías: botellas de bebidas enteras, envases o frascos y por último el vidrio que este roto.
- Plástico debe estar limpio y en su mayoría se recicla polietileno tereftalato (PET).
- Latas de aluminio deben estar limpias y podrían estar aplastadas o no.

## 1.2 ANTECEDENTES

El manejo inadecuado de los residuos sólidos afecta tanto a grandes ciudades como a las pequeñas poblaciones rurales de los países en vías de desarrollo. Las principales causas del problema son las deficiencias de criterios técnicos, económicos y sociales, ya que estos limitan la capacidad de las comunidades de manejar adecuadamente el problema de los desechos sólidos. Esto se traduce a un servicio que carece de una adecuada planificación y organización, lo cual se convierte en altos costos de funcionamiento del sistema (Jaramillo, 1991). La producción y el manejo de los residuos sólidos se agrava, en la mayoría de los países Latinoamericanos y particularmente en aquellas regiones donde el crecimiento poblacional es acelerado. El problema es aún mayor en las áreas urbanas debido a la alta concentración poblacional, el desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo y el cambio del nivel de vida (Trajo, 1994).

En Zamorano el manejo de los desechos es primordial debido a la necesidad de conservar y proteger al medio ambiente, para esto se creó el Programa Eco-Zamorano. Este programa está a cargo de la recuperación de material reciclable y a su vez da alternativas de manejo y aprovechamiento de los desechos sólidos.

Mancheco (1997) estimó que la producción de desechos en todo el *campus* de Zamorano en 1997 era de 2.62 Kg por persona por día con un incremento estimado según proyecciones históricas de 1.5%. Según Rittenhouse (2003) la composición de estos desechos es de 18% plástico, un 6% cartón, un 4% es aluminio, un 2% vidrio, un 3% papel, 51% materia orgánica y un 16% de otros.

El material reciclado se comercializa a un comprador específico de la ciudad de Tegucigalpa, por lo cual se genera cierta cantidad monetaria por la transacción. El monto recibido por la venta es bajo porque el material carece de tratamiento (compresión o desmenuzado). Dado este escenario real, existe un potencial que se está sub-utilizando al no tratar el material. Si se utilizará este potencial, ofertando el material reciclado pre-tratado, se podría generar mayores ingresos para el Programa Eco-Zamorano y así sucesivamente obtener mayores utilidades.

En toda Latinoamérica existen escasos centros de reciclaje que reflejen rentabilidad. Un caso excepcional es el de la Municipalidad de Loja-Ecuador, entidad que ejecutó el programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Este programa consta de aplicaciones técnicas, combinadas con aspectos de educación cívica sobre erradicación de la pobreza, integración de grupos socialmente marginados y creación de incentivos para los consumidores (Verdaguer, 2002). En Loja con el avance del proyecto sobre lo que fue el vertedero se construyó un centro de reciclaje para residuos no biodegradables donde papel, cartón, plástico, vidrio y metales son recuperados, procesados y vendidos a empresas que los emplean como materia primas.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Numerosos son los problemas ambientales con los que se tiene que enfrentar la sociedad. Se requiere de un cambio de actitud hacia el medio ambiente, ya que de eso dependen las generaciones venideras. Por esto la necesidad de proteger el ambiente para que se recupere con la implementación de medidas como el reciclaje.

Con el desarrollo de actividades antropogénicas, como resultado de la vida diaria y la producción de distintos bienes y servicios, se eliminan cantidades considerables de desechos sólidos, líquidos y gaseosos. La gran mayoría de estos desechos van a parar en botaderos mal llamados rellenos sanitarios; convirtiéndolos en un peligro potencial de contaminación, afectando la salud y el ambiente. Una mejor opción a esta pseudo solución es el reciclaje. Este aumenta el período de vida de los materiales, lo que disminuye la cantidad de desechos que se generan tanto al final del consumo, como en la etapa de producción. El Zamorano intenta hacer su parte en cuestiones ambientales creando, entre otros, un programa de reciclaje. De cualquier modo los recursos para intensificar el programa son escasos.

Actualmente de los materiales reciclados que se venden en la ciudad de Tegucigalpa a ninguno se le brinda algún tipo de pre-tratamiento. Esto se traduce en un menor precio de venta. De darle un pre-tratamiento, esto se trasformaría automáticamente en mayores ingresos para el Programa Eco-Zamorano con la consecuente intensificación del mismo y el natural beneficio ambiental al alargar el período de vida de los materiales.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 Objetivo General**

- Realizar un estudio de factibilidad para la implementación de maquinaria de pre-tratamiento a materiales reciclados en la Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano”.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Analizar y cuantificar la oferta de material reciclado pre-tratado que tiene Zamorano.
- Analizar y cuantificar la demanda del producto reciclado con pre-tratamiento.
- Identificar un mercado meta para la comercialización del producto reciclado con pre-tratamiento.
- Establecer los costos de inversión, operación y mantenimiento de las maquinarias de pre-reciclaje.
- Elaborar flujos de caja para los 4 escenarios establecidos para generar los siguientes indicadores: VAN, TIR, relación costo-beneficio y período de retorno de la inversión.

### **1.5 LÍMITES DEL ESTUDIO**

Este estudio se encuentra bajo el contexto de Zamorano, adecuado a sus condiciones tanto económicas como tecnológicas, y a su vez a la cantidad de material reciclable que se pueda aprovechar del total de desechos que se generan dentro de la institución.

También es de suma importancia señalar que se contó con un límite de tiempo para la toma de datos que se realizaron dentro del Programa Eco-Zamorano. Adicionalmente solo se cuantificó el material clasificado por parte de la comunidad zamorana que llegaba a la unidad, mas no el desecho que se perdía por una mala clasificación y termina en el relleno sanitario.

Solo se tomaron mediciones durante el segundo trimestre del año, entre los meses de mayo y agosto del presente.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

El estudio se realizó en su totalidad dentro de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, localizada en el departamento Francisco Morazán, Honduras. El estudio técnico de la adquisición de maquinaria para brindar pre-tratamiento se realizó en el espacio físico designado para el Programa Eco-Zamorano. Este estudio estuvo a cargo de un estudiante de la carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente.

### **2.2 MATERIALES**

#### **2.2.1 Materiales para el levantamiento de datos**

Los materiales que fueron empleados para la toma de datos, mediciones, fue proporcionado por el Programa Eco-Zamorano, y consistió en lo siguiente:

- Balanza convencional
- Bolsas plásticas
- Guantes plásticos
- Libreta de apuntes

#### **2.2.2 Materiales para el análisis y procesamiento**

- Computadora con programas para la edición de texto y hoja electrónica (Microsoft Word y Excel)
- Calculadora
- Impresora para los resultados

## **2.3 ESTUDIO DE MERCADO**

El material reciclado en Zamorano es comercializado actualmente por un comprador de la ciudad de Tegucigalpa, ya que es el que oferta un mayor precio de compra de dicho material. El estudio de mercado tiene como objetivo mostrar una proyección de la oferta y la demanda potencial, además de también indicar una muestra de los posibles ingresos y egresos que se tendrán con este proyecto.

### **2.3.1 Determinación de la demanda**

Como se sabe la demanda de un bien esta basada en el precio que el consumidor este dispuesto a pagar, esto lo confirman García y Lozano (2000) que definen la demanda como “la cantidad que un individuo o un grupo de individuos quiere y puede consumir a diferentes niveles de precios en un período de tiempo determinado, manteniendo todo lo demás constante”. En este tipo de estudio el cálculo de la demanda se dificulta, puesto que se esta comercializando un bien cuyo valor ha sido totalmente sustraído, pero en todo caso tiene un mercado específico al cual puede ser dirigido.

Para este caso el diseño de investigación que se utilizó fue una investigación de tipo concluyente descriptivo aplicando un censo al folleto publicado por PROARCA/SIGMA en el año 2004 llamado Empresas Recicladoras en Guatemala (Ver anexo 1). Solo se contactaron aquellas empresas que adquieran el material reciclado que se va a ofertar.

Se entrevistó de manera telefónica a potenciales demandantes del producto que manejan altos volúmenes de compra en la Ciudad de Guatemala. De las 6 empresas recicladoras que se entrevistó vía telefónica (Ver anexo 1), 4 de ellas brindaron la información correspondiente y 2 de estas quedaron pendiente con la información requerida.

### **2.3.2 Análisis de la Oferta**

Con la ayuda de los datos obtenidos de la cantidad de material reciclado que llega al Programa Eco-Zamorano, se pudo determinar la cantidad actual y potencial que se puede ofertar a los posibles demandantes del producto.

Además, un aporte que va a brindar este estudio es encontrar un mercado potencial para el polietileno de alta densidad, que actualmente no cuenta con compradores y se lo esta almacenando en tanques de plásticos en las instalaciones del Programa Eco-Zamorano. Lo mismo sucede con el vidrio, pero este termina en el relleno sanitario.

Para establecer la oferta que se tiene, se calculó una oferta anual, tomando en cuenta la producción medida (en este estudio e histórica) y extrapolándola a un año. Para este estudio se considera que un año es igual a 48 semanas, ya que es el tiempo en el cual el estudiantado esta presente dentro de la institución.

### **2.3.3 Precio**

Los precios que se manejan actualmente para la venta de materiales reciclados generados en Zamorano, sin ningún tipo de pre-tratamiento son:

- PET (transparente): 0.14 \$/Kg
- PET (color): 0.11 \$/Kg
- Latas de aluminio: 1.16 \$/Kg
- Papel: 0.09 \$/Kg
- Cartón: 0.017 \$/Kg
- HDPE: no se comercializa
- Vidrio: no se comercializa

Estos precios pueden aumentar si el material es pre-tratado anteriormente (lavado, triturado y/o compactado). Todo esto se justifica con la ganancia de espacio, puesto que se tendrá mayor peso un una misma unidad de volumen. Todo lo anterior mencionado favorece al transporte, eficientando este proceso.

## **2.4 ESTUDIO TÉCNICO**

### **2.4.1 Levantamiento de Datos**

Para la toma de datos dentro del Programa Eco-Zamorano, se muestreo el material reciclado proveniente de los mini centros de acopio que llega a la unidad, de residencias estudiantiles, viviendas y áreas productivas.

Se realizaron actividades de muestreo cada día sábado, durante 12 semanas del segundo período académico del 2006. Para la comprobación de datos se muestreo a diario en el transcurso de la semana 5.

### **2.4.2 Comparación con Datos Históricos**

Ya que los datos tomados fueron sólo de un período se compararon con estudios de un año anterior (Diagnóstico de Situación Actual del Manejo de Desechos Sólidos de la

EAP, 2004) para determinar su validez. Adicionalmente se sostuvieron varias entrevistas con el encargado del programa para verificar si los datos eran típicos o no.

#### **2.4.1 Aumento en la demanda de energía eléctrica**

Como parte de los costos de inclusión de un pre-tratamiento se realizó un estudio del posible consumo energético de la maquinaria a adquirir. El mismo se basó en la información de potencia y eficiencia de trabajo de las maquinas.

#### **2.4.2 Diseño del producto a nivel piloto**

Para el cumplimiento de uno de los objetivos, se realizó el producto a nivel piloto. Para lo cual primero se pesó la cantidad de un kilogramo del material reciclable, seguido se tomó el volumen que ocupaban por cada tipo de material; luego se pasó a recortar manualmente tanto PET como HDPE con ayuda de una tijera metálica; y compactar latas de aluminio mediante una plancha metálica. Una vez tratados se prosiguió a tomar las medidas correspondientes para determinar el nuevo volumen que ocuparía el material tanto cortado como compactado.

Con el vidrio fue similar el proceso, se pesó un kilogramo de producto, se calculó el volumen ocupado, se trituró y finalmente se volvió a calcular su nuevo volumen.

Para el caso del papel y cartón no fue posible simular la compactación hecha por una prensa eléctrica, para lo cual extrajeron datos del folleto El Reciclaje, realizado por el municipio de Loja, Ecuador en el año 2003. Adicionalmente para el caso del cartón y para el caso del papel se tomaron datos del muestro de desechos sólidos hecho por el Programa Eco Zamorano en el 2004 (Ver anexo 2).

### **2.5 ESTUDIO FINANCIERO**

Con la información obtenida en el estudio de mercado se logró determinar la capacidad productiva que tiene la comunidad zamorana para generar desechos, la cual si encuentra cabida en la demanda existente, puesto que son volúmenes pequeños en comparación con los volúmenes generados en una ciudad normal. De cualquier modo estos volúmenes al irse almacenando mes con mes se convierten en cantidades importantes para comercializar. Esta información sirve para la elaboración de un flujo de caja proyectado para varios años dependiendo del período de pago de la maquinaria.



Con estos flujos de caja se pudieron evaluar índices financieros, como los que se mencionan a continuación:

- Relación Costo-Beneficio: donde se definen los ingresos como la suma de las entradas por venta de productos y el ahorro equivalente por m<sup>3</sup> no ocupados del relleno sanitario; y los egresos como los costos de uso de energía y mantenimiento de las máquinas más el transporte de productos cuando proceda.
- VAN de las ganancias que será comparado con el costo de inversión.
- TIR que tendrá que ser mayor a la tasa de descuento a utilizar.
- Período de retorno que es la cantidad en número de meses para recuperar la inversión.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 ESTUDIO TÉCNICO

##### 3.1.1 Capacidad productiva de material reciclable por parte de la comunidad

Al comparar los datos tomados con los históricos (Diagnóstico de Situación Actual del Manejo de Desechos Sólidos de la EAP, 2004) se observó que el período muestreado coincidía con la producción más baja del año. Adicionalmente se comprobó que los datos muestreados estaban muy por debajo de los históricos. Ya que el muestreo de este estudio fue muy corto y con base en las observaciones del encargado del programa, se optó por usar los datos históricos para los cálculos.

##### 3.1.2 Capacidad productiva de materiales reciclables

Con los datos históricos, se elaboró una proyección para la producción estimada para los próximos 6 años. Todo lo anteriormente mencionado lo ilustra el cuadro 1.

Cuadro 2. Producción proyectada para el primer año y sexto año según datos históricos

	<b>Producción primer año</b>	<b>Producción total para 5 años</b>	<b>Producción sexto año</b>
<b>PET (Kg)</b>	3,937.90	19,689.48	4,331.69
<b>Aluminio (Kg)</b>	158.40	792.00	174.24
<b>Vidrio (Kg)</b>	324.00	1,620.00	356.40
<b>HDPE (Kg)</b>	369.60	1,848.00	406.56
<b>Papel (Kg)</b>	7,092.17	35,460.83	7,801.38
<b>Cartón (Kg)</b>	7,092.17	35,460.83	7,801.38

Cabe resaltar que la producción de material para los próximos 5 años no va a variar, según Zelaya (2006) “Zamorano no esta interesado en crecer por el momento, como internado. La población estudiantil se mantendrá al nivel que se maneja en estos momentos de 923 estudiantes. Solo se tiene planificado crecer en un 10%

aproximadamente para dentro de 6 años, cuando se cuente con la infraestructura que soporte a dicha población”.

Con esta información se procedió a estimar la producción de material reciclado por tipo, que para dentro de 5 años se mantendrá o no sufrirá mayores cambios. Solo a partir del sexto años se calculó que habrá un aumento del 10% en la producción de materiales reciclable, como lo ilustra el cuadro 1.

En este caso solo se esta tomando en cuenta una variable que es aumento del número de estudiantes, y se esta dejando a parte otras variables que pueden afectar los volúmenes de producción, como lo son: los hábitos alimentarios, capacidad adquisitiva o afinidad por el reciclaje; estas variables no son reflejadas en este estudio por razones de tiempo y espacio.

### **3.1.3 Diagrama de flujo de procesos**

A continuación se presentan los procesos necesarios para el pre-tratamiento del material reciclable:

**3.1.3.1 Flujo de proceso para el pre-tratamiento de plástico.** En el anexo 3 se muestra el diagrama de flujo del pre-tratamiento de plásticos. Este empieza con la trituración del mismo, para después proseguir con el lavado de forma manual (el agua se vuelve a usar, garantizando el ahorro de la misma). Paso seguido es la separación del plástico triturado del agua restante para terminar con el pesado del material, registro del peso y al final el almacenamiento del material en la bodega de Eco Zamorano.

Es importante recordar que para la trituración del plástico, dicho material no debe contener sustancias de carácter rígido, ya que pueden afectar el buen funcionamiento de las cuchillas giratorias.

**3.1.3.2 Flujo de proceso para el pre-tratamiento de vidrio.** En el anexo 4 se muestra como se pre-trata el vidrio. Este conlleva una serie de pasos más que el triturado de plásticos. Primero se vuelve a clasificar el vidrio de acuerdo a la presencia de cuello plástico o metálico. Aquel vidrio que no contenga ninguno de estos 2 materiales en el cuello pasa directamente a la trituración. Después de triturado se lava el vidrio, para luego separar el vidrio, fracción fina y agua, este proceso se lleva a cabo dejando sedimentar el vidrio triturado por un lapso de tiempo, seguidamente se pesa el material y pasa a ser almacenado.

El tamaño de las partículas de vidrio va a depender de 2 factores, primero de la velocidad a la que giran las cuchillas y segundo del tiempo de permanencia en la trituradora, pero hay que considerar que así se eleva el consumo de energía. El trabajo de trituración también puede llevarse acabo manualmente, pero de esta manera se disminuye

considerablemente la eficiencia del proceso, ya que las partículas obtenidas son de mayor tamaño.

**3.1.3.3 Flujo de proceso para el pre-tratamiento de latas de aluminio.** La compactación de latas de aluminio es una tarea sencilla, que se podría realizar manualmente, pero con el uso de maquinaria se aumenta la eficiencia del proceso. Según el anexo 5 el primer paso es el compactado con la ayuda de una prensa mecánica, pasos seguidos el pesado y por último el almacenamiento. Con una baja producción de latas de aluminio este proceso puede llevarse a cabo manualmente con la ayuda de una plancha metálica y con presión ejercida manualmente, ya que el aluminio es un material que no ofrece mayor resistencia.

**3.1.3.4 Flujo de proceso para el compactado de papel y cartón.** El anexo 6 muestra el flujo de proceso para la compactación de papel y cartón, siendo el primer paso la compactación mediante la aplicación de fuerza mecánica proporcionada por una prensa hidráulica, después se procede al pesado para establecer registros de la cantidad que llega a la unidad y por último el almacenamiento en bodega. Es recomendable que el almacenamiento se haga en un área seca para evitar la humedad y posibles daños al material.

#### **3.1.4 Diseño del producto a nivel piloto**

De acuerdo con el cuadro 2, se ilustra la ganancia de espacio, al reducir el volumen tanto de PET, HDPE, aluminio, vidrio, papel y cartón. Este dato se utiliza para determinar las necesidades de transporte del material.

Cuadro 3. Comparación de densidades de material reciclado compactado y sin compactar

	<b>Densidad Kg/m<sup>3</sup> sin compactar</b>	<b>Densidad Kg/m<sup>3</sup> compactado</b>	<b>Ganancia en espacio</b>
<b>PET</b>	37.72	93.37	2.48
<b>Aluminio</b>	30.2	133	4.40
<b>Vidrio</b>	469.3	1,066.6	2.27
<b>HDPE</b>	47.7	118.3	2.48
<b>Papel</b>	82.6*	82.6*	1.00
<b>Cartón</b>	90.69*	288**	3.18

Fuente: \* Muestro 2004 desechos sólidos, Programa Eco Zamorano.

\*\* El Reciclaje, Municipalidad de Loja, 2003.

Del anterior cuadro se puede apreciar rápidamente que pre-tratando el material reciclado se reduce considerablemente el volumen de los desechos. El ejemplo más claro son las latas de aluminio que con pre-tratamiento caben 4,4 veces más latas de aluminio en el mismo metro cúbico, caso similar con el PET y el cartón, 2,4 y 3,1 veces más respectivamente.

### 3.1.5 Porcentaje actual y porcentaje potencial de reciclaje en Zamorano

Según informes presentados por el Programa Eco-Zamorano se produce actualmente en promedio 950 kilogramos de desechos al día que tienen como destino final el relleno sanitario, que deja una producción anual aproximada de 216,000 kilogramos que incluyen desechos con capacidad para ser reciclados y desechos orgánicos e inorgánicos que no pueden ser reciclados porque no cumplen con los requisitos (1.1.2.3) o porque no tienen mercado en la región.

Ahora se tiene que según datos históricos (anexo 7) se recicla una cantidad igual a 18,974 Kg al año, comparado con una producción estimada de 216,000 Kg/año, representa un 8%. Este porcentaje (8%) es un estimado del nivel actual de reciclaje que maneja Zamorano, trabajando a un 30 % de eficiencia.

El cuadro 3 representa la cantidad que se genera de desechos para reciclaje con el nivel actual de un 8 % y la cantidad que se genera aumentando a un 18 % el nivel de reciclaje, trabajando a un 30% y 65% de eficiencia respectivamente.

Cuadro 4. Niveles de producción en Kg/año con diferentes niveles de reciclaje 8% y 18%

	<b>Producción Kg/año con 8%</b>	<b>Producción Kg/año con un 18%</b>
<b>PET</b>	3,937.90	8,860.26
<b>Aluminio</b>	158.40	356.40
<b>Vidrio</b>	324.00	729.00
<b>HDPE</b>	369.60	831.60
<b>Papel</b>	7,092.17	15,957.37
<b>Cartón</b>	7,092.17	15,957.37
<b>Total Kg/año</b>	<b>18,974.23</b>	<b>42,692.01</b>

Como ilustra el cuadro 3, es posible aumentar y eficientar los niveles de reciclaje que se tienen dentro de Zamorano. Con lo cual se podría lograr al cabo de un año la generación de 42,692 kilogramos de material para reciclaje que aumentaría los ingresos del Programa Eco-Zamorano por razón de ventas, pero teniendo en cuenta las implicaciones que tiene el aumentar a un 18% el nivel de reciclaje. De cualquier modo es utópico pensar en un 100% de eficiencia en el material reciclado, un número más realista es un 65%. Este valor de eficiencia es el que la Universidad EARTH informó tener en la visita organizada por Servicios Generales en el 2004.

Por todo lo anteriormente mencionado este estudio resulta en el planteamiento de dos primeros escenarios de análisis, según la producción de material reciclable:

- Un escenario según el dato de reciclaje actual (8% del total de desechos).
- Un escenario donde se estaría reciclando un 18% del total de desechos.

### **3.1.6 Ahorro de espacio físico del relleno sanitario**

El actual relleno sanitario que sirve a Zamorano, esta localizado en el sector de El Llano a 4 kilómetros de distancia de la institución, recibe en promedio 950 kilogramos diarios. Tiene una proyección de vida útil para 50 años, contando con una capacidad de 125,000 m<sup>3</sup>. El cuadro 4 representa el ahorro en m<sup>3</sup> que se va a tener en el relleno sanitario al final de un año con los niveles actuales de reciclaje (8%) que se manejan, con lo cual también se incrementa su vida útil.

Cuadro 5. Ahorro en m<sup>3</sup>/año de espacio físico en el relleno sanitario con el nivel actual de reciclaje de Zamorano igual a 8%

	Producción Kg/año	Densidad Kg/m <sup>3</sup> material	
		sin pre-tratamiento	Producción m <sup>3</sup> /año
<b>PET</b>	3,937.90	37.72	104.40
<b>Aluminio</b>	158.40	30.2	5.25
<b>Vidrio</b>	324.00	469.3	0.69
<b>HDPE</b>	369.60	47.7	7.75
<b>Papel</b>	7,092.17	82.6	85.86
<b>Cartón</b>	7,092.17	90.69	78.20
<b>Ahorro total m<sup>3</sup>/año</b>			<b>282.15</b>

\*Para el cálculo de las densidades, solo se tomo en cuenta las densidades de los materiales reciclables y no todas las densidades de los desechos que llegan al relleno sanitario.

Resaltando la información proveída por el cuadro 4, se puede observar que al finalizar un año se tendrá un ahorro de espacio equivalente a 282.15 metros cúbicos. Y según datos del Programa Eco-Zamorano un metro cúbico puesto en el relleno sanitario cuesta a Zamorano 95 lempiras en promedio, con esto se tendría un ahorro anual igual a \$ 1,409 al año con el reciclaje del 8% de sus desechos.

### 3.2 ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado se lo dividió en 2 partes: estudio de la oferta y estudio de la demanda.

#### 3.2.1 Estudio de la oferta

Para el estudio de la oferta del proyecto, con los datos históricos se estimó la producción anual esperada de contar con la adquisición de la maquinaria para brindar un pre-tratamiento al material.

Cuadro 6. Producción actual en Kg/año y % que representa del total de desechos

	<b>Producción actual con un 8% de reciclaje</b>	<b>% de total de desechos producidos</b>
<b>PET (Kg)</b>	3,937.90	1.6%
<b>Aluminio (Kg)</b>	158.40	0.1%
<b>Vidrio (Kg)</b>	324.00	0.1%
<b>HDPE (Kg)</b>	369.60	0.2%
<b>Papel (Kg)</b>	7,092.17	3.0%
<b>Cartón (Kg)</b>	7,092.17	3.0%
<b>Total</b>	<b>18,974.23</b>	<b>8%</b>

Observando el cuadro 5, se puede apreciar que los materiales que tienen un mayor aporte en la producción son el PET, papel y cartón.

Para vidrio, aluminio y HDPE el porcentaje de aportación a la producción es pequeña.

### 3.2.2 Capacidad de Producción

Para la realización de este proyecto el pilar fundamental es la adquisición de la maquinaria que facilite el triturado y compactado de los materiales. Se van a adquirir una prensa eléctrica, un triturador de polietileno tereftalato y polietileno de alta densidad; y un triturador de vidrio, sus especificaciones se detallan en el anexo 8. A continuación se presenta una tabla con la capacidad de producción de cada equipo y el tiempo que se requerirá de las máquinas para procesar el material que actualmente se maneja.

Cuadro 7. Capacidad de producción de la maquinaria

	<b>Capacidad Kg/hora</b>	<b>Producción del material correspondiente Kg/año</b>	<b>Horas-máquina requeridas por año</b>
<b>Tritrador PET, HDPE</b>	30*	4,307.50	143.58
<b>Tritrador vidrio</b>	200*	324	1.62
<b>Prensa hidráulica</b>	500*	14,342.73	33.65
<b>Total</b>		<b>18,974.23</b>	<b>178.85</b>

Fuente: \*especificaciones de cada maquinaria (ver anexo 8).



De acuerdo con el cuadro 6 se requiere en total 178.85 horas de trabajo para poder suplir el pre - tratamiento que requiere la cantidad de material reciclado, manteniendo el 8% de reciclaje.

Comparando el cuadro 6 y el cuadro 7, se puede apreciar que existe una gran diferencia entre la cantidad producida de material reciclado con respecto a la capacidad real de producción de la maquinaria, definiendo que la maquinaria supera por mucho la producción del Zamorano. Si se quisiera emplear por completo su capacidad no se cuenta con semejantes volúmenes dentro de Zamorano, ya que se tendría que recolectar y almacenar por varios años el material reciclado para explotar al máximo su capacidad instalada. La capacidad máxima de la maquinaria se presenta a continuación:

Cuadro 8. Capacidad productiva de la maquinaria

	<b>Capacidad Tonelada/año</b>
<b>Triturador PET, HDPE</b>	57.60
<b>Triturador vidrio</b>	384
<b>Prensa hidráulica</b>	960
<b>Total</b>	<b>1,401.60</b>

\*Se consideran 48 semanas de trabajo por año, 5 días por semana, 8 horas por día.

### 3.2.3 Estudio de la demanda

Para este proyecto de características especiales, el cálculo de la demanda se justifica con las entrevistas telefónicas realizadas a las empresas publicadas en el folleto Empresas Recicladoras de PROARCA/SIGMA en el 2004. Ya que los mejores precios se ofrecían en Guatemala, las cotizaciones consideradas en este estudio son todas procedentes de las empresas contactadas vía telefónica en este país (ver anexo 1). Por esto se hizo un censo poblacional y se comprobó la capacidad de compra de los diferentes materiales reciclables. Un punto importante es que la mayoría de estas empresas solo compran volúmenes altos de productos, pasados la media tonelada.

Como resultado del análisis de la demanda se dividió cada uno de los escenarios preestablecidos en dos, produciéndose cuatro escenarios:

1. Con el dato de reciclaje actual (8%) comercializado en Guatemala.
2. Reciclando un 18% comercializado en Guatemala.
3. Con el dato de reciclaje actual (8%) comercializado localmente.
4. Reciclando un 18% comercializado localmente.

### 3.3 ESTUDIO FINANCIERO

Para poder evaluar el estudio con un enfoque financiero se realizaron flujos de caja a 10 años para los cuatro escenarios (ver anexo 9) en los cuales se evalúa tanto rentabilidad como viabilidad del proyecto. A causa del proceso inflacionario que tiene la economía del país, con el objetivo de evitar fluctuaciones en precios, se decidió dolarizar tanto ingresos como egresos, con la tasa cambiaria vigente de Lps 18.89 por \$1.00, tasa cambiaria proporcionada por el Banco Central de Honduras. La tasa de descuento utilizada es de 3.33 %, tasa pasiva actual para cuentas de ahorros en dólares. Y se maneja un período de 10 años por considerarse este el tiempo de vida útil de la maquinaria, en el año 10 se suma a los ingresos un valor de rescate de la maquinaria de \$ 2,770.

#### 3.3.1 Inversiones

La inversión inicial es la compra de la maquinaria y los costos de instalación necesarios. El monto de las inversiones es detallado en el cuadro 8.

Cuadro 9. Cuadro de inversiones en maquinaria

<b>Inversión</b>	<b>Monto</b>
<b>Trituradora plásticos</b>	\$ 5,500
<b>Prensa hidráulica</b>	\$ 10,000
<b>Trituradora vidrio</b>	\$ 12,200
<b>Instalación</b>	\$ 978
<b>Total</b>	<b>\$ 28,678</b>

Adicionalmente se tomaron como egresos, el costo de mantenimiento de la maquinaria que se va a adquirir y su consumo de energía, así como los costos de transporte; todo por año. Los costos están mayormente explicados en el anexo 10.

Otro costo considerado como egreso es el de transporte para la movilización del material desde Zamorano hasta la Ciudad de Guatemala, que comprende una distancia de aproximadamente 850 Km. El costo total por viaje es de \$ 1,000 con una capacidad de 33 m<sup>3</sup> por viaje.

El Programa no va a contratar más mano de obra, se mantendrá el personal vigente, ya que es suficiente para ejecutar las labores con o sin maquinaria pues cuenta con la ayuda de estudiantes de segundo año que están pasando por el módulo de manejo ambiental, por lo cual no incurrirá en gastos operativos ni gastos administrativos. Tampoco se incidirá en gastos de promoción o publicidad.

### 3.3.2 Ingresos

Los ingresos generados por el proyecto se ven explicados en el anexo 10. Para calcularlos se toma en cuenta el precio de venta y el monto a vender, según el escenario que se está trabajando. Adicionalmente se consideran ingresos los ahorros generados por el espacio que no se utiliza en el relleno sanitario. Para este efecto se toma el monto a vender según el escenario que corresponda y el precio del m<sup>3</sup> del relleno sanitario (L. 95 según lo especificado en el punto 3.1.5 de este estudio).

Para el caso del material reciclable el precio sin tratamiento alguno se puede apreciar en el punto 2.3.3 de este estudio. Con un pre-tratamiento al material tiene un aumento considerable. Tal es el caso del PET que sin triturar cuesta 0,27 \$/Kg y triturado su precio aumenta a 0,4 \$/Kg Este aumento significativo en el precio tiene su justificación y es que se tiene ganancia en espacio físico por la disminución de volumen del material, siendo esto además una ventaja al momento de transportar dichos materiales.

Cuadro 10. Precios \$/Kg con pre-tratamiento en Guatemala y Honduras

<b>Precios con pre-tratamiento</b>	<b>\$/Kg Guatemala</b>	<b>\$/Kg Honduras</b>
<b>PET</b>	0,4	0,27
<b>Aluminio</b>	1,52	1,28
<b>Vidrio)</b>	0,032	No se comercializa
<b>HDPE</b>	0,39	No se comercializa
<b>Papel</b>	0,18	0,10
<b>Cartón</b>	0,08	0,02

Los precios manejados en el vecino país de Guatemala son mayores, como lo demuestra el cuadro 9, por poseer un sector industrial más desarrollado con mayores oportunidades para el reciclaje de desechos. Todas las empresas contactadas y el encargado de brindar los precios, están especificados en el anexo 11.

### 3.3.3 Evaluación financiera

El escenario 1 (producción actual - venta en Guatemala) presentó los siguientes indicadores: una VAN de \$ 10,843, una TIR de -10%, un período de recuperación de 27 años y 0.47 en la relación costo-beneficio.

El escenario 2 (producción con eficiencia del 65% - venta en Guatemala) presentó los siguientes indicadores: una VAN de \$ 17,194, una TIR de -4%, un período de retorno igual a 15 años y 0.74 en la relación costo-beneficio.

El escenario 3 (producción actual – venta local) presentó los siguientes indicadores: una VAN de \$ 29,186, una TIR del 4%, un período de retorno igual a 9 años y 1.23 en la relación costo-beneficio.

El escenario 4 (producción con eficiencia del 65% – venta local) presentó los siguientes indicadores: una VAN de \$ 66,950, una TIR del 24%, un período de retorno de 4 años y 2.81 en la relación costo-beneficio.

La VAN para los escenarios anteriores es resultado de traer a valor actual las ganancias considerando ingresos y egresos no el precio de compra e instalación de la maquinaria (\$ 28,678). En los escenarios se deja ver como las ganancias son mínimas cuando se pretende exportar el producto a Guatemala, aunque se aumente la eficiencia de reciclado dentro de Zamorano los altos costos de transporte afectan a estos escenarios. En el resto de escenarios mejoran las ganancias pero sólo se logra pagar la maquinaria en el tercer y cuarto escenario en un período inferior a los 10 años estimados de su vida útil. En el mejor caso (escenario 4) se obtienen una ganancia de 1.81 dólares por cada dólar invertido.

## 4. CONCLUSIONES

La capacidad a ofertar de material reciclado por parte de Zamorano es baja, actualmente se recicla sólo 8% del total de los desechos (18,974 Kg/año). De cualquier modo debido a la naturaleza de estos desechos el máximo que el Zamorano puede reciclar es un 28% (42,692 Kg/año).

Concerniente a la demanda del material reciclado se encontró que poseen un mercado limitado. Puesto que solo existe un pequeño número de empresas vinculadas con la compra y utilización de dichos productos. De cualquier modo el mismo excede la oferta del Zamorano y todas aquellas empresas contactadas están anuentes a la compra del material.

El mercado ofrece precios considerablemente más altos por producto pre – tratado. En el caso de Honduras el sobre precio va desde un 3% para cartón y llega hasta un 91% en polietileno tereftalato (PET).

Los mejores precios que se obtuvieron fueron encontrados en el vecino país de Guatemala, aunque sólo compran cantidades mayores a media tonelada.

De comprarse nueva la maquinaria instalada cuesta \$ 28,678, requiere además \$360 para mantenimiento por año y \$ 53.12 en gastos de energía manteniendo el nivel actual de reciclaje igual a 8% y \$ 119.51 aumentando a un 18% el reciclaje.

Debido a la baja producción de la Escuela y su baja capacidad, aún con un 100% de eficiencia en la recuperación del material reciclable, la maquinaria de pre – tratamiento estaría subutilizada. La misma trabajaría a un 10% de su capacidad instalada.

Se desarrollo el producto a nivel piloto, con lo cual se pudo comprobar técnicamente que con el pre-tratamiento se reduce el volumen ocupado por un desecho reciclable entre 127% y 340%.

El escenario número 4 (eficiencia del 65% – venta local) es el más factible con indicadores de \$ 66,950 para la VAN, una TIR positiva de 24%, un período de retorno de 4 años y 2.81 en la relación costo-beneficio. Los escenarios de Guatemala tienen mejores precios y compran más variedad, pero son afectados por los altos costos de transporte. El escenario 3 (producción actual – venta local) se ve afectado por los bajos niveles de reciclaje.

En la factibilidad del proyecto también se deben considerar otros factores que son importantes y no pueden ser cuantificables económicamente en el flujo de caja, como:

- El beneficio ambiental que genera el proyecto puesto que materiales como el plástico, aluminio y vidrio tienen una baja tasa de descomposición y pueden permanecer muchos años en el suelo. Al reciclarlos se alarga su ciclo de vida. Adicionalmente al alargar el ciclo de vida de un material se reduce el requerimiento de materiales vírgenes, o sea que se reduce la presión sobre los recursos.
- Zamorano es una institución sin fines de lucro que cuenta con organizaciones donantes y según menciona en su visión y misión actual<sup>1</sup> debe enfocarse en una enseñanza de cara al desarrollo sostenible. En este sentido su política de reciclaje debe coherente con lo plasmado en papel.
- La imagen que refleja Zamorano hacia el exterior puede mejorar con la implementación de este proyecto.

---

<sup>1</sup> Tomado de la oficina de Admisiones y Registro, EAP (2006).

## 5. RECOMENDACIONES

Dentro de lo que es el Programa Eco-Zamorano es necesario establecer un sistema de registro que ayude al manejo de datos y estadística. Ya que esto en un inicio, dificultó la elaboración del proyecto. Adicionalmente se requiere llevar un registro permanente que permita detectar reducciones en el porcentaje de material reciclado para definir sus causas.

Además se recomienda hacer el mismo estudio usando maquinaria de origen artesanal, según datos preliminares la elaboración de la maquinaria en un taller especializado puede reducir hasta en un 50 % la inversión inicial. Bajo este criterio el proyecto podría ser ejecutado por una microempresa subcontratada por Zamorano, ya que la inversión inicial se vería reducida y la microempresa podría trabajar brindando pre-tratamiento tanto al material reciclado de la comunidad, como al material de origen externo.

Aunque el proyecto no llegue a ejecutarse, es conveniente incrementar los niveles de reciclaje que se manejan actualmente en Zamorano, definiendo las causas de este fenómeno y actuando sobre ellas.

Se recomienda realizar el proyecto bajo las siguientes condicionantes:

- Elevar el monto de material reciclado a 18% del total de basura generada por la Escuela. Para esto será necesario seguir con las campañas de concientización a la comunidad, además de incluir un programa de monitoreo y control a cargo del sistema de vida estudiantil de cada residencia para tener una mayor presión sobre el estudiantado al momento de realizar la clasificación de desechos y si no se cumple con los requerimientos de reciclaje aplicar sanciones bajo el reglamento de Zamorano.
- Mantener la comercialización del producto en el mercado local, al menos que se reduzcan los costos de transporte. Ya que hay productos sin demanda en el mercado local, se recomienda realizar estudios para explorar posibilidades para los mismos a través de estrategias como el eco – diseño.

Dado el bajo aprovechamiento de la maquinaria, también se recomienda considerar la posibilidad de convertir a Zamorano en un centro de acopio de la zona, realizando otro estudio para cuantificar la oferta de material reciclado, posteriormente determinar si existe demanda para el mismo y así evaluar la viabilidad y factibilidad de dicho proyecto.

Es importante señalar que Zamorano tiene un alto potencial de reciclaje de materia orgánica (31% del total de desechos generados) y se recomienda estudiar las posibilidades de producir humus o compost para su comercialización y uso interno.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2006. Condiciones para el reciclaje. (en línea). Consultado el 5 de junio de 2006. Disponible en: <http://www.conama.cl/rm/568/article-10273.html>

García, C. y Lozano, L. 2000. Glosario económico. (en línea). Consultado el 10 de julio de 2006. Disponible en: [http://www.usergioarboleda.edu.co/observatorio\\_economico/GLOSARIO/](http://www.usergioarboleda.edu.co/observatorio_economico/GLOSARIO/)

Instituto de Promoción de la Economía Social, 1996. Guía técnica para el reciclaje de residuos plásticos. Lima, PE. 93p.

Jaramillo, L. 1991. Residuos sólidos municipales: Guía para la construcción, diseño y operación de los rellenos sanitarios manuales. Ed. Cooperación Técnica Española. Barcelona, ES. 211p.

Mancheno, J. 1997. Estudio de costos beneficios del relleno sanitario de la Escuela Agrícola Panamericana. Folleto. Escuela Agrícola Panamericana. 2 p.

Naciones Unidas Cumbre para la Tierra. Un futuro sostenible. (en línea). Consultado el 2 de agosto de 2006. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>

Prieto, C. 2003. Basuras: manejo y transformación práctico-económico. ed. Eco ediciones. 2 ed., Bogota, CO. 83p.

PROARCA/SIGMA, 2004. Reporte Nacional de Manejo de Residuos en Guatemala-2004. Ciudad de Guatemala, GT. 6 p.

Programa Eco-Zamorano. 2004. Informe sobre el Diagnóstico de Situación Actual del Manejo de Desechos Sólidos de la EAP. 7p.

Rittenhouse, A. 2003. Caracterización física de sitios potenciales para la ubicación del relleno sanitario de Zamorano. Tesis Lic. Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 18p.

Roben, E. 2003. El Reciclaje: Oportunidades para reducir la generación de los desechos sólidos y reintegrar materiales recuperables en el círculo económico. Loja, EC. 101p.

SERNA, 2001. Reglamento para el manejo de residuos sólidos. ed. Digrafixs. Tegucigalpa, Honduras. 54p.

Trajo, R. 1994. Procesamiento de la basura urbana. Ed. Trillas. Barcelona, ES. 283p.

Unidad de Servicios y Mantenimiento Generales, 2003. Tipificación Física de los Desechos Sólidos. Informe. Escuela Agrícola Panamericana. 4p.

Verdaguer, C. 2002. Programa de Gestión Integral de residuos sólidos en Loja-Ecuador. (en línea). Consultado el 26 de mayo de 2006. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/dubai/02/bp521.html>

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Empresas recicladoras en Guatemala

**¿Qué es PROARCA/SIGMA?**

Administrado por **ARD, PROARCA/SIGMA** (Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente) es uno de los cuatro componentes que integran el **Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA)**, programa financiado por la **Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)**. Como un apoyo a la agenda de la **Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD)**, uno de los objetivos de **PROARCA** consiste en realizar acciones para mejorar el manejo ambiental en el **Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)**.

Sabemos que la deforestación, el manejo inadecuado de desechos sólidos, el uso inapropiado de agroquímicos y el desecho de aguas residuales municipales e industriales río arriba, afectan los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana río abajo. Ante esa realidad, la meta de **PROARCA/SIGMA** es que municipalidades y el sector privado de la región incrementen el uso de prácticas y tecnologías menos contaminantes. Asimismo, busca reducir los efectos negativos, directos o indirectos, sobre el **Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)**, específicamente en aquellos territorios cuyos cuencas finalmente desembocan en cuatro áreas transfronterizas claves para la región: Golfo de Honduras, Costa Mosquitia (Honduras y Nicaragua), Golfo de Fonseca y la Amistad-Cahuto-Río Culebas (Costa Rica y Panamá).

**Cuerpo de Paz/Guatemala**  
**Proyecto de Conservación Ambiental y Generación de Ingresos**

**Componente de Educación Ambiental**

# Empresas Recicladoras en Guatemala

**Lista de compradores y precios**

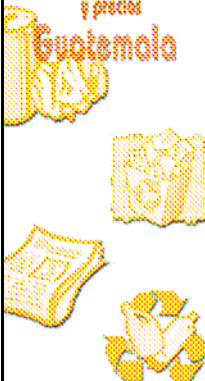
**Papel Plástico PVC Aluminio Vidrio**

*Este folleto fue producido e impreso con financiamiento de PROARCA/SIGMA, abril, 2004*



**PROARCA/SIGMA**  
 Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente (SIGMA), proyecto USAID-CCAD, administrado por ARD  
 Avenida 17-03 zona 14 Guatemala, Guatemala  
 Tel. (502) 317-2008 Fax: (502) 393-3423  
 E-mail: info@sigma.org  
 www.sigma.org

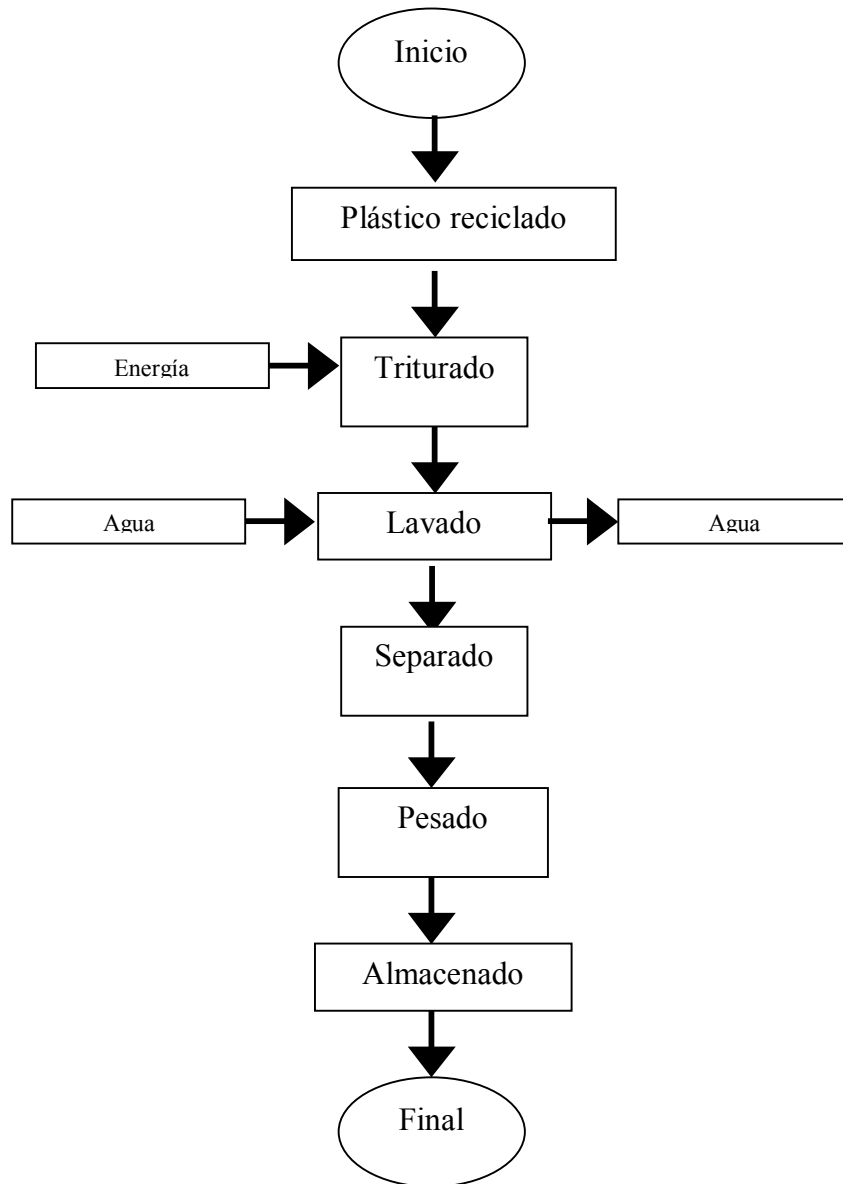


	MATERIAL: PAPEL	PRECIO		PRECIO	
<h2 style="color: orange;">Empresas Recicladoras</h2> <h3 style="color: orange;">Lista de compradores y precios Guatemala</h3>  <p style="font-size: small;">Nota: La información sobre las empresas recicladoras no es un dato exhaustivo, por lo tanto, se sugiere a cualquier comprador en Guatemala, que los interesados contacten a sí mismos, las empresas indicadas.</p>	<b>COORDINADORA CENTRO AMERICANA</b> 4 <sup>a</sup> Ave. 7-45, Zona 4 Tel. 338-0626	Papel oficina Q200.00 qq Papel periódico Q180.00 qq Reciclado Q100.00 qq	<b>CCAD</b> 2 <sup>a</sup> Ave. 2-16, Zona 9 Tel. 368-1717	Todo clase envases de vidrio. Kerosene (de 2000-5000) y aceites lubricados. Clasificados por color, sin tapaduras. Q 9.00 qq Vidrio de embotellar (caja) Q 5.00 qq	
	<b>DOMINICANA</b> 601 Calle 3-53, Zona 18, La Reforma Tel. 442-3180	Papel oficina Q200.00 qq Papel periódico Q12.00 qq Reciclado Q15.00 qq	<b>MECA RECIKLAR 2000</b> 3 <sup>a</sup> Ave. 30-25, Zona 8 Tel. 440-1050	<b>MATERIALES TRESORA</b> Ca. calle 10-45 zona 10 Tel. 471-0440	Materiales reciclados: Q 2.50 lb. Reciclado papel grueso Q 2.00 lb. Lata de aluminio Q 3.00 lb. Aluminio reciclado Q 2.85 lb. Aluminio Q 2.25 lb. Lata de aluminio Q 3.00 lb. Aluminio molido Q 3.00 lb.
	<b>DISO S.A.</b> 81 Calle 1-33, Zona 1 Tel. 221-1372	Papel oficina Q200.00 qq Papel periódico Q100.00 qq Reciclado Q15.00 qq	<b>MATERIALES TRESORA</b> Ca. calle 10-45 zona 10 Tel. 471-0440	<b>MATERIALES OTROS METALES</b>	Hierro Q 7.00 qq Cobre 1 Q 4.00 lb. Cobre 2 Q 4.00 lb. Cobre Brillante Q 5.00 lb. Bronce Q 6.50 lb.
	<b>CENTRO AMERICANO</b> Ave. 10 Carretera al Peten, Zona 12 Tel. 358-4571	Papel todo clase Q10.00 qq	<b>RECICLA S.A.</b> Ca. calle 13-47, zona 8 de Miraflores Grupo San Gabriel Tel. 478-1500/458-8237	<b>MATERIALES PVC</b>	Madera para industrial Reciclado de PVC reciclado de calidad Q 1.00 lb.
	<b>RECICLA</b> 3 <sup>a</sup> Ave. 2-16, Zona 9 Tel. 368-1717	Papel de embotellar Q200.00 qq Papel Q100.00 qq	<b>PRO-IMPULSO DE CENTRO AMERICANO</b> Ave. Itzapa y 56 Calle, Zona 12 Tel. 478-5681	<b>MATERIALES CUERO</b> RECICLA 3 <sup>a</sup> Ave. 2-16, Zona 9 Tel. 368-1717	Todo clase de resaca Q 1.00 lb.
	<b>RECYCLING CENTER</b> 41 Avenida de la Amistad Tel. 308-0200	Papel de oficina Q45.00 qq Reciclado Q25.00 qq	<b>MATERIALES CARTON</b>		
		<b>MATERIALES CARTON</b>	Cartón ligero Q10.00 qq		
		<b>MATERIALES PLASTICO</b>			
		<b>PRO-IMPULSO DE CENTRO AMERICANO</b> Ave. Itzapa y 56 Calle, Zona 12 Tel. 478-5681	Resaca de granulado o Agua para Q10.00 qq Resaca de papel y fibra. Sin líquido, sin impurezas y sin resaca Q80.00 qq Solo resaca Q90.00 qq		
		<b>RECICLA</b> 3 <sup>a</sup> Ave. 2-16, Zona 9 Tel. 368-1717	Cables de plástico Q 0.40 lb/qq		

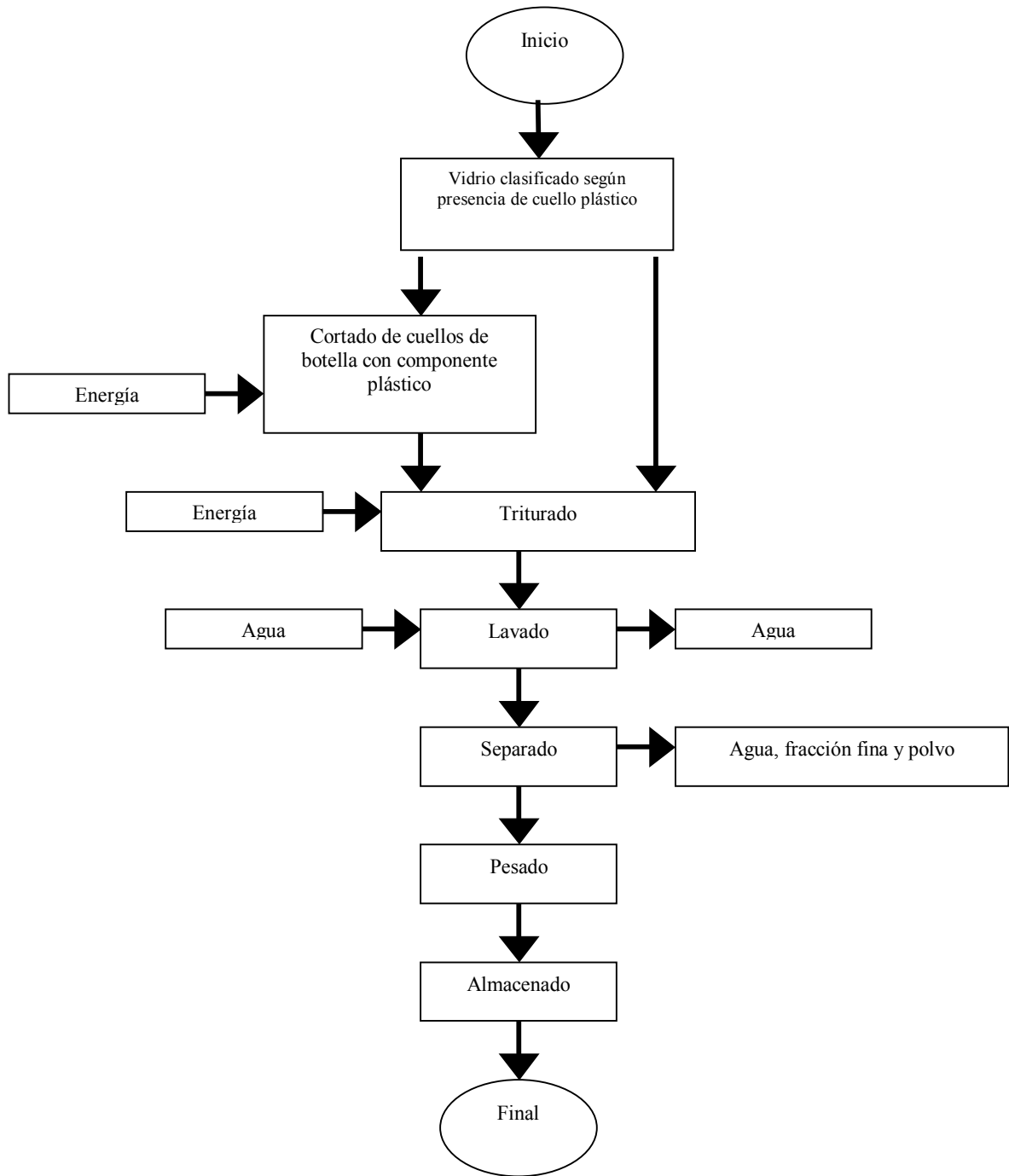
## Anexo 2. Muestreo de desechos sólidos 2004. Programa Eco-Zamorano

	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Peso Total (Kg)</b>	<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>/día)</b>
<b>Plástico</b>	4	6.67	42.72	26.66	1.6
<b>Papel</b>	2.5	4.16	26.64	82.6	0.32
<b>Cartón</b>	4	6.67	42.72	90.69	0.47
<b>Periódico</b>	0	0	0	500	0
<b>Aluminio</b>	0.3	0.5	3.2	16	0.2
<b>Vidrio</b>	0	0	0	260.8	0
<b>Otros</b>	49.2	82	525.19	127.27	4.13
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>640.47</b>		<b>6.72</b>

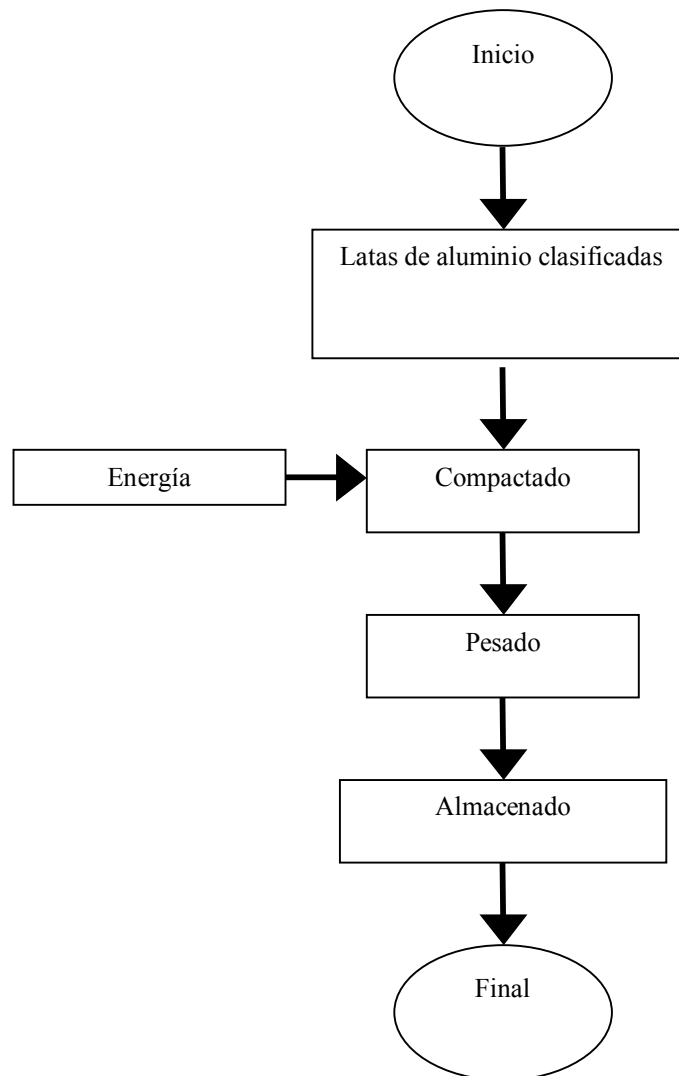
## Anexo 3. Flujo de proceso para el pre-tratamiento de plástico



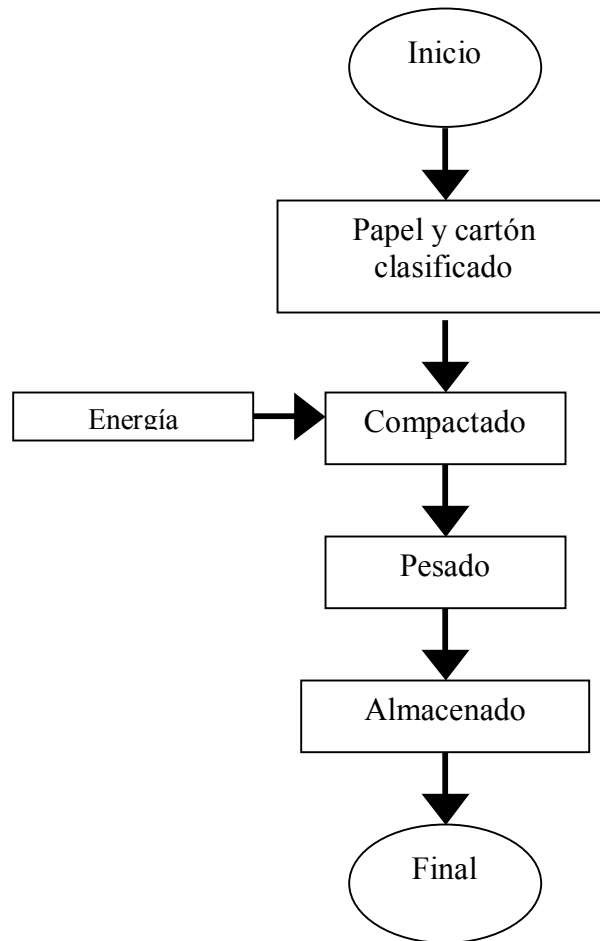
## Anexo 4. Flujo de proceso para el pre-tratamiento de vidrio



## Anexo 5. Flujo de proceso para el pre-tratamiento de latas de aluminio



## Anexo 6. Flujo de proceso para el pre-tratamiento de papel y cartón





Anexo 7. Datos históricos, Programa Eco-Zamorano producción de material reciclado año 2005 (Kg/año)

	<b>Papel y Cartón</b>	<b>Envases (PET)</b>
<b>Enero</b>	0*	0*
<b>Febrero</b>	4,396.14	0*
<b>Marzo</b>	2,174.65	133.36
<b>Abril</b>	0*	0*
<b>Mayo</b>	1,386.36	714.55
<b>Junio</b>	0*	90.91
<b>Julio</b>	2,078.64	850.00
<b>Agosto</b>	391.64	253.00
<b>Septiembre</b>	0*	48.91
<b>Octubre</b>	1,720.09	838.08
<b>Noviembre</b>	1,393.18	1,009.09
<b>Diciembre</b>	643.64	0*
	14,184.33	3,937.90
<b>Producción Total Kg/año de material reciclado</b>		<b>18,974.23</b>

\*Se asume que el material se almaceno hasta el siguiente mes.

Anexo 8. Especificaciones de la maquinaria

<b>Especificaciones - Trituradora Plástico</b>	
<b>Potencia instalada (HP)</b>	5
<b>Número de cuchillas</b>	3
<b>n° de rev./min. Cuchillas</b>	25
<b>Producción (Kg/hora)</b>	30
<b>Dimensiones</b>	
<b>Alto (cm)</b>	160
<b>Largo (cm)</b>	130
<b>Ancho (cm)</b>	75
<b>Ancho de la boca (cm)</b>	16 x 16

<b>Especificaciones - Trituradora Vidrio</b>	
<b>Potencia instalada (HP)</b>	5
<b>Número de cuchillas</b>	No disponible
<b>n° de rev./min. Cuchillas</b>	No disponible
<b>Producción (Kg/hora)</b>	200
<b>Dimensiones</b>	
<b>Alto (cm)</b>	127
<b>Largo (cm)</b>	85
<b>Ancho (cm)</b>	50
<b>Ancho de la boca (cm)</b>	20 x 20

<b>Especificaciones - Prensa Hidráulica</b>					
<b>Parámetro</b>		<b>Prensa pequeña (4 - 9 Kw)</b>		<b>Prensa grande (10 - 15 Kw)</b>	
		<b>Margen inferior</b>	<b>Margen superior</b>	<b>Margen inferior</b>	<b>Margen superior</b>
<b>Medidas de la paca en metros</b>	<b>Alto</b>	0.9	1.2	1.1	1.2
	<b>Ancho</b>	1.2	1.5	1.2	1.8
	<b>Profundidad</b>	0.75	0.90	0.75	1.20
<b>Presión hidráulica (bar)</b>		110	140	110	140
<b>Fuerza total (kg)</b>		16,000	24,000	27,000	35,000
<b>Altura total (m)</b>		2.4	3.6	3.7	4.5
<b>Duración de una prensada (s)</b>		25	47	45	55
<b>Número de prensadas necesarias para confeccionar una paca</b>		12	15	7	12









Anexo 10. Costos para el caso de exportar a Guatemala y para el caso del mercado local

	Exportando a Guatemala		Mercado Local	
	Con un 8% de reciclaje	Aumentando a un 18% el reciclaje	Con un 8% de reciclaje	Aumentando a un 18% el reciclaje
<b>Transporte</b>	\$4,000	\$10,000	0	0
<b>Energía</b>	\$53.12	\$119.51	\$49.56	\$111.52
<b>Mantenimiento</b>	\$360	\$360	\$360	\$360
<b>Total Costos</b>	<b>\$4,413.12</b>	<b>\$10,479.51</b>	<b>\$409.56</b>	<b>\$471.52</b>

Anexo 11. Ingresos generados para el caso de Guatemala y Honduras con un 8% y 18% de reciclaje

Caso Guatemala			
	Precios \$/Kg	Con 8% de reciclaje	Aumentando a 18%
<b>PET</b>	0.4	\$1,575.16	\$3,544.11
<b>Aluminio</b>	1.52	\$240.77	\$541.73
<b>Vidrio</b>	0.032	\$10.37	\$23.33
<b>HDPE</b>	0.395	\$145.99	\$328.48
<b>Papel</b>	0.18	\$1,276.59	\$2,872.33
<b>Cartón</b>	0.08	\$567.37	\$1,276.59
<b>Ahorro en relleno sanitario</b>		\$1,409.25	\$3,170.80
<b>Total Ingresos (\$/año)</b>		<b>\$5,225.49</b>	<b>\$11,757.36</b>

Caso Honduras			
	Precios \$/Kg	Con 8% de reciclaje	Aumentando a 18%
<b>PET</b>	0.268	\$1,054.83	\$2,373.37
<b>Aluminio</b>	1.281	\$202.93	\$456.58
<b>Vidrio</b>	No se comercializa	\$0.00	\$0.00
<b>HDPE</b>	No se comercializa	\$0.00	\$0.00
<b>Papel</b>	0.099	\$702.08	\$1,579.69
<b>Cartón</b>	0.017	\$123.90	\$278.77
<b>Ahorro en relleno sanitario</b>		\$1,409.25	\$3,170.80
<b>Total Ingresos (\$/año)</b>		<b>\$3,492.98</b>	<b>\$7,859.21</b>

## Anexo 12. Empresas contactadas en Guatemala con respectivos precios

<b>RECIPA</b>				
	<b>Precio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio \$/Kg</b>	<b>Precio L/Kg</b>
<b>PET</b>	400	\$/Ton	0.4	7.56
<b>Latas de aluminio</b>	70	\$/qq	1.52	28.71
<b>Vidrio</b>	1.5	\$/qq	0.032	0.60
<b>Papel oficina</b>	2.7	\$/qq	0.058	1.10
<b>Cartón</b>	2.55	\$/qq	0.055	1.04

<b>Contacto: Srta. Brenda Palacio</b>
<b>Tel. 362-1717</b>

<b>Reciclados de Centro América</b>	
	<b>Precio \$/Kg</b>
<b>PET</b>	0.197
<b>Latas de aluminio</b>	0.364
<b>PEHD</b>	0.395

<b>Contacto: Srta. Marisol Orellana</b>
<b>Tel. 326-5688</b>

<b>Mega Reciclaje 2000</b>				
	<b>Precio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio \$/Kg</b>	<b>Precio L/Kg</b>
<b>Latas de aluminio</b>	62.55	\$/qq	1.35	25.5015

<b>Contacto: Sr. Anibal Marroquín</b>
<b>Tel. 440-2056</b>

<b>RECINSA</b>				
	<b>Precio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio \$/Kg</b>	<b>Precio L/Kg</b>
<b>Papel</b>	180	\$/Ton	0.18	3.4002
<b>Cartón</b>	80	\$/Ton	0.08	1.5112

<b>Contacto: Sr. Edin Veza</b>
<b>Tel. 255-4726</b>