

Prácticas de Recuperación

En la actualidad, la mayor cantidad de materiales recuperados en el área de estudio, ocurre en los vertederos El Balcón y Onia, donde la actividad informal de recuperadores marginales, se convierte en el aporte más importante en este sentido; en los botaderos La Roca y San Felipe, por las características de los terrenos donde se encuentran ubicados (Laderas con alta pendiente), es imposible realizar esta actividad.

En la Tabla 21, aparece la información recolectada en los vertederos El Balcón y Onia.

Tabla 21. Cantidad mensual promedio de materiales recuperados en los sitio de disposición final de las zonas 1 y 4. Año 1996.

MATERIALES	ZONA 1		ZONA 4	
	ton / mes	%	ton / mes	%
PAPEL	20	34	8	24
CARTÓN	8	13	4	12
VIDRIO	28	47	18	54
ALUMINIO	1,2	2	1,2	4
PLÁSTICO	0,5	1	1	3
OTROS ^(*)	1,8	3	1,2	4

Fuente: Elaboración propia

(*) Otros materiales como hierro, latón, cobre, bronce y gomas.

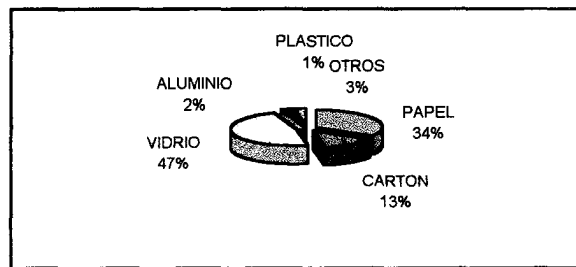
En las Figuras 18 y 19, se puede apreciar que los materiales con mayor porcentaje de recuperación son el vidrio y el papel. Esto tiene su explicación en el hecho de que las industrias con mayor porcentaje de incorporación de materia prima recuperada a sus procesos productivos, son las del vidrio y el papel.

Los materiales que presentan un bajo porcentaje de recuperación, son el plástico y el aluminio, esto tiene dos explicaciones diferentes; el aluminio es un material que como se expuso anteriormente, a tendido a desaparecer de los desechos sólidos urbanos que llegan a disposición final, y el caso del plástico se sustenta en que las empresas venezolanas que fabrican productos con este material, han iniciado recientemente la incorporación en su proceso de mayores cantidades de plástico recuperado, por lo que el desarrollo de este mercado hasta ahora es cuando se está observando.

En cuanto a las cantidades de los materiales recuperados en sitio de generación, solo se evaluó la situación que se presenta en el sector Los Cueros de la ciudad de Mérida, donde existe un centro de acopio desde hace cinco años el cual lleva buenos registros de las cantidades recuperadas de materiales; en la Tabla 22 aparece la información del promedio mensual recuperado para el año 1996.

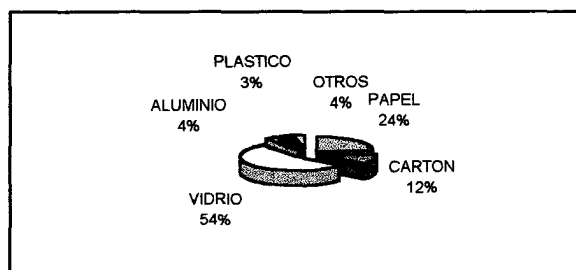
Los porcentajes de los materiales recuperados muestran un situación similar a la que se presenta en los sitios de disposición final, esto se refleja en que los materiales que presentan los porcentajes más altos de recuperación son el papel y el vidrio.

También se puede observar los índices mas elevados que presentan el aluminio y el plástico en comparación con los que se obtuvo en los vertederos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Distribución porcentual de los materiales recuperados en la zona 1. Año 1996.



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Distribución porcentual de los materiales recuperados en la zona 4. Año 1996.

En la región existe transporte de materiales recuperados a plantas industriales, pero no se pudo determinar el porcentaje de recuperación debido a que las diferentes procedencias de los materiales no permitió la cuantificación de la producción. Las fundiciones de la ciudad de El Vigía son las industrias regionales que utilizan un alto porcentaje de material recuperado, que tiene variadas procedencias, lo cual imposibilitó el cálculo de los porcentajes de recuperación.

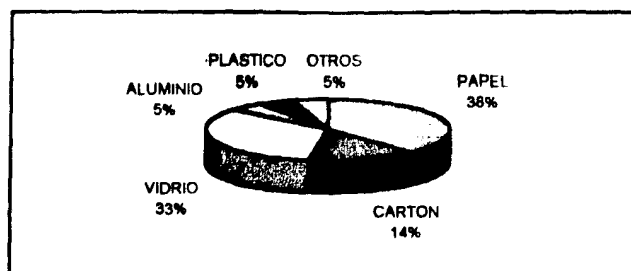
De manera general, el porcentaje de recuperación de la región se encuentra cercano al 1,5%, siendo las zonas 1 y 4 las que inciden de manera directa en este resultado. No está incluida la recuperación incipiente de las zonas 2 y 3, ni el transporte a plantas industriales por lo expuesto en el párrafo anterior.

Tabla 22. Cantidad mensual promedio de los materiales recuperados en el centro de acopio de los Curos (CERCUS). Año 1996.

MATERIALES	CENTRO DE RECICLAJE LOS CUROS	
	ton / mes	%
PAPEL	0,8	38
CARTÓN	0,3	14
VIDRIO	0,7	33
ALUMINIO	0,1	5
PLÁSTICO	0,1	5
OTROS ^(*)	0,1	5

Fuente: CERCUS 1996

(*) Otros materiales como latón y cajas para huevos



Fuente. Elaboración propia

Figura 20. Distribución porcentual de los materiales recuperados en el centro de reciclaje Los Curos (CERCUS). Año 1996.

Evaluación Financiera de las Alternativas Planteadas

Para la realización de la evaluación financiera se utilizaron precios del año 1996, todos los rubros se presentan en dólares americanos para facilitar la actualización de precios, teniendo en cuenta que se utilizaron precios y costos obtenidos por trabajos realizados en otros países. El precio base del dólar fue US\$1 = Bs 470.

Con respecto a los criterios de evaluación financiera, se debe tener claro que un proyecto de cualquiera de las dos alternativas es viable o rentable si el VAN es positivo y el TIR es mayor que la tasa de descuento utilizada.

Los conceptos utilizados para la realización del análisis financiero de la alternativa 1 fueron:

- ♦ Ingresos:
 - ♦ Cobro de tarifa
- ♦ Egresos:
 - ♦ Costo de prestación del servicio
 - ♦ Diseño clausura y post-clausura vertedero y/o botadero actual
 - ♦ Ejecución del proyecto de clausura
 - ♦ Diseño relleno sanitario
 - ♦ Construcción relleno sanitario
 - ♦ Operación y mantenimiento relleno sanitario

Los conceptos utilizados para la realización del análisis financiero de la alternativa 2 fueron:

- ♦ Ingresos:
 - ♦ Cobro de tarifa
 - ♦ Venta de compost orgánico
 - ♦ Venta de materiales recuperados
- ♦ Egresos:
 - ♦ Costo de prestación del servicio
 - ♦ Diseño y construcción planta de separación y compostaje
 - ♦ Operación y mantenimiento planta de separación y compostaje
 - ♦ Diseño clausura y post-clausura vertedero y/o botadero actual
 - ♦ Ejecución del proyecto de clausura

- ♦ Diseño relleno sanitario
- ♦ Construcción relleno sanitario
- ♦ Operación y mantenimiento relleno sanitario

Los ingresos estimados utilizados para la evaluación financiera fueron:

■ **Tarifa anual promedio por habitante:**

- ♦ Zona 1 = US\$ 1,85 /hab
- ♦ Zona 2 = US\$ 0,95 /hab
- ♦ Zona 3 = US\$ 4,48 /hab
- ♦ Zona 4 = US\$ 1,91 /hab

Esta tarifa equivalente se obtuvo tomando como base para el cálculo, los ingresos que se generan en el cobro eficiente de la tarifa residencial promedio para cada localidad; se estimó la tarifa de esta forma para lograr una homogenización de la información recolectada en cada localidad.

Los ingresos por venta de compost y materiales recuperados, se calcularon de acuerdo con las cantidades estimadas de recuperación (ver Apéndice 8) y los precios de compra nacional (ver Tabla 6.).

Los costos estimados utilizados para la evaluación financiera fueron:

■ **Costo anual promedio de prestación del servicio de aseo urbano por habitante:**

- ♦ Zona 1 = US\$ 2,17 /hab
- ♦ Zona 2 = US\$ 1,64 /hab
- ♦ Zona 3 = US\$ 3,65 /hab
- ♦ Zona 4 = US\$ 3,14 /hab

Este rubro se calculó tomando como base los costos de prestación del servicio y el número de habitantes de cada municipio (ver Tablas 5 y 9), agrupados en las distintas zonas

■ **Diseño y construcción relleno sanitario:**

- ♦ Relleno sanitario convencional:
 - ◊ costo estimado promedio por tonelada a disponer = US\$ 1,5
 - ◊ rango de costos = US \$ 1 - 2 /ton

■ **Operación y mantenimiento relleno sanitario:**

- ♦ Relleno sanitario:
 - ◊ costo estimado promedio por tonelada a disponer = US\$ 6,5
 - ◊ rango de costos = US\$ 4 - 9 /ton

■ **Diseño de claUSura y post clausura Mérida y El Vigía = US\$ 5319**

■ **Ejecución del proyecto de clausura Mérida y El Vigía = US\$ 145745**

■ **Diseño de claUSura y post clausura Zea y Santa Cruz = US\$ 4256**

■ **Ejecución del proyecto de clausura Zea y Santa Cruz = US\$ 145745**

■ **Diseño y construcción planta de separación y compostaje:**

- ♦ Proceso aeróbico normal:
 - ◊ costo estimado por capacidad instalada toneladas a procesar diariamente = US\$ 11000
 - ◊ rango de costos: US\$ 8000 - 14000 /ton
- ♦ Proceso aeróbico acelerado:

- ◊ costo estimado por capacidad instalada toneladas a procesar diariamente = US\$ 25000
- ◊ rango de costos: US\$ 20000 - 30000 /ton
- Operación y mantenimiento planta de separación y compostaje:
 - ◆ Proceso aeróbico normal:
 - ◊ costo estimado por toneladas a procesar anualmente = US\$ 6
 - ◊ rango de costos: US\$ 4 - 8 /ton
 - ◆ Proceso aeróbico acelerado:
 - ◊ costo estimado por toneladas a procesar anualmente = US\$ 20
 - ◊ rango de costos: US\$ 15 - 25 /ton

Los costos estimados para los rellenos sanitarios, no incluyen compra de materiales, maquinaria y equipos, ni depreciación de maquinaria y equipos.

En la Tabla 23 se pueden apreciar los porcentajes de recuperación estimados para cada uno de los componentes en la planta de separación y compostaje, en el Apéndice 8 se pueden observar las cantidades estimadas de los materiales recuperados para cada zona.

Tabla 23. Porcentajes estimados de recuperación de materiales en la planta de separación y compostaje.

MATERIALES	PORCENTAJE RECUPERADO (%)
Desechos orgánicos putrecibles	55
Papel	50
Cartón	50
Plástico	50
Vidrio	80
Aluminio	100
Latón	100

FUENTE: Elaboración Propia.

De acuerdo con los criterios financieros expuestos en la revisión de literatura, se obtuvieron los índices financieros para las dos alternativas planteadas, para cada una de las zonas del área de estudio. Los flujos de caja de cada alternativa y para cada escenario de generación se reportan en el Apéndice 9.

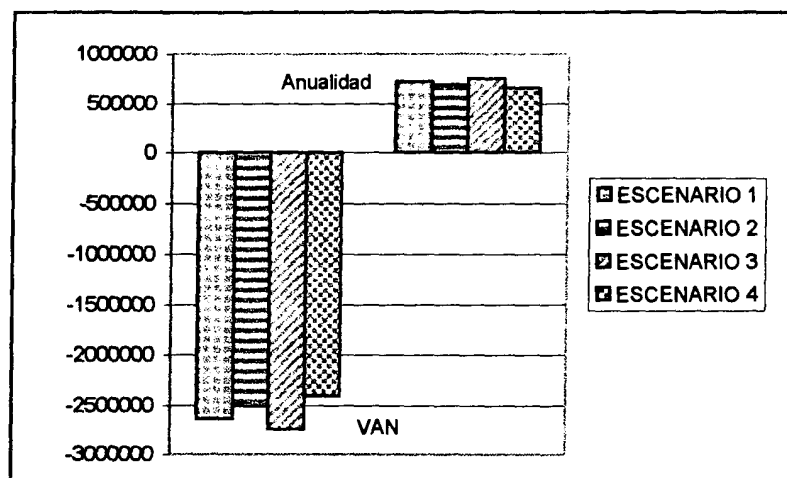
En la Tabla 24, se puede observar la rentabilidad negativa de implementar la alternativa 1 en todas las zonas, manteniendo la situación actual de recaudación (los ingresos en esta alternativa están representados solamente por el cobro de la tarifa), lo que implicaría un aumento del subsidio por parte del estado o el aumento de las tarifas para mejorar los recaudos y disminuir o eliminar este subsidio, todo esto relacionado a una mejora sustancial del sistema de disposición.

En la Figura 21, se puede observar la sensibilidad del valor actual neto con respecto a cada uno de los escenarios de generación para la zona 1, un aumento en la generación, representaría un incremento directo de los costos de inversión y de prestación del servicio de aseo urbano, la anualidad representa los montos anuales o subsidio, que tendría que sufragar el municipio para mantener el servicio de aseo urbano en operación. Esta misma situación se presenta en todas las zonas.

Tabla 24. Resultados de la evaluación financiera alternativa 1. (Tasa de descuento 27%).

CRITERIOS FINANCIEROS	ALTERNATIVA 1 RELLENO SANITARIO CONVENCIONAL			
ZONA 1	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
VAN (US.\$)	- 2' 634.418	- 2' 510.609	- 2' 740.375	- 2' 410.291
TIR (%)	.	.	.	.
ANUALIDAD(US.\$)	717.313	683.602	746.164	656.287
ZONA 2	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
VAN (US.\$)	- 434.924	- 418.682	- 446.213	- 421.210
TIR (%)	.	.	.	.
ANUALIDAD(US.\$)	118.423	114.001	121.497	114.689
ZONA 3	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
VAN (US.\$)	- 24435	- 23.834	- 26.743	- 22.126
TIR (%)	.	.	.	.
ANUALIDAD(US.\$)	6.653	6.490	7.282	6.025
ZONA 4	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
VAN (US.\$)	- 1' 129.482	- 1' 089.273	- 1' 157.640	- 1' 061.122
TIR (%)	.	.	.	.
ANUALIDAD(US.\$)	307.541	296.593	315.208	288.928

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Alternativa 1, sensibilidad del VAN frente a cada escenario de recolección para la zona 1.

Para la alternativa 2, se obtuvieron resultados financieros positivos para las zonas 2, 3 y 4, y negativos para la zona 1 (ver Tabla 25). En la zona 1 los ingresos obtenidos por la venta del compost y los materiales recuperados sumados al recaudo eficiente de la tarifa equivalente, no

dan viabilidad a la implementación de esta alternativa, por lo cual sería necesario mantener un subsidio para garantizar el funcionamiento del sistema o aumentar los recaudos y así eliminar o disminuir la carga fiscal del estado.

Tabla 25. Resultados de la evaluación financiera alternativa 2. (Tasa de descuento 27%).

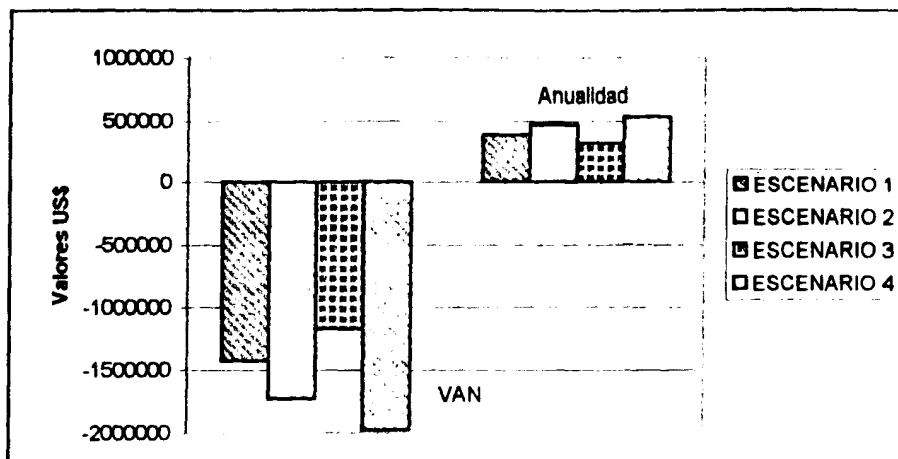
CRITERIOS FINANCIEROS	ALTERNATIVA 2. PLANTA DE SEPARACIÓN Y COMPOSTAJE			
ZONA 1	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
VAN (US.\$) TIR (%) ANUALIDAD(US.\$)	- 1' 430.847 18,78 389.599	- 1' 726.433 16,70 470.682	- 1' 170.599 20,53 318.737	- 1' 974.042 14,68 537.503
ZONA 2	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
VAN (US.\$) TIR (%) ANUALIDAD(US.\$)	464.063 69,03 .	401.750 65,26 .	506.789 71,56 .	409.536 65,99 .
ZONA 3	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
VAN (US.\$) TIR (%) ANUALIDAD(US.\$)	35.315 49,46 .	33.025 48,36 .	44.123 53,48 .	26.507 45,11 .
ZONA 4	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
VAN (US.\$) TIR (%) ANUALIDAD(US.\$)	1' 582.758 50,20 .	1' 298.737 47,04 .	1' 781.772 52,32 .	1' 099.840 44,69 .

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en la alternativa 1, el valor actual neto es sensible a una variación en la generación, una disminución representa una baja de la rentabilidad, caso contrario que en la alternativa 1(ver Figura 22).

Al comparar las dos alternativas para todas las zonas, la número 2 representaría la mejor opción. En las zonas donde presenta rentabilidad positiva, los indicadores son claros y ésta sería la opción a implementar; pero en la zona 1 donde la rentabilidad es negativa para ambas alternativas, la diferencia radicaría en el menor monto (anualidad) que representa para el estado subsidiar el sistema total o parcialmente, en la medida que se realice o no un ajuste en las tarifas que se cobran actualmente.

Con respecto a los costos y beneficios utilizados en la presente investigación cabe hacer los siguientes comentarios: se consideró un mercado estable y garantizado para el compost y los materiales reciclados, sabiendo las posibles variaciones que éste puede sufrir, la sensibilidad de las alternativas se enfocó hacia la variación de la cantidad de desechos. Los costos de construcción y operación de los rellenos sanitarios fueron estimados de relaciones desarrolladas basados en la situación colombiana, donde algunos rubros pueden tener costos superiores o inferiores a los que se presentan en Venezuela, como por ejemplo, los costo de hora/hombre, hora/maquina, costos de combustibles y repuestos, materiales importados, etc. una mejor aproximación se obtendría en un estudio de factibilidad.



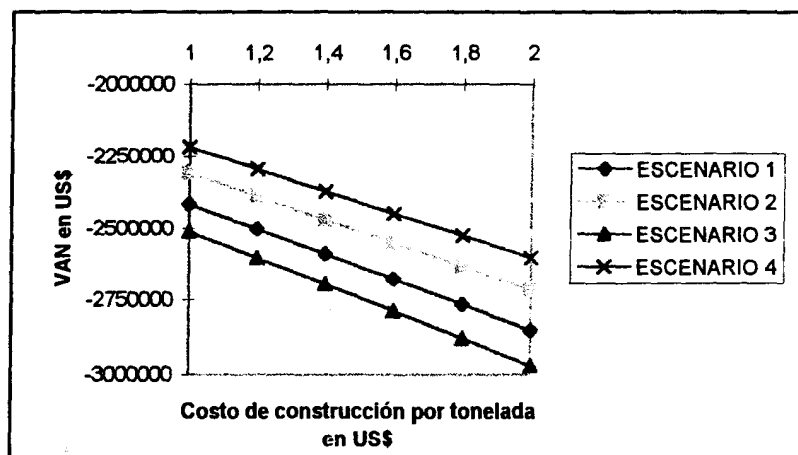
Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Alternativa 2, sensibilidad del VAN frente a cada escenario de recolección para la zona1.

Análisis de Sensibilidad

A continuación se presenta el análisis de sensibilidad del VAN frente a la variación de los costos de construcción y operación de la alternativa 1.

En la Figura 23, se presenta el análisis de sensibilidad del VAN a la variación de los costos de construcción de la alternativa 1, para cada uno de los escenarios de recolección de la zona 1, en esta figura se puede observar que un aumento en los costos de construcción por tonelada implica un aumento negativo del valor actual neto, caso contrario ocurre con una disminución de los costos de construcción. En el disquete anexo se puede observar utilizando el programa Microsoft Excel 5.0 o superior, los flujos de caja de donde se obtuvieron estos resultados.

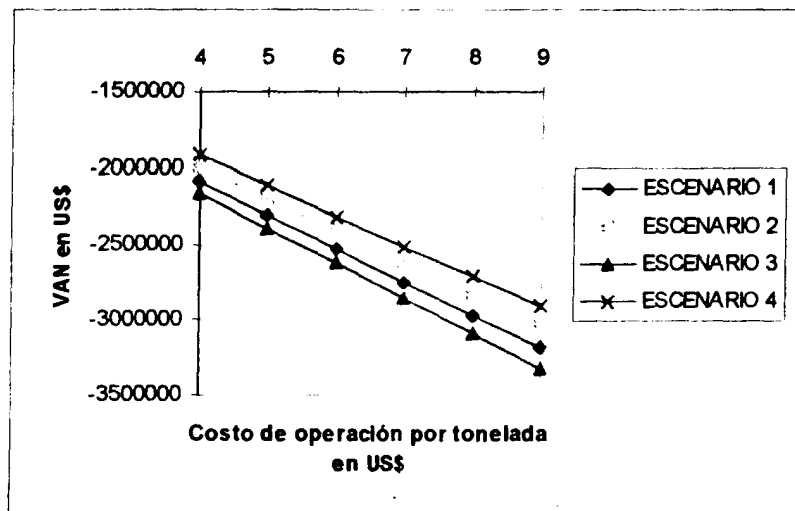


Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Sensibilidad del VAN a la variación de los costos de construcción. Alternativa 1, Zona 1.

Este mismo comportamiento se presenta para todas las zonas evaluadas, puesto que la variación del valor actual neto es, en todo los casos, directamente proporcional a la variación de los costos de construcción de la alternativa 1.

En la Figura 24 se presenta el análisis de sensibilidad del VAN a la variación de los costos de operación de la alternativa 1, para cada uno de los escenarios de recolección de la zona 1, en esta figura se puede observar que un aumento en los costos de operación por tonelada, implica un aumento negativo del valor actual neto, caso contrario ocurre con una disminución de los costos de operación.



Fuente: Elaboración propia

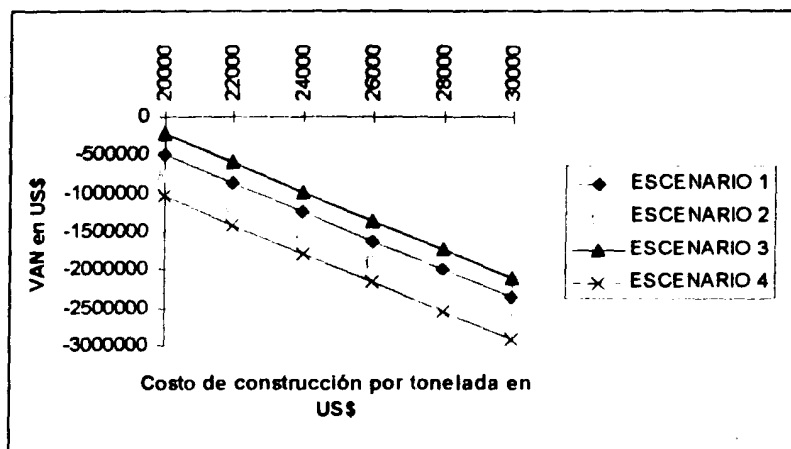
Figura 24. Sensibilidad del VAN a la variación de los costos de operación. Alternativa 1, Zona 1.

Este mismo comportamiento se presenta para todas las zonas evaluadas, puesto que la variación del valor actual neto es, en todos los casos, directamente proporcional a la variación de los costos de operación de la alternativa 1.

Un análisis similar se hizo para la alternativa 2. A continuación se muestran los resultados obtenidos. En la Figura 25 se presenta el análisis de sensibilidad del VAN a la variación de los costos de construcción de la alternativa 2, para cada uno de los escenarios de recolección de la zona 1, en esta figura se puede observar que un aumento en los costos de construcción por tonelada, implica un aumento negativo del valor actual neto, caso contrario ocurre con una disminución de los costos de construcción.

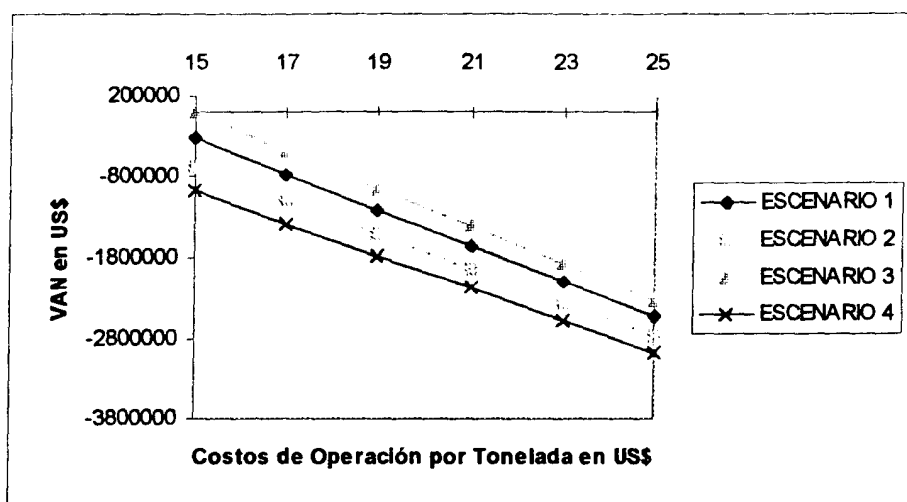
Este mismo comportamiento se presenta para todas las zonas evaluadas, puesto que la variación del valor actual neto en todo los casos es directamente proporcional a la variación de los costos de construcción de la alternativa 2, para cualquiera de los dos tipos de planta.

En la Figura 26 se presenta el análisis de sensibilidad del VAN a la variación de los costos de operación de la alternativa 2, para cada uno de los escenarios de recolección de la zona 1, en esta figura se puede observar que un aumento en los costos de construcción por tonelada, implica un aumento negativo del valor actual neto, caso contrario ocurre con una disminución.



Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Sensibilidad del VAN a la variación de los costos de construcción. Alternativa 2, Zona 1.



Fuente: Elaboración propia

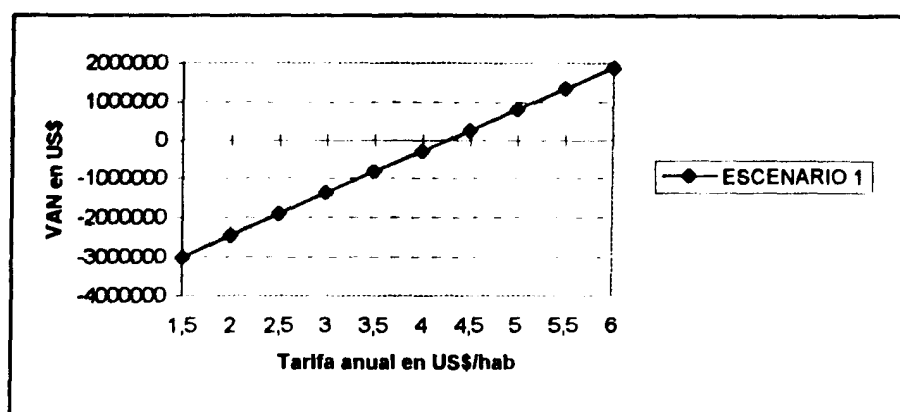
Figura 26. Sensibilidad del VAN a la variación de los costos de operación. Alternativa 2, Zona 1.

Este mismo comportamiento se presenta para todas las zonas evaluadas, puesto que la variación del valor actual neto en todos los casos es directamente proporcional a la variación de los costos de operación de la alternativa 2.

De manera similar se realizó un análisis de sensibilidad del VAN ante la variación de la tarifa anual equivalente por habitante, los resultados obtenidos se presentan a continuación.

En la Figura 27 se puede observar el análisis de sensibilidad del valor actual neto con respecto a la variación de la tarifa anual equivalente por habitante para la alternativa 1, en el escenario de recolección 1 para la zona 1, se puede apreciar en la figura que el proyecto empieza a ser rentable a partir de tarifas superiores a 4,4 US\$/hab - año, lo que implica un aumento en la

tarifa equivalente actual por habitante de US\$ 2,55 para poder recuperar los costos de inversión y operación del proyecto durante su vida útil.



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Sensibilidad del VAN a la variación de la tarifa equivalente por habitante. Alternativa 1 escenarios de recolección 1, Zona 1.

Este comportamiento del VAN con respecto de la variación de la tarifa anual equivalente por habitante es igual para todos los escenarios de recolección, en todas las zonas. En la Tabla 26 se puede observar los resultados del análisis para todas las zonas.

Tabla 26. Resultados del análisis de sensibilidad . Alternativa 1.

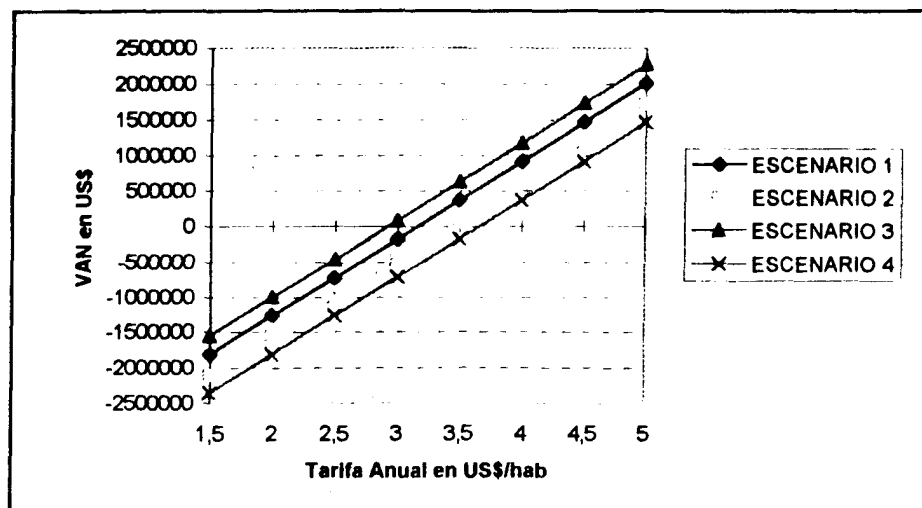
TARIFA ANUAL en US\$/hab	ALTERNATIVA 1. RELLENO SANITARIO			
ZONA 1	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
Actual	1,85	1,85	1,85	1,85
Incremento	2,55	2,43	2,65	2,33
Mínima ^(*)	4,40	4,28	4,50	4,18
ZONA 2	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
Actual	0,95	0,95	0,95	0,95
Incremento	2,31	2,22	2,37	2,24
Mínima ^(*)	3,26	3,17	3,32	3,19
ZONA 3	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
Actual	4,48	4,48	4,48	4,48
Incremento	1,87	1,82	2,04	1,69
Mínima ^(*)	6,35	6,3	6,52	6,17
ZONA 4	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
Actual	1,91	1,91	1,91	1,91
Incremento	4,00	3,86	4,10	3,76
Mínima ^(*)	5,91	5,77	6,01	5,67

Fuente: Elaboración propia

(*) VAN = 0

En la Figura 28 se puede observar el análisis de sensibilidad del valor actual neto con respecto a la variación de la tarifa equivalente anual por habitante para la alternativa 2, en todos los escenarios de recolección para la zona 1. Se puede apreciar que el proyecto empieza a ser

rentable a partir de tarifas equivalentes por habitante superiores a 3,23, 3,52, 2,98 y 3,76 US\$/hab/año respectivamente para cada escenario, lo que implica un aumento en la tarifa equivalente por habitante al año de US\$ 1,38, 1,67, 1,13 y 1,91 para poder recuperar los costos de inversión y operación del proyecto durante su vida útil.



Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Sensibilidad del VAN a la variación de la tarifa equivalente por habitante. Alternativa 2, Zona 1.

Esta situación solo se presenta en la zona 1 donde la alternativa 2 presenta un rentabilidad negativa, en las demás zonas no sería necesario incrementar la tarifa para dar viabilidad al proyecto. En la Tabla 27, están tabulados los resultados obtenidos del análisis de sensibilidad.

Tabla 27. Resultados del análisis de sensibilidad. Alternativa 2.

TARIFA ANUAL en US\$/hab	ALTERNATIVA 2. PLANTA DE SEPARACIÓN Y COMPOSTAJE			
	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
ZONA 1				
Actual	1,85	1,85	1,85	1,85
Incremento	1,38	1,67	1,13	1,91
Mínima (*)	3,23	3,52	2,98	3,76

Fuente: Elaboración propia

(*) VAN = 0

Descripción de las Alternativas Complementarias.

Las dos alternativas planteadas en esta parte buscan la reducción y manipulación de los desechos en el origen, por lo que estas alternativas son complementarias de la alternativa 1 planteada a corto plazo.

Estas alternativas requerirían un estudio aparte para lograr evaluarlas, puesto que son desarrolladas exclusivamente para una comunidad, localidad o región, de acuerdo con sus características sociales y culturales propias.

A continuación se realiza una descripción breve de las prioridades mínimas que debe cumplir un plan de educación ambiental.

Plan de Educación Ambiental

El plan de educación ambiental para la reducción y recuperación de los desechos sólidos en origen, debe estar orientado hacia la valoración de los componentes de los desechos sólidos, como forma de promover la conservación de los recursos naturales renovables y el ambiente.

El primer paso, para lograr poner en marcha un plan con estas características, es contar con un marco legal que respalde las acciones encaminadas a implantar en la comunidad una conciencia ambiental que responda a las expectativas propuestas en el párrafo anterior.

El segundo paso está referido a la divulgación masiva de la información básica, a través de los medios de comunicación, cátedras escolares, talleres comunales, etc. con el fin de dar a conocer los beneficios que genera participar de la propuesta.

La información básica debe expresar los beneficios que se obtendrían al lograr la incorporación de la comunidad a la ejecución del plan, por ejemplo: Disminución de las cantidades de desechos que se deben disponer adecuadamente, preservación de los recursos naturales, disminución de la contaminación de suelos y fuentes de agua, generación de empleo, economización de energía, etc.

El tercer paso es incentivar a la comunidad y al sector privado a participar en el plan; el desarrollo de propuestas que lo beneficien directamente es la forma mas efectiva de lograrlo. Un ejemplo podría ser la reducción o eliminación de un impuesto municipal para las comunidades e industrias que participen activamente.

El cuarto paso se refiere a la implementación de las estrategias; de acuerdo con una zonificación de la ciudad se determina qué tipo de recolecta selectiva se debe aplicar, por ejemplo: en las urbanizaciones cerradas que cuentan con espacio suficiente, colocar contenedores especiales para cada componente a separar, que luego se debe recoger por el sistema que se disponga para tal fin. Crear centros locales de recepción de materiales, donde la comunidad lleve a vender o deposite gratuitamente (cual sea el caso) los materiales separados en sus respectivos hogares, urbanizaciones o barriadas.

La administración local debe asumir la responsabilidad de planificar e instrumentar el plan, que se viabiliza realizando los estudios que garanticen que exista el mercado para los materiales recuperados, que se escojan las estrategias adecuadas a las características propias del área de implementación y que se determinen los costos y las posibles fuentes de financiamiento del plan.

La instrumentación del plan debe involucrar directamente a la comunidad, y se debe empezar su implementación en escuelas, liceos, juntas parroquiales y de vecinos; y en todas las asociaciones civiles que existan en la localidad, tomando como punto de partida la implementación en la instituciones de la administración local.

De esta parte se desprende la alternativa planteada a mediano plazo, la promoción de grupos solidarios para la colecta selectiva de los materiales recuperados, mediante la creación o el patrocinio de centros de acopio a nivel local.

Promoción de Grupos Solidarios de Recuperación

A pesar de que esta alternativa forma parte de un plan ambiental general, se podría desarrollar como punto de partida del mismo. Un ejemplo que ilustra claramente esta situación es el centro de reciclaje los Curos (CERCUS), con más de cinco años de funcionamiento en el sector de los Curos de la ciudad de Mérida.

Este centro nace como una iniciativa de La Asociación Civil Cátedra de la Paz "Monseñor Oscar Amulfo Romero", cuyo objetivo principal es la ejecución de programas y proyectos orientados a fomentar valores y potenciar al ser humano para la participación comunitaria en función del desarrollo local.

La comunidad de los Curos cuenta con aproximadamente 25000 habitantes y se ha convertido en el principal centro de acción de la Cátedra de la Paz, donde se desarrolla el programa piloto CERCUS, creado en 1992 con la participación de varias asociaciones comunales del área, reunidas en la Coordinadora de Grupos Los Curos.

CERCUS funciona como un centro de acopio comunitario, que busca la autogestión, participación, educación y organización de la comunidad en torno al aprovechamiento de los desechos sólidos.

El centro fue concebido como una pequeña empresa de comercialización y procesamiento de varios materiales para el reciclaje y el reúso, siendo la comunidad la beneficiaria directa y principal.

A pesar de ser una gran iniciativa, CERCUS presenta algunas limitantes que han impedido su desarrollo y fortalecimiento, una de ellas es la logística del centro; su horario de atención a la comunidad es de medio día, situación que limita la participación de los ciudadanos en el programa; además de lo anterior, el local donde se encuentra ubicado no tiene la capacidad suficiente para su crecimiento. CERCUS cuenta con un vehículo para transportar los materiales recuperados, el cual es utilizado para otras actividades (mudanzas, y acarreos en general).

Otra limitante para que el centro acelere su crecimiento, es el desconocimiento y la falta de conciencia de muchos de los habitantes de la comunidad de los Curos, que no logran cambiar el concepto errático de desecho como basura y aun subestiman la capacidad de estos de generar recursos.

Por tal razón, CERCUS diseñó un proyecto denominado "Educación ambiental sobre el reciclaje en la comunidad de los Curos", el cual se inicio en 1994 con el apoyo de la Fundación Polar.

Básicamente el proyecto consiste en impartir charlas a niños escolares en dos tipos de módulos denominados "Educándonos para el ambiente" y "Educándonos para el reciclaje", el cual es potenciado con la realización de un festival denominado "Reciclando para el ambiente" donde se realizan variadas actividades orientadas a incentivar la participación de las familias del sector a través de los niños.

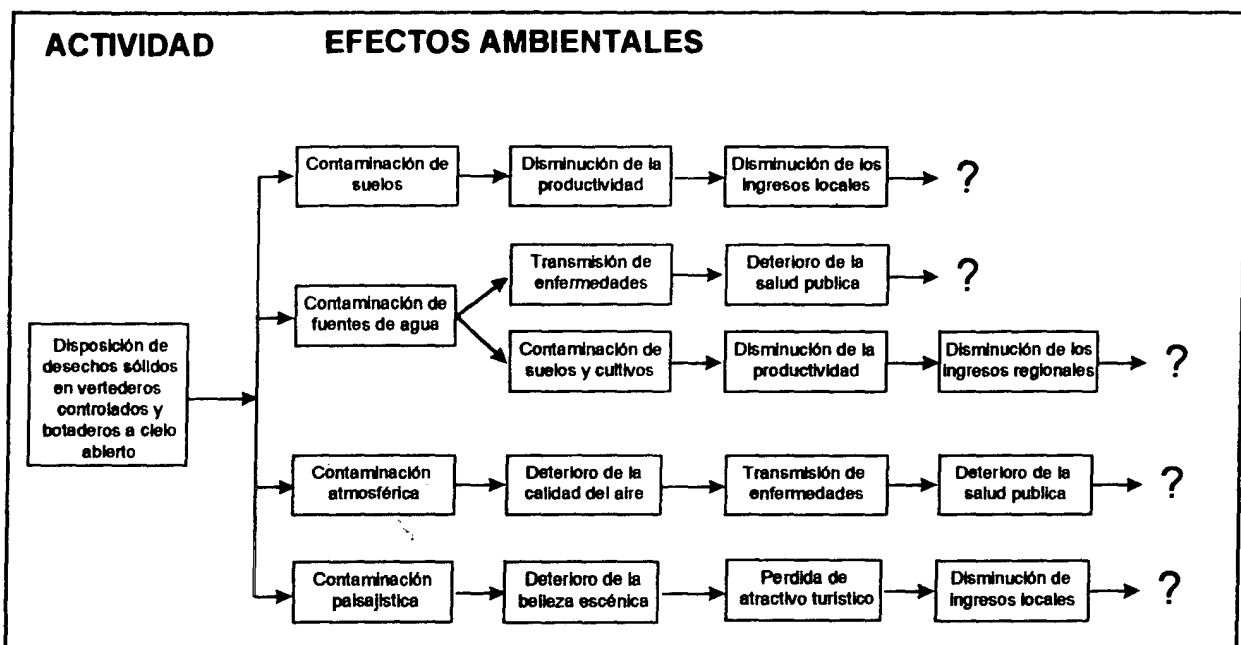
Otro de los proyectos importantes que desarrolla CERCUS es el de "La Cuadra Modelo", cuyo objetivo es organizar alrededor del reciclaje un sector de 120 familias.

Al igual que con los niños, el punto de partida es transmitir la información a través de charlas, trípticos educativos y talleres formativos, que permitan una incorporación de la comunidad a las actividades del centro.

Identificación de Efectos Ambientales de las Alternativas Evaluadas

En la situación actual, de disposición de los desechos sólidos en la región central del Estado Mérida, se presenta un deterioro de la calidad ambiental por efecto de la realización de esta actividad en dos escalas diferentes; la primera y más grave, originada en el vertido de los desechos en botaderos a cielo abierto sin ningún tipo de control, y la segunda, la disposición en vertederos controlados que a pesar de mitigar los efectos producidos por esta actividad, lo que se hace no es suficiente para llevarlos a un punto donde los daños puedan ser mínimos.

En la Figura 29 se observa el encadenamiento de los efectos ambientales generados de la realización de la actividad de disposición de los desechos sólidos en los vertederos controlados y botaderos a cielo abierto del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Encadenamiento de efectos ambientales producidos con la disposición de desechos sólidos en vertederos controlados y botaderos a cielo abierto.

A pesar de realizar un control de la disposición en los vertederos controlados, la atenuación de los efectos ambientales producidos por esta actividad, no llegan a los niveles adecuados al compáralos con los producidos en los botaderos a cielo abierto, puesto que son insuficientes las medidas de control tomadas para la operación de estos sitios de disposición.

Basados en el encadenamiento de efectos, los costos y beneficios ambientales identificados, asociados a cada alternativa de solución, fueron:

ALTERNATIVAS	COSTO	BENEFICIO
Relleno Sanitario	■ Afectación de suelos con uso productivo actual y potencial ■ Eliminación de las fuentes de empleo de recuperadores ocasionales de los sitios de disposición actual.	■ Disminuye la contaminación de suelos , fuentes de agua, atmósfera y paisaje ■ Disminuye la proliferación de transmisores de enfermedades, como moscas, ratas, etc.
Planta de separación y compostaje	■ Afectación de suelos con uso productivo actual y potencial	■ Disminuye la contaminación de suelos , fuentes de agua, atmósfera y paisaje ■ Disminuye la proliferación de transmisores de enfermedades, como moscas, ratas, etc. ■ Genera empleos ■ Ahorro de materias primas y energía, asociado con los materiales reciclados

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Todos los resultados obtenidos en este trabajo son de carácter preliminar, de acuerdo con el nivel de planificación en que se realizó el estudio (prefactibilidad).

Todos los municipios del área de estudio cuentan con la prestación del servicio de aseo urbano, el cual se concentra en las capitales municipales y descuida las localidades pequeñas o retiradas de la capital municipal, forzando a estas comunidades a realizar el vertimiento de los desechos en sitios no dispuestos para tal fin o utilizando la quema en los propios hogares.

La disposición final se realiza en botaderos a cielo abierto en zonas de ladera y en vertederos "controlados" que no cumplen con las mínimas disposiciones legales y exigencias técnicas.

En la mayoría de las alcaldías, no hay registro alguno sobre la eficiencia del servicio, calidad, cobertura, capacidad de vehículos, cantidad de desechos recolectados, tiempo empleado en la disposición, etc. Por tal razón no existe una planificación que permita ir realizando los ajustes necesarios, para una mejor prestación del mismo.

Los vertederos son compartidos en dos zonas del área de estudio, lo que le da un carácter de intermunicipalidad al problema de la disposición final.

En la zona 1, el Municipio Libertador en la actualidad corre con todos los gastos referidos a la operación del relleno, el cual está situado en jurisdicción del Municipio Sucre. Es comprensible entender por qué el Municipio Sucre no aporta dinero para la operación del relleno, puesto que éste está en sus predios y como una compensación por recibir los desechos de los otros cuatro municipios se le exonere de esta responsabilidad, más no es así la situación de los tres municipios restantes, por lo que esta circunstancia debe modificarse.

En la zona 2, el botadero San Felipe se encuentra ubicado en predios del municipio Pinto Salinas, por esta razón los municipios de Tovar y Rivas Dávila cancelan un monto de dinero compensatorio al municipio Pinto Salinas, situación que también se debe corregir.

En todos los municipios existen actividades de recuperación de materiales, realizadas en centros de acopio particulares, esta actividad se desarrolla sin ningún control por parte de las alcaldías, debido principalmente a la falta de una legislación municipal acorde con la realidad.

El costo en que incurre el Estado para garantizar la prestación del servicio de aseo urbano es, en todos los municipios, superior a los recaudos generados en el cobro de la tarifa del mismo; esta situación se presenta debido a que las tarifas están subestimadas y algunas tienen hasta veinte años de vigencia; por lo cual, las alcaldías deben subsidiar la tarifa que se cobra actualmente.

De acuerdo con la cantidad estimada de desechos producidos por cada zona, se seleccionaron los procesos de tratamiento, teniendo en cuenta las proyecciones de producción de los mismos.

Un posible y conocido método de tratamiento de desechos sólidos, que reduce la cantidad que finalmente se tengan que disponer a un porcentaje mínimo es la incineración. Pero para países en vía de desarrollo y sobre todo para países con clima tropical, la incineración de

desechos es inapropiada a causa de la composición de los mismos (alto porcentaje de humedad y bajo poder calorífico), altos costos y las dificultades técnicas de funcionamiento (problemas de tecnología de filtros, lo que conlleva a la contaminación del aire). De cualquier modo la incineración podría ser un método apropiado para el tratamiento de desechos patógenos hospitalarios.

Debido a la incorporación de materiales recuperados dentro de los procesos productivos en las principales industrias a nivel nacional, el mercado para los materiales recuperados actualmente está garantizado y hacia el futuro presenta un panorama estable.

De acuerdo con los indicadores obtenidos del análisis financiero, la alternativa 1 (relleno sanitario) no es viable en ninguna de las cuatro zonas si se mantiene la situación actual de recaudación; puesto que no incluye ningún otro tipo de ingresos diferentes al recaudo de las tarifas equivalentes que actualmente cobran los municipios por la prestación del servicio de aseo urbano. El análisis de sensibilidad realizado con respecto a la producción de desechos sólidos, muestra como varía el valor actual neto en forma negativa ante un aumento en la producción, lo que implicaría, en forma directa, el aumento de la inversión del estado o un aumento de las tarifas, para poder ejecutar y operar esta alternativa.

La alternativa 2, a pesar de presentar indicadores financieros negativos para la zona 1 del área de estudio, representa la mejor opción para la solución del problema de la disposición y el tratamiento de los desechos sólidos, puesto que genera beneficios económicos que disminuyen o eliminan la carga fiscal para los municipios involucrados y el deterioro ambiental en la región.

RECOMENDACIONES

Realizar en la brevedad posible, la evaluación de los resultados de esta investigación, a fin de decidir cuál de las alternativas pasa a la siguiente etapa de planificación. Esta evaluación se debe realizar de manera conjunta entre todas las municipalidades, por lo que se recomienda la conformación en cada zona de un equipo técnico inter-disciplinario, que contribuya a brindar la mayor objetividad al momento de tomar una decisión. En el contexto del estado Mérida este grupo puede estar formado por representantes de los siguientes organismos:

- Gobernación del Estado.
- Alcaldías de los municipios involucrados.
- Universidad de los Andes (CIULAMIDE, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Comisión de asuntos ambientales)
- CIDIAT
- Corporación de los Andes.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables.
- ICLAM.
- Representantes de la comunidad y grupos solidarios.

Se recomienda publicar de las actividades realizadas por este equipo, en el transcurso de su actuación, a través de los medios de comunicación social (radio, prensa y televisión), a fin de mantener informada a la comunidad en general de las actividades que realiza la administración local en procura de solucionar el problema de la disposición de los desechos sólidos.

Las Alcaldías deben implementar en los mecanismos que permitan llevar registros de la prestación del servicio de aseo urbano, con lo cual la planificación del mismo se pueda desarrollar sobre una base sólida de información confiable y evitar así las improvisaciones, las especulaciones y los empirismos.

Estimular la creación de mancomunidades entre las municipalidades que disponen comúnmente sus desechos sólidos, a fin de garantizar la distribución adecuada de los costos que se generan del tratamiento y disposición de los mismos. La distribución de los costos debe realizarse tomando como base las cantidades dispuestas por cada municipio, para ello debe implementarse el pesaje de los vehículos de recolección.

Los municipios deben actualizar la legislación respecto de la prestación del servicio de aseo urbano, esta actualización debe hacerse de acuerdo con los lineamientos básicos de la legislación nacional, en ella debe incluirse, además de las obligaciones y deberes del estado como ente encargado de la prestación del servicio, las obligaciones y deberes de los ciudadanos para con el mismo, por tal razón debe reglamentarse e impulsar las actividades de recuperación y reciclaje de los desechos sólidos propuestas en las alternativas a mediano y largo plazo.

Se recomienda que en la perspectiva de la realización de un estudio de factibilidad de las alternativas planteadas, se enfatice en los estudios de:

- Caracterización de los desechos sólidos,
- Estimación de los desechos recolectados y la tasa percapita de generación.
- Evaluación del mercado nacional para los materiales recuperados y el compost orgánico.

Se recomienda definir el alcance de los términos de referencia para la realización del estudio de factibilidad, siguiendo el siguiente contenido:

- Análisis de flujo de desechos lo que incluye caracterización y cantidad de desechos.
- Definición de los porcentajes de recuperación.
- Estudio de mercado.
- Selección del sitio de ubicación del proyecto.
- Prediseño de las alternativas.
- Estudio de requerimiento de equipo y mano de obra.
- Análisis financiero y Evaluación económica. En la medida de lo posible, estimar los costos y beneficios ambientales.
- Análisis de las tarifas diferenciales.
- Dimensionamiento del programa de educación ambiental

Los tres últimos tópicos son de mucha importancia dentro del proceso de evaluación de un proyecto de inversión, y en especial en proyectos para la gestión de los desechos sólidos municipales, donde los costos y beneficios ambientales de los proyectos no son de fácil cuantificación, y están asociados principalmente con la salud pública y la conservación del ambiente.

Es de resaltar que los ingresos directos en un proyecto de manejo de desechos sólidos son los provenientes del cobro de las tarifas a los usuarios del servicio, razón por la cual se debe realizar una evaluación de este rubro, que permita determinar las tarifas diferenciales justas, que permitan dar viabilidad al proyecto, sin afectar las economías de los usuarios; haciéndoles entender a través de un programa de educación ambiental la necesidad de cancelar las tarifas justas para poder mantener el sistema de aseo urbano funcionando adecuadamente.

BIBLIOGRAFÍA

- ABAM. 1996.** Apuntes entorno al reciclaje. Publicaciones Asociación Civil de Bienestar y Ambiente ABAM - MARNR. Caracas, Venezuela.
- ADAN. 1995.** Basura municipal manual de gestión integrada. Asociación para la defensa del ambiente y la naturaleza. Ediciones Tamandúa. Caracas, Venezuela.
- Adolf, A. 1988.** Solid waste management by composting in Europe. World Bank project. European Symposium on integrate resource recovery from municipal solid wastes. Ljubljana, Yugoslavia.
- Aguilar, M. 1993.** La basura: Manual de reciclaje urbano. Editorial Trillas. Caracas, Venezuela.
- Aguirre, M., Ruiz, I. y Bastidas, L. 1991.** Estudio sobre el manejo de los desechos sólidos generados en la ciudad de Barinas. Corporación de los Andes, dirección del Estado Barinas. Barinas, Venezuela.
- Barreto, Y. 1990.** Reciclaje: Una opción para el futuro inmediato. MARNR. Caracas, Venezuela.
- BID. 1994.** Sinopsis de los métodos utilizados en la evaluación de proyectos. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, USA.
- Cabeza, M. 1992.** Manejo de los desechos sólidos en los municipios Santos Marquina, Libertador, Campo Elias y Sucre. CIDIAT en ambiente. 1:10 - 12. Mérida, Venezuela.
- Cabeza, M. 1995.** Análisis de impactos ambientales en proyectos de inversión. Monografía. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Carrasquero, O. 1988.** Consideraciones sobre varios aspectos jurídicos del servicio de aseo urbano y domiciliario. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables . Caracas, Venezuela.
- CEPAL. 1993.** Comentarios al capitulo 21 de la agenda 21, asuntos relativos al manejo ambientalmente adecuado de los residuos sólidos y de las aguas servidas. Comisión Económica Para América Latina. Santiago de Chile, Chile.
- CEPAL. 1993a.** Evaluación técnico-económica de los procesos de reciclaje de desechos domésticos, los casos del vidrio, papel y plástico. Comisión Económica Para América Latina. Santiago de Chile, Chile.
- CERCUS. 1996.** Memoria y cuenta Años 1992 - 1996. Asociación Civil Cátedra de la Paz "Monseñor Oscar A. Romero". Mérida, Venezuela.
- CIDIAT. 1988.** Diseño y operación de un relleno sanitario para la ciudad de Mérida, Estado Mérida. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial - Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables. Mérida, Venezuela.
- CIDIAT. 1992.** Propuesta educativa para la inserción de un programa de reciclaje en el mercado municipal de Mérida. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial, curso de educación ambiental. Mérida, Venezuela.

- CIDIAT. 1997. Taller sobre proyecto de constitución de una mancomunidad para el manejo integral de los desechos sólidos de los municipios Santos Marquina, Rangel, Libertador, Campo Elías y Sucre. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial. Mérida, Venezuela.
- CESTA. 1994. Informe de la investigación "Mercado de basura reciclable". Centro Salvadoreño de Tecnología Apropriada. San Salvador, El Salvador.
- Cointreau, S., Gunnerson, C., Huls, J. y Seldman, N. 1984. Integrate Resorce Recovery. Recycling for municipal refuse: A state of the art review and annotated bibliography. World Bank Technical paper number 57. Washington, USA.
- Cointreau, S. 1987. Integrate Resorce Recovery. Solid waste recycling: case studies in developing countries. World Bank. Washington, USA.
- Comisión Nacional del medio Ambiente. 1995. Basura, como disminuirla en nuestro hogar. Presidencia de la República de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- CORMETUR. 1992. Rutas Turísticas del Estado Mérida. Corporación Merideña de Turismo. Ediciones Innova. Mérida, Venezuela.
- CORPOANDES. 1986. Plan de ordenación del territorio del estado Mérida. Corporación de los Andes. Mérida, Venezuela.
- CORPOANDES. 1993. Programa de desarrollo integral zona del Mocotíes. Corporación de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Chirino, A. 1995. Informe de pasantía. Evaluación de los desechos presentados en los mercados municipales de la ciudad de Mérida: Propuesta de transformación el los lombricultivos como proceso de disposición final. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- DANE. 1994. Censo 93. Proyecciones de población. Deparatamento Nacional de Estadística de la República de Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Dunin, S. s/f. Materials recovery from municipal solid waste. Background paper for Ijubljana Symposium. Ljubljana, Yugoslavia.
- EPA. s/f. The consumer's handbook for reducing solid waste. EPA. USA.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1993. El maravilloso mundo del abono orgánico. Gerencia de producción y desarrollo. Boletín de Extensión N° 73. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Fundación Tierra y Lago. 1995. Propuesta para el reciclaje de basura en el municipio San Joaquín, Estado Carabobo. Fundación Tierra y Lago. Venezuela.
- FUNDASOCIAL. 1990. Programa de reciclaje y medio ambiente. Fundación Social. Bogotá, Colombia.
- Giugni, L., Ettedgui, C., González, I. y Guerra, V. 1995. Evaluación de proyectos de inversión. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

- Gobernación de Antioquia. 1988. Guía para el diseño, construcción y operación de un relleno sanitario manual. Gobernación de Antioquia, Departamento Administrativo de Planeación (DAP). Medellín, Colombia.
- GTZ. 1992. Estrategias para evitar la producción de basura. GTZ, Coordinación regional sectorial para Latino América en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. San José, Costa Rica.
- Gómez, L. 1991. Una mancomunidad para el manejo integral de los desechos en el área metropolitana de Mérida. Tesis M.sc. Facultad de Arquitectura. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Hansen, M. 1995. Nomenclador de centros poblados Estado Mérida. Corporación de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Haley, C. 1987. Energy recovery from burning municipal solid wastes. World Bank. Washington, USA.
- López, A. y Fernández, H. 1993. Manejo de los desechos sólidos en el mercado mayorista agropecuario sur del Lago (Mercasur). Corporación de los Andes. Mérida, Venezuela.
- MARNR, MARAVEN y Concejo Municipal Alberto Adriani. 1990. Manejo integral de los desechos, estudios básicos para la disposición final de los desechos; eje: El Quince - El Vigía - Guayabones y su área de influencia. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Mérida, Venezuela.
- MARNR y Gobernación del estado Apure. 1991. Estudio sobre el manejo de los desechos sólidos en la zona metropolitana de San Fernando (San Fernando, El Recreo y Bicuna) Estado Apure. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Venezuela.
- Méndez, E. 1992. Gestión ambiental y ordenación territorial. Consejo de publicaciones - Consejo de estudios de postgrado. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Obeng, L. y Wright, F. 1987. Integrate Resource Recovery. The Co-composting of domestic solid and human wastes. World Bank Technical paper number 57. Washington, USA.
- OCEI. 1992. El censo 90 en Mérida, resultados básicos. Oficina Central de Información. Caracas, Venezuela.
- OMS/OPS. 1993. Descripción de la legislación Estadounidense sobre relleno sanitario. Organización Mundial de la Salud / Organización Panamericana de la Salud. Ciudad de México, México.
- OPS. 1993. El control de las enfermedades transmisibles en el hombre. A. Benenson, editor. Organización Panamericana de la Salud, Publicación científica 442. Ciudad de México, México.
- OPS/OMS. 1991. Residuos sólidos municipales. Diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Programa de salud ambiental. Serie técnica N° 28. Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Washington. USA.
- Orozco, A. 1980. Desechos sólidos: una aproximación racional para su recolección, transporte y disposición. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

- Plataforma Cívica para la reducción de los residuos sólidos de Barcelona. 1996. Incineración: Contaminación para todos. Dirección WEB**
(<http://www.Mizar.am.es/~dgaladi/webo/incin.html>.) Barcelona, España.
- Paredes, J. 1993. Informe de pasantía ocupacional. Instituto Tecnológico de Ejido. Ejido, Estado Mérida, Venezuela.**
- Ramírez, M. 1992. Valor y aprovechamiento de los materiales recuperables en los desechos sólidos municipales (origen domestico). Trabajo de pasantia. Liceo Romulo Gallegos. Mérida, Venezuela.**
- Red de Solidaridad Social. 1994. Manual de evaluación (viabilidad para la unidades departamentales de cofinanciación (UDECO)), proyectos de relleno sanitario. Presidencia de la República de Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.**
- Salas, J. y Giraldo, E. 1996. Reciclaje y compostación aeróbica (Vs) reciclaje y digestión anaeróbica. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá, Colombia.**
- Salinas, P y Pérez, M. 1991. Iniciación práctica a la investigación científica. Consejo de publicaciones. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.**
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Eliassen, R. 1982. Desechos sólidos. Traducción Armando Cubillos. CIDIAT. Mérida, Venezuela.**
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S. 1994. Gestión Integral de Residuos Sólidos. McGraw Hill. Madrid, España.**
- UESP. 1997. Modernización del aseo urbano del distrito capital. Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos, Alcaldía Mayor de Santafé de Bogotá. Colombia.**
- Valecillos, G. 1991. Caracterización de los desechos sólidos vertidos en el relleno sanitario de la ciudad de Maracaibo. Instituto Municipal de Aseo Urbano y Domiciliario del Distrito de Maracaibo. Maracaibo, Venezuela.**
- Vogler, J. 1984. Small scale recycling of plastic. Intermediaty Tecnology Publications. USA.**

APÉNDICE 1

**Análisis de costos de inversión y operación, rellenos sanitarios
convencionales en Colombia.
(Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos. Alcaldía Mayor de Santafé de
Bogotá, 1996.)**

RELLENOS SANITARIOS CONVENCIONALES RESUMEN GENERAL COSTOS DE CONSTRUCCION			
NOMBRE	CAPACIDAD (TON)	COSTO TOTAL (\$ de 1996)	COSTO UNITARIO (\$ / TON)
Gachancipá	7,265	40,847,000	5,600
Campo Crucero	12,319	265,319,000	21,500
Tocancipá	19,480	166,220,000	8,500
Ariguani	24,431	68,392,000	2,800
Aguachica	29,250	28,619,000	1,000
Puerto Asís	60,328	128,027,000	2,100
Sabanalarga	79,990	157,250,000	2,000
El Banco	97,713	160,271,000	1,600
Plato	118,760	148,278,000	1,200
Tocaima	126,852	12,895,000	1,700
Quibdó	138,632	208,018,000	1,500
Curumani	139,047	170,982,000	1,200
Rionegro	335,427	345,907,000	1,000
Pereira	1,182,407	1,134,964,000	1,000
Pasto	1,844,049	2,610,449,000	1,400
Mondoñedo	4,221,955	4,063,573,000	1,000
Curva de Rodas	7,422,000	7,774,060,000	1,000

CUADRO 1

RELLENOS SANITARIOS INSTALACIONES PETROLERAS RESUMEN GENERAL COSTOS DE CONSTRUCCION			
NOMBRE	CAPACIDAD (TON)	COSTO TOTAL (\$ de 1996)	COSTO UNITARIO (\$ / TON)
Palagua	65	24,309,000	374,000
Orú	646	216,323,000	334,900
Banadia	821	254,983,000	310,600
Samoré	1,290	321,571,000	249,300
Campamentos PF1	17,500	870,565,000	49,700
Cupiagua	75,361	1,227,063,000	16,300

CUADRO 2

RELLENOS SANITARIOS CONVENCIONALES TENDENCIA GENERAL

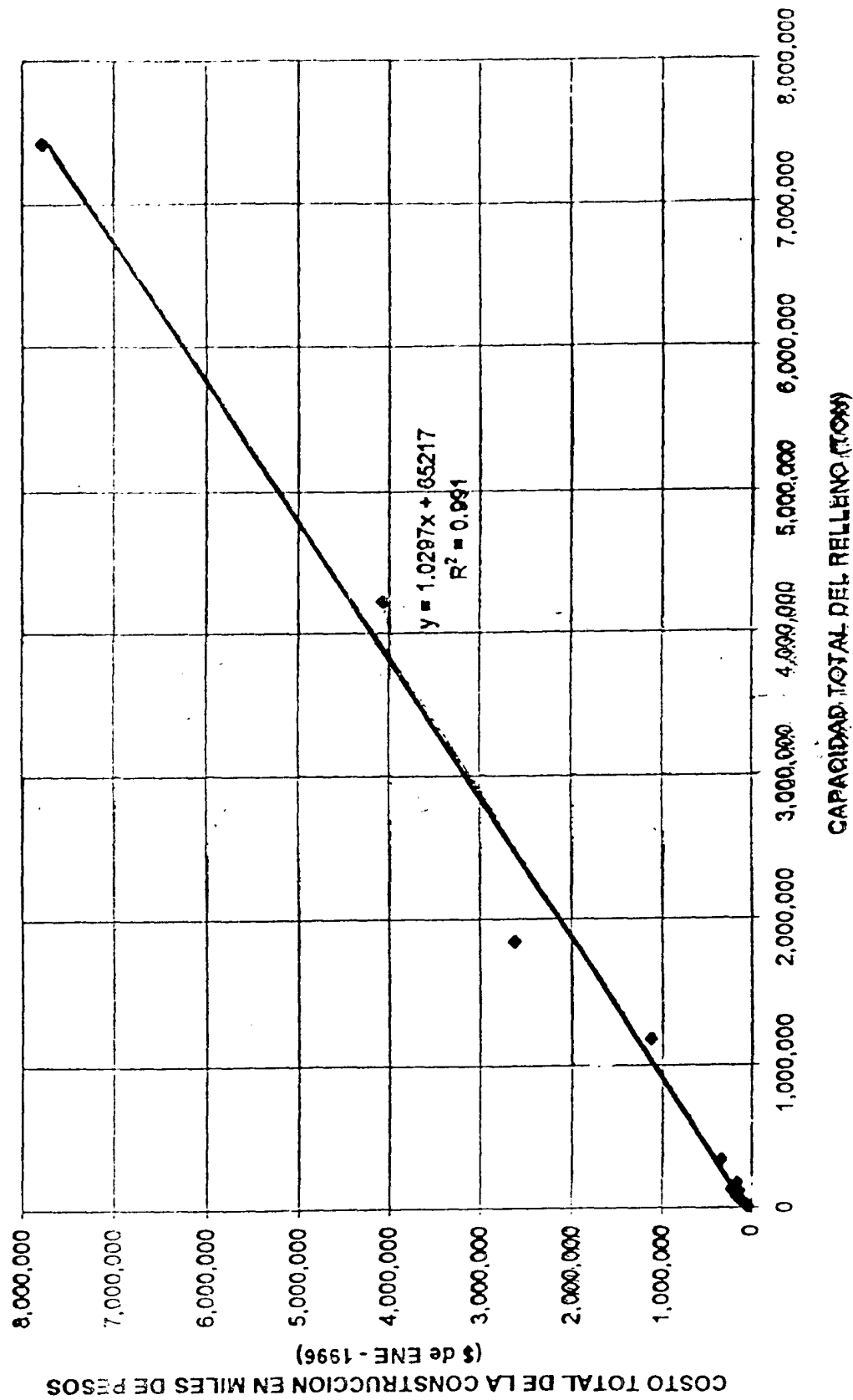


GRAFICO 1

RELLENOS SANITARIOS CONVENCIONALES TENDENCIA GENERAL

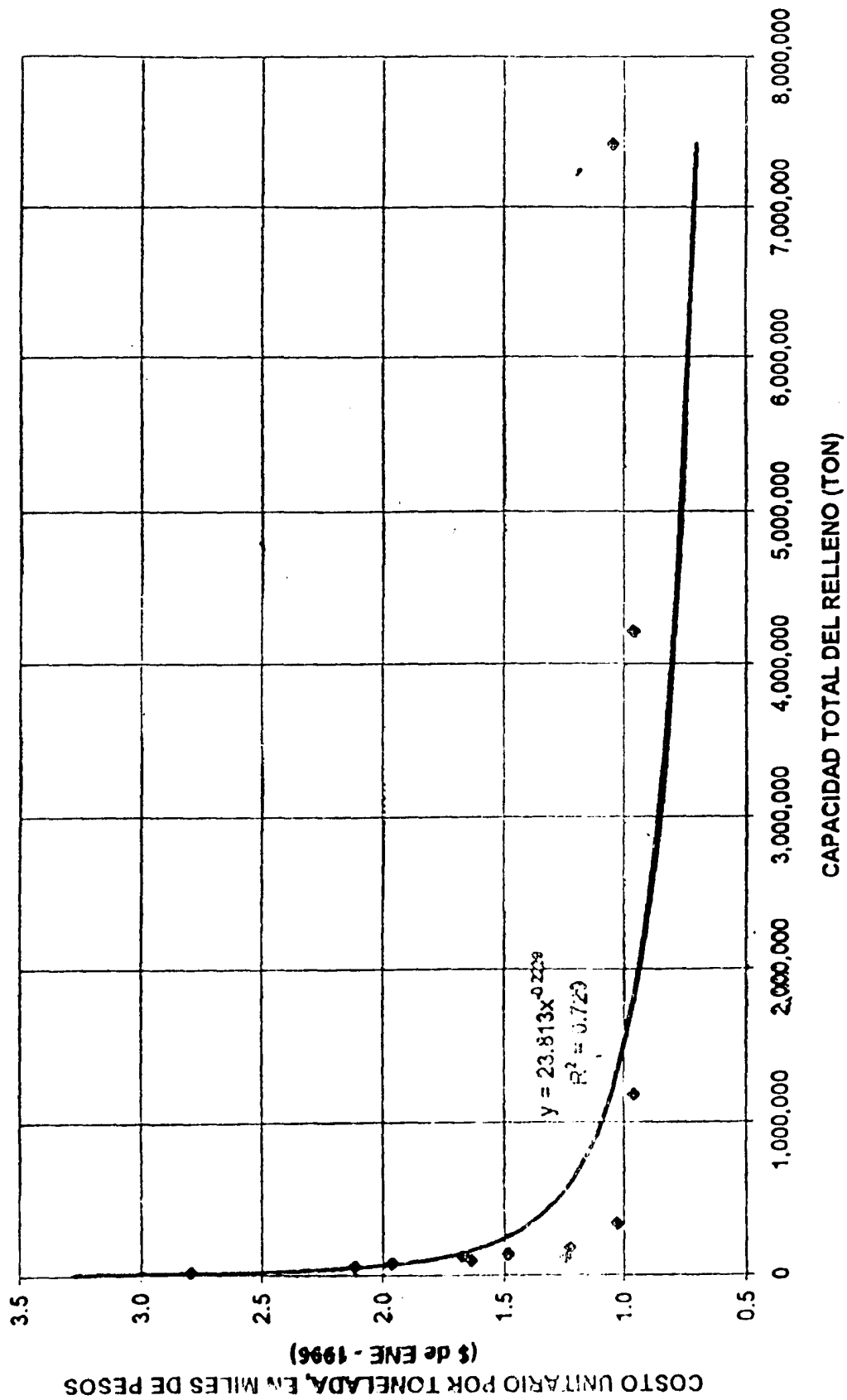
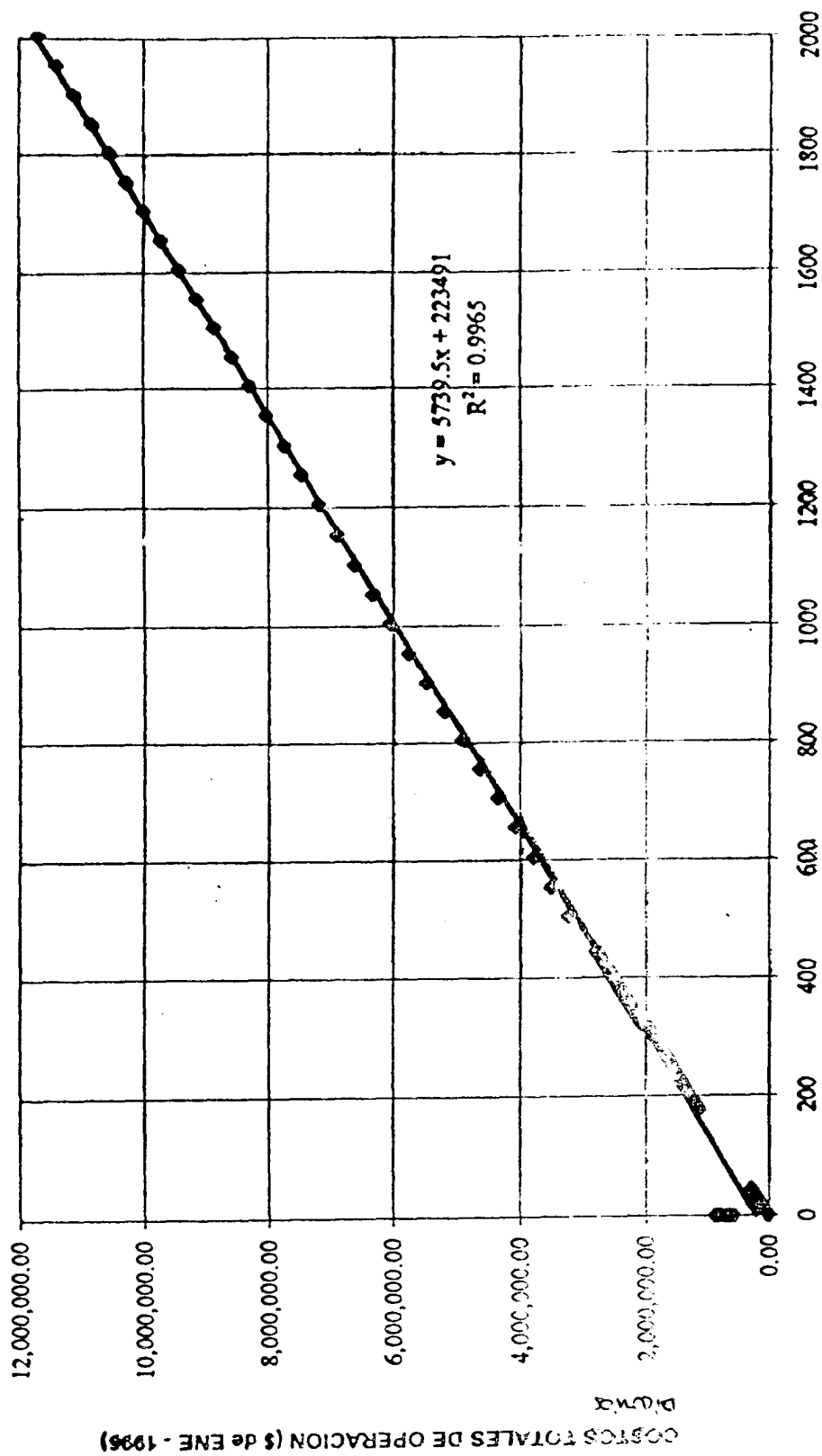


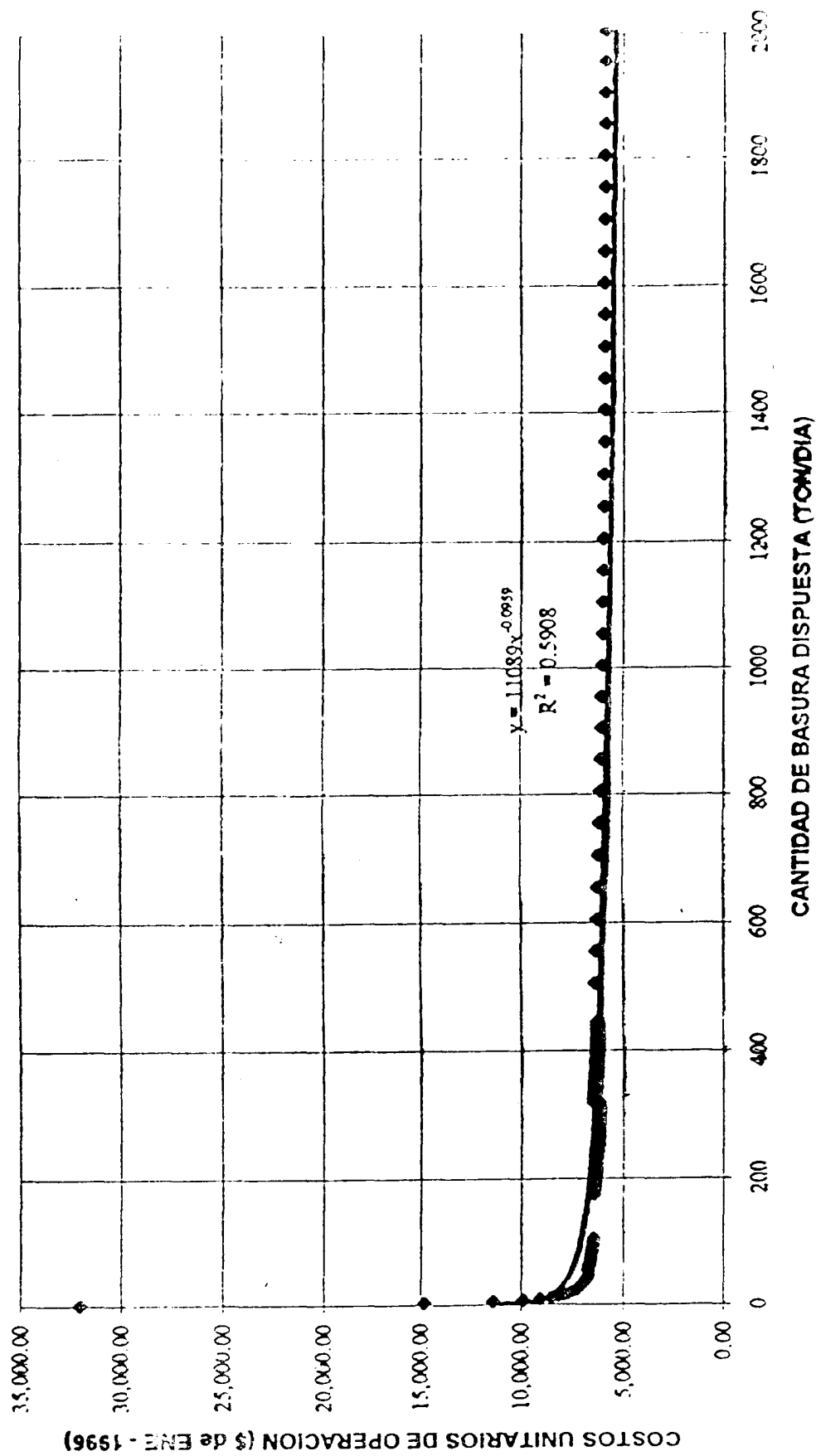
GRAFICO 2

RELLENOS SANITARIOS MECANICOS TENDENCIA GENERAL



GARFICA 3

RELLENOS MECANICOS TENDENCIA GENERAL



GRAFICA 4

APÉNDICE 2

Formatos de Encuestas

- a. Encuesta para la evaluación de los organismos encargados de la prestación del servicio de aseo urbano.**
- b. Encuesta para el inventario de los centros de acopio regionales.**

**CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS ORGANISMOS
ENCARGADOS DE LA RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS
DESECHOS SÓLIDOS.**

DATOS GENERALES:

ALCALDIA _____

NOMBRE DEL ENTREVISTADO _____

CARGO QUE DESEMPEÑA _____

GRADO DE INSTRUCCIÓN _____

1. ¿ En la localidad se presta el servicio de recolección y disposición de los desechos sólidos (basuras) ?

- Si _____
- No _____

2. ¿ Cual es la entidad encargada de la prestación del servicio ?

3. ¿ Cual es el total de inmuebles que existen en la ciudad ?

- Total _____
- Viviendas _____
- Comerciales _____
- Industriales _____

4. ¿ Cual es el total de inmuebles cubiertos por el servicio ?

- Total _____
- Viviendas _____
- Comerciales _____
- Industriales _____

5. ¿ Cuantas veces por semana se recoge la basura ?

- una (1) vez por semana ()
- dos (2) veces por semana ()
- tres (3) veces por semana ()
- mas veces por semana () cuantas veces _____

6. ¿ Cual es el sitio de disposición final de la basura ?

7. ¿ A que distancia se encuentra el sitio de disposición final ?

8. ¿ Como se realiza la disposición final ?

- En vertedero a cielo abierto ()
- En relleno sanitario ()
- Otro forma ()

Explique como funciona. _____

9. ¿ Que cantidad de basura llega a disposición final ?

10. ¿ Con que tipo de vehículo se realiza la recolección ?

11. ¿ Que capacidad tiene ?

12. ¿ Cuantos viajes se realizan por unidad los días de recolección al sitio de
disposición final ?

13. ¿ Que cantidad de personal labora en la prestación del servicio ?

- Total _____
- Administrativo _____
- Técnicos _____
- Obreros _____

14. ¿ Cuales son los costos totales personal (anexo 1)?

- Total _____
- Administrativo _____
- Técnicos _____
- Obreros _____

15. ¿ Con que maquinaria y equipos cuenta la entidad para la prestación del servicio ?

16. ¿ Que cantidad de recursos utiliza en la operación y mantenimiento de los mismos (anexo 2)?

- Total _____

17. ¿ Cual es la tarifa que pagan los beneficiarios del servicio ?

18. ¿ El pago de la tarifa cubre los gastos de operación y mantenimiento ?

- Si _____
- No _____

19. ¿ Si su respuesta anterior es negativa, explique con que otros recurso se financia la prestación del servicio ?

20. ¿ Existe algún tipo de recuperación de materiales y/o asociaciones comunales dedicada a esta actividad ?

- Si _____
- No _____

21. ¿ Si su respuesta es positiva, cuanto material recuperan; si es negativa pase a la siguiente pregunta ?

- Total _____
- Papel y cartón _____
- Plástico _____
- Vidrio _____
- Materia orgánica _____

22. ¿ Estaría la entidad prestadora del servicio dispuesta a realizar campañas de recuperación de materiales, explique su respuesta ?

23. ¿ Existen ordenanzas Municipales que reglamente la prestación del servicio; fecha de publicación ?

ANEXO 1.a

PAGO ANUAL PERSONAL ADMINISTRATIVO. AÑO_____

[illegible]

ANEXO 2

GASTOS OPERATIVOS. AÑO _____

DESCRIPCIÓN	COSTO (Bs. / año)
Mantenimiento y reparación equipos	
Combustible	
Materiales y equipos	
Otros	

ANEXO 1.b

PAGO ANUAL DE OBREROS FIJOS. AÑO _____

[illegible]

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ESTUDIO DE CASO : REGIÓN CENTRAL DEL ESTADO DE MERIDA

ENCUESTA CENTROS DE ACOPIO

NOMBRE EMPRESA : _____ CIUDAD : _____
 DIRECCIÓN : _____ TELÉFONO : _____
 NOMBRE ENCUESTADO : _____ CARGO : _____
 FECHA : _____

TIPO MATERIAL RECUPERADO	ESPECIFICACIONES PARA LA COMPRA	PRECIO COMPRA Bs. / kg.	CANTIDAD COMPRADA kg. / sem.	PROCEDENCIA MATERIAL RECUPERADO	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
ESTUDIO DE CASO : REGIÓN CENTRAL DEL ESTADO MÉRIDA

ENCUESTA CENTROS DE ACOPIO

DESTINO MATERIAL RECUPERADO	PRECIO VENTA Bs. / kg.	COSTO DE TRANSPORTE Bs.	OBSERVACIONES

APÉNDICE 3

Flujos de caja estimados para cada Municipio del área de estudio, con respecto a la prestación del servicio de aseo urbano para el año 1996.

APÉNDICE 4

Directorio de centros de acopio visitados a nivel regional y nacional. Año 1996.

NOMBRE DE LA EMPRESA	CIUDAD	MATERIALES RECUPERADOS	ESPECIFICACIONES DE COMPRA	PRECIO COMPRA Bs./kg	PROCEDENCIA DEL MATERIAL	DESTINO DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
RECUPERADORA DE METALES URDANETA Carretera Panamericana	San Rafael de Mucujepe	HIERRO COLADO	Limpios y separados	30 - 40	particulares	Maracaibo, Maracay Valencia, El Vigía	
		ALUMINIO		150 - 300			
		COBRE		300 - 400			
		BROCE		300 - 350			
		LATON		20 - 25			
		CAUCHOS		40 - 50			
FUMENCA (075) 811483 Zona Industrial galpon GS - 4	El Vigía	HIERRO COLADO	Limpio y separado	50 - 80	Particulares	Productos terminados de alcantarillado, chumaceras, repuestos agrícolas e industriales	Los productos terminados se venden a nivel nacional.
		ACERO		50 - 80			
		BRONCE		600 - 700			
		ALUMINIO		400 - 500			
INDUMERCA (075) 810643-815775 Zona Industrial calle 3	El Vigía	HIERRO DULCE	Limpio y separado	40 - 50	Particulares Estado Mérida	Tapas de alcantarillas, cloacas, bases para medidores de agua, repuestos agrícolas, bases para planchas, etc.	Productos distribuidos a nivel nacional
		HIERRO COLADO		60 - 70			
		ALUMINIO		400 - 500			
		COBRE		450 - 500			
		BRONCE		300 - 400			
SIDETUR (075) 810029 Barrio Bolívar, sector la Y	El Vigía	HIERRO	Limpio y separado	20 - 25	Particulares Estado Mérida	SIDETUR (Barquisimeto)	
		LATON		10 - 15			
		ALUMINIO		200 - 300			
		BRONCE		250 - 350			
INDUPLAST (075) 813439 Zona Industrial calle 3 galpon G6	El Vigía	Poliétileno baja densidad	Limpio y separado	130 - 180	Particulares Estado Mérida	Tuberías, Mangueras para riego.	El material reciclado se mezcla con un 60 % de materia prima virgen.
		Poliétileno alta densidad		200 - 250			

NOMBRE DE LA EMPRESA Y DIRECCIÓN	CIUDAD	MATERIALES RECUPERADOS	ESPECIFICACIONES DE COMPRA	PRECIO COMPRA Bs./kg	PROCEDENCIA DEL MATERIAL	DESTINO DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
CERCUS Tel: 074- 402665 Av.principal Los Curos, al lado de la Iglesia	Mérida	CARTON	Los materiales deben estar limpios, secos y separados	6	particulares	MAPON (Ejido) METIMECA (Ejido) PARTICULARES	Empresa de la Catedral de la Paz, "Monseñor Oscar A. Romero"
		PAPEL		6			
		VIDRIO		4			
		ALUMINIO		180			
		PLASTICO		5			
		LATON		10			
CERCUS Tel: 074- 402665 Av.principal Los Curos, al lado de la Iglesia	Mérida	ENVASES DE VIDRIO	Los materiales deben estar limpios, secos y separados por tamaño de los envases	5 - 40 Bs./unid.	particulares	MAPON (Ejido) METIMECA (Ejido) PARTICULARES	Empresa de la Catedral de la Paz, "Monseñor Oscar A. Romero"
		ALUMINIO		250 - 300			
METIMECA Carrera Panamericana, sector san onofre	Ejido	HIERRO	Limpios y separados	40 - 50	Particulares	AMECA (Maracay)	
		BRONCE		300 - 400			
		COBRE		400 - 500			
DISTRIBUIDORA CIRNEO RAMIREZ Via principal, al lado del taller Orlando	Llanos de Tabay	PAPEL Y CARTON	Limpios y separados	10 - 20	particulares	MAPON (Ejido) SIDETUR (Barquisimelo) FAVIANCA (Valera)	
		ALUMINIO		100 - 150			
		VIDRIO		5 - 10			
RECUPERADORA ALTRIVA Carrera Panamericana	San Rafael de Mucupepe	HIERRO DULCE	Limpios y separados	20 - 30	particulares	Colombia El Vigla, Barquisimelo	
		HIERRO COLADO		30 - 40			
		ALUMINIO		150 - 250			
		BROCE		300 - 350			
		LATON		20 - 25			
		CAUCHOS		40 - 50			

NOMBRE DE LA EMPRESA Y DIRECCIÓN	CIUDAD	TIPO MATERIAL RECICLADO	ESPECIFICACIONES DE COMPRA	PRECIO DE COMPRA Bs./kg	DESTINO MATERIAL RECICLADO
MANUFACTURAS DE PAPEL C.A MANPA FILIAL TRANSPACA Av. principal de los cortijos de lourdes, frente a leche carabobo. tel: (02) 2393113 - 2399045 fax: 2398202	CARACAS	PAPEL CARTONE PERIÓDICOS	Separados por revistas, periódicos, cartón corrugado y gris, papel de oficina(tipo archivo)	40 30 25	Fibras para la elaboración de nuevos productos terminados
DEPOSITO BARQUISIMETO Zona Industrial 1, Av. 4 entre calles 2 y 3, a cuadra y media del CC. el recreo tel: (051) 732882 - 312839	BARQUISIMETO				
FABRICA DE VIDRIOS DE LOS ANDES, C.A FAVIANCA Av. CS de jelambi, zona industrial tel: (071) 211396 - 212654 - 213348 fax: 212916 filial de la empresa OWENS ILLINOIS	VALERA	VIDRIO	Separado por colores(verde, ambar, transparente) sin etiquetas, tapas. Limpios y triturados.	24	Productos terminados.
FAMAPLAST, C.A Zona industrial La Hamaca, Calle el canal centro industrial, Galpones 5 - 6 tel: (043) 543633 - 548559	MARACAY	PLÁSTICOS	Separado por tipos. y Limpios		Productos terminados.
POLIDUCTOS Av. Paramaconi, sector la pica via Negro - Maracay tel: (043) 671859 - 675683	MARACAY	PLÁSTICOS	Separado por tipos. y Limpios		Productos terminados.
IVENCA Calle San José, Sector el socorro carretera nacional tel: (041) 315107 - 016 486337	VALENCIA	PLÁSTICOS	Separado por tipos. y Limpios		Productos terminados.

NOMBRE DE LA EMPRESA Y DIRECCIÓN	CIUDAD	MATERIALES RECUPERADOS	ESPECIFICACIONES DE COMPRA	PRECIO COMPRA Bs./kg	PROCEDENCIA DEL MATERIAL	DESTINO DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
Gilberto Cadena Carretera Panamerica, sector Llanos del Anís	Lagunillas	VIDRIO	Selección por color, sin tapa, sin etiqueta, sin corchos	5 - 10	Relleno Sanitario, particulares.	Favianca(Valera) Produvisa(valencia)	Para la venta debe llevar el material molido o triturado, y separado por color.
		ALUMINIO	Selección del grueso(olitas, tapas, etc.) y delgado(latas de cerveza, refrescos)	150 - 200	Relleno Sanitario, particulares.	Metimeca (Ejido) Sidelur(El Vigía)	Para la venta lo mas limpio posible.
		PAPEL Y CARTÓN	Limpio en lo posible, seleccionado (blanco, periódico, revistas, etc.)	8 - 15	Relleno Sanitario, particulares.	Mapon(Ejido) Maracay y Valencia Colombia	Para la venta separado, seleccionado y prensado
		HIERRO	Hierro colado(gris) separado del Hierro dulce	20 - 30	Relleno Sanitario, particulares.	Metimeca (Ejido) Sidelur(El Vigía)	Separado y limpio
		COBRE	Sin el recubrimiento plastico	350 - 400	Relleno Sanitario, particulares.	Metimeca (Ejido) Sidelur(El Vigía)	
Inversiones MAPON Tel: 074-212078 Av. Centenario, sector pazo hondo galpones A y B 075-812251 Zona Industrial calle 3 galpon G5	Ejido El Vigía	CARTON	Limpio y seco, separado el gris del corrugado	10 - 20	Recuperadores relleno y pequeñas empresas de reciclaje, particulares de todo el estado	Cartonal Valencia (valencia) Mocarpei (San Felipe, Edo. Yaracuy)	Para la venta la empresa se encarga de hacer la selección y separación del material en buen estado. La empresa cuenta con sus propios camiones para la recuperación del material y el transporte a las empresas recicladoras.
		PAPEL	Limpio y seco, separado por color y periodicos	10 - 25		Papeles Maracay MANPA (Maracay, Edo. Aragua)	
		PLASTICO	Duros(cajas de refrescos, envases, bolsas gruesas)	8 - 15		Plásticos La Fria (La Fria, Edo. Tachira)	
		NEGATIVOS	Radiografías, acetatos, etc.	120 - 200		Caracas.	

APÉNDICE 5

**Evaluación técnico - económica del proceso de reciclaje del vidrio en Chile.
CEPAL (1993a).**

INTRODUCCIÓN

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 esta comprando. Otra característica relevante es que el vidrio es menos poroso que otros materiales por lo que resulta mas higiénico, además se puede lavar a temperatura de 90 grados o, incluso, con vapor hasta 500 o 600 grados, sin perder sus cualidades.

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.

Cabe señalar que el precio del vidrio a reciclar varia su valor dependiendo de la coloración de este, siendo el color blanco transparente el que alcanza mayor precio en el mercado, mientras que, el verde y el 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 #6 y sustituye el uso de 1,2 toneladas de materia prima. 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 que equivalente a 130 kilos de petroleo por cada tonelada de vidrio reciclado. Sin embargo, existe otro valor bastante distinto que se basa en la experiencia Colombiana de la Cristalería Peldar y plantea el ahorro de energía equivalente a 35 kg de combustible por tonelada. Esta cifra es bastante cercana a la mencionada en Cristalería Chile. Debido a que no existe uniformidad de criterios se evaluará el proyecto utilizando ambas alternativas.
- **Cuidar la Atmosfera:** Se disminuyen las emisiones gaseosas a la atmosfera en un 20%.
- **Cuidar el Agua:** Se disminuyen las descargas de efluentes líquidos en un 50%.

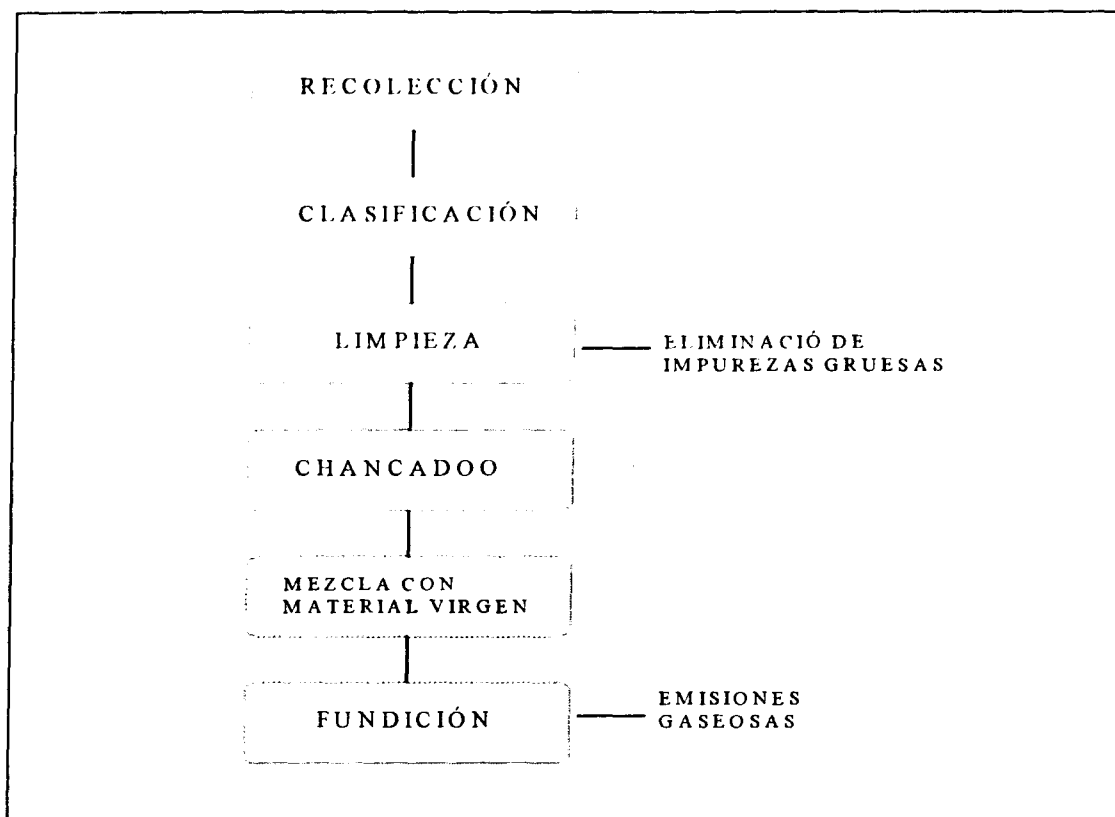
Las ventajas del reciclaje han impulsado el desarrollo de programas masivos de recuperación de materiales reciclables en muchos países del mundo con resultados muy exitosos. Por ser el vidrio el mas reciclable de todos los materiales, el envase de vidrio usado está incluido en casi todos los programas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

DESCRIPCIÓN 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, golletas, etc. Los elementos metálicos son los que representan el problema mas 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.



Los procesos de recolección y separación son llevados a cabo por los 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 menos 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 mas común, debido a que el proceso automático requiere niveles de inversión bastante 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 hierro, 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 1500 grados Celcius, temperatura a la cual se llega en un menor lapso de tiempo mientras mayor sea la proporción de vidrio reciclado.

EVALUACIÓN TECNICO ECONÓMICA 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.

Para esto solamente se evaluará la operación incremental, es decir, se considerara solo 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 solo 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 ton) 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 ton), a intermediarios de recolectores callejeros.

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

Se evaluara 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. Presentación de alternativas a evaluar.

ALTERNATIVAS	Ahorro de combustible (kg petroleo / ton vidrio reciclado)
Alternativa 1	35
Alternativa 2	117

ALTERNATIVA 1: CALCULO DE DATOS

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 el personal dedicado a esta actividad.

El monto de esta inversión para una cinta transportadora con una capacidad de 1,5 ton/h alcanza los CH\$ 2'000.000, 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 m).

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.

Por otra parte, es necesario dotar a los obreros que trabajan en esta actividad, de equipos de seguridad industrial, es decir, cascos, 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.

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. Solo 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 CH\$ 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, esto significa que en 11.375 toneladas se economiza US\$ 142.188 al año.

Utilizando las cifras de ahorro de combustible que estiman 35 kg por tonelada de material reciclado, los ingresos obtenidos por concepto de ahorro energético ascienden aproximadamente a CH\$ 2,67 por kilo 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, 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.

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 limpieza de los desechos.

Para crear la estructura de compra son necesarias aproximadamente tres personas y para la limpieza se necesitan cuatro personas por turno y por cinta transportadora, es decir, trabajando a dos turnos diarios se requieren 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 de 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, 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 estimo un gasto de US\$ 2.000 anuales en gastos varios.

Por ultimo, 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.

ALTERNATIVA 2: CALCULO DE DATOS

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

En este caso, el calculo se hace a partir de la información que dice que por cada tonelada de vidrio reciclado, se economiza el equivalente de 117 kg de petroleo. Por lo tanto, si se reciclan 11.375 toneladas al año de desechos domésticos y el precio de Fuel Oil #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.

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 de capital (R), se obtienen resultados bastante positivos para la evaluación económica de ambas alternativas. (ver flujos de caja).

Cuadro 2. Resultados evaluación económica del uso de desechos de vidrio en su proceso de fabricación.

CRITERIOS		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
VPN	US\$	454.330	1'116.067
TIR	%	893	2.167
R	año	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.

Sin embargo, estableciendo algunas relaciones entre la materia prima ahorrada, las toneladas recicladas y el ahorro en combustible, fue posible obtener 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 solo en el ámbito económico si no también ambiental.

ANÁLISIS 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 CH\$ 4, CH\$ 2 y CH\$ 0,7 por kilo de vidrio (ver flujos de caja). A continuación se presenta el

comprotaimiento del VPN y la TIR a medida que disminuye el ahorro producido por la compra de material de desecho.

Cuadro 3. Análisis de sensibilidad del costo de materia prima.

AHORRO	VPN (US\$)	TIR (%)
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 (tambien llamada TIR), se hace inferior a la tasa de descuento o actualización de 15%, que es la tasa alternativa del inversionista.

ALTERNATIVA 1
EVALUACIÓN DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE VIDRIO EN SU PROCESO DE FABRICACIÓN.
FLUJO DE CAJA FINANCIERO (EN US\$)
AHORRO DE COMBUSTIBLE DE 35 kg/ton

[illegible]

ALTERNATIVA 1

SUPUESTO: Ahorro de \$ 4/kg de desechos de vidrio comprado.

EVALUACIÓN DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE VIDRIO EN SU PROCESO DE FABRICACIÓN.

FLUJO DE CAJA FINANCIERO (EN US\$)

AHORRO DE COMBUSTIBLE DE 35 kg/ton

INGRESOS / AÑO	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 material		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
INGRESO DE CAJA (+)		189.391	189.391	189.391	189.391	189.391	189.391	189.391	189.391	189.391	194.891

EGRESOS

Inversión en maquinaria:

Cinta transportadora 10.000

Seguridad Industrial 1.900

Gastos operacionales en el lavado:

Plantilla de sueldos 85.500

Gastos de energía eléctrica y agua 4.947

Gasto en mantención e insumos 2.950

Depreciación 500

	11.900	93.897	93.897	93.897	93.897	93.897	93.897	93.897	93.897	93.897	93.897
--	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Beneficios antes de impuestos

- Impuestos (15%) (11.900)

BENEFICIO NETO

+ Depreciación

FLUJO DEL PROYECTO

VALOR PRESENTE NETO (VPN)

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

348.841

690%

ALTERNATIVA 2
EVALUACIÓN DIFERENCIAL DEL USO DE DESECHOS DE VIDRIO EN SU PROCESO DE FABRICACIÓN.
FLUJO DE CAJA FINANCIERO (EN US\$)
AHORRO DE COMBUSTIBLE DE 117 kg/ton

[illegible]

AHORRO DE COMBUSTIBLE DE 35 kg/ton

[illegible]

AHORRO DE COMBUSTIBLE DE 35 kg/ton

17%

APÉNDICE 6

Información entorno al reciclaje en Venezuela (ADAN, 1995); empresas OWENS ILLINOIS Y MANPA, FUNDACIÓN VENEZOLANA LOS PLÁSTICOS Y EL AMBIENTE (FUNVEPLAS) Y LA ASOCIACIÓN VENEZOLANA DE PRODUCTORES DE PULPA, PAPEL Y CARTÓN (APROPACA).

RECICLAJE DE PAPEL

El papel está compuesto básicamente de fibras de celulosa. Estas fibras, en general, proceden de la madera, pero se pueden utilizar otras materias primas fibrosas, como se indica en la figura 1.

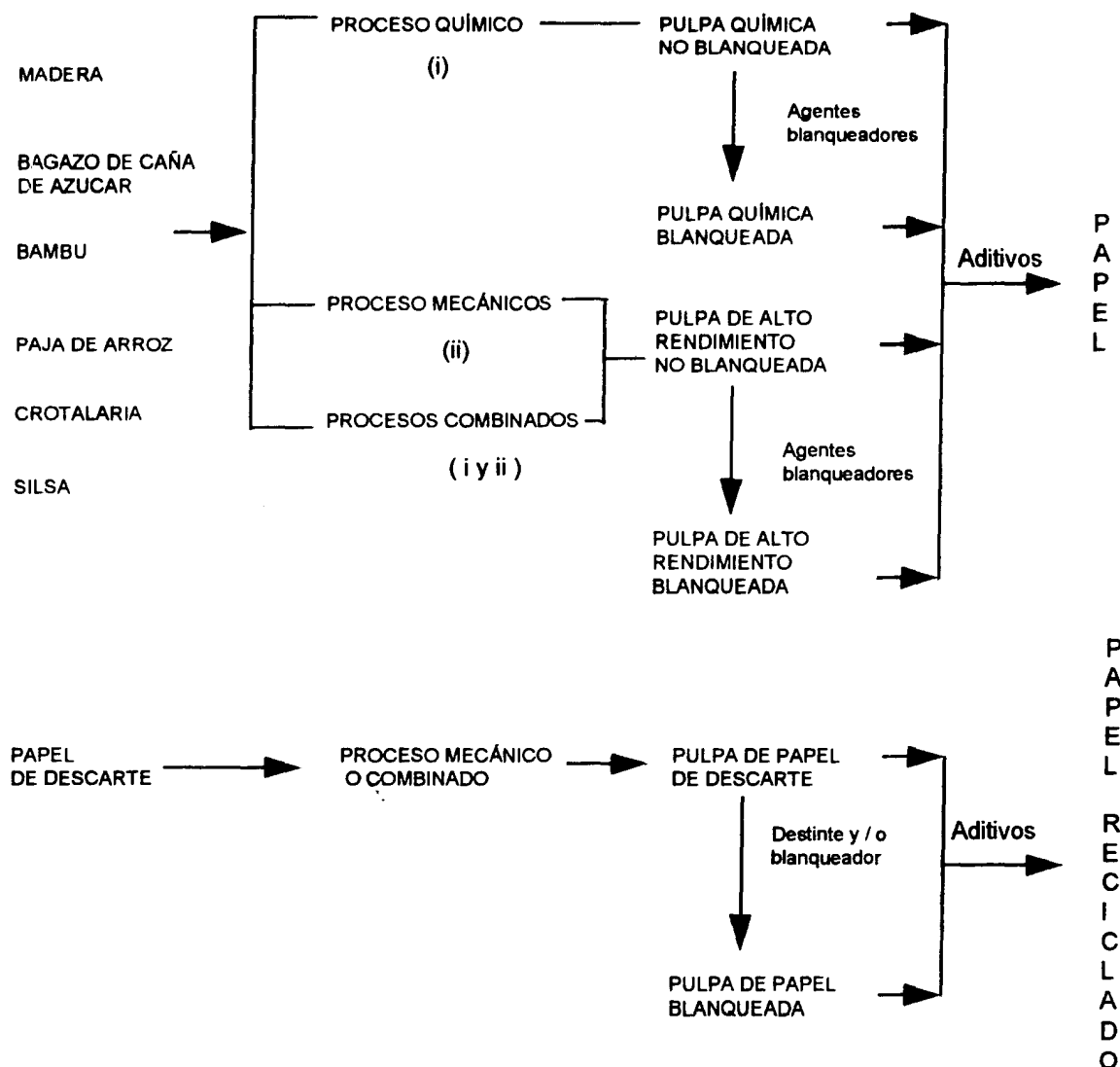


Figura 1. Papel, a partir de sus materias primas

En Venezuela, el 46.52% del total de la pulpa producida proviene de la madera, y el 53.48% se obtiene del bagazo de caña. Las fibras de madera en Venezuela se obtienen de las áreas deforestadas, que se mantienen siempre productivas y cultivadas específicamente para la producción de pulpa. Las selvas naturales tropicales, por la diversidad de su composición, no son adecuadas para la producción de papel y pulpa. Anualmente la industria venezolana de papel y pulpa planta aproximadamente 33 millones de árboles de pino y de eucalipto.

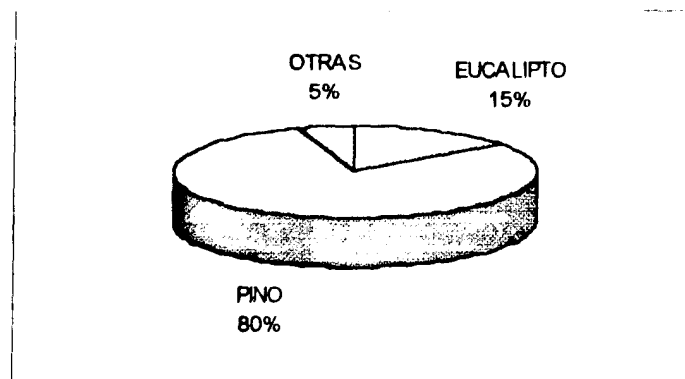


Figura 2. Maderas usadas en la fabricación de pulpa⁽¹⁾

DIFERENTES TIPOS DE PAPEL

De acuerdo con su finalidad, las diferentes clases de papel sirven:

- para la imprenta
- para escribir
- para envolver
- para fines sanitarios
- para hacer cartones y cartulinas
- para usos especiales

Tabla 1. Producción venezolana de papel en T.M (1994)⁽¹⁾

TIPO DE PAPEL	CANTIDAD EN T.M.	INCREMENTO (%)
Imprimir y escribir	152.572	24,30
Corugado medio	80.189	12,77
Tissue	160.237	25,52
Envases y envolturas	53.182	8,47
Cartulinas industriales	85.609	13,63
Kraft Liner	85.635	13,64
Otros	10.555	81,68

Los papeles son fabricados de acuerdo con fórmulas específicas, a fin de que presenten las características necesarias para la finalidad a la cual se destinan. Así, además de su materia prima básica, que es la pasta celulósica, pueden: contener aditivos (colas, pigmentos minerales, películas metálicas o plásticas, parafina, silicón, etc.), estar mojado, estar recubierto (con pigmentos minerales, películas metálicas o plásticas, parafina, silicón, etc).

Una propiedad muy importante del papel es su gramaje, es decir el peso en gramos de un área de un centímetro o un metro cuadrado de papel (gr/cm^2 o gr/m^2). esta característica es la que determina que el material pueda llamarse papel o cartón. Los papeles con gramaje superior a 150 gr/m^2 se llaman cartones que se fabrican esencialmente con pulpa de alto rendimiento o con fibra reciclada.

¿EN QUÉ CONSISTE EL RECICLAJE DE PAPEL?

Es hacer papel utilizando como materia prima papeles usados o no, tales como, recortes de papel, cartones y cartulinas, generados durante el proceso de fabricación de éstos materiales, o de su transformación en otros artículos, o también generados en imprentas; también en papeles, cartones y cartulinas, al igual que artículos confeccionados con ellos, usados o no y que hayan sido desechados. "Fibra reciclables o secundarias" es la denominación genérica para estas materias primas.

La mayoría del papel es reciclable, pero existen excepciones como: papel vegetal (papel cebolla), papel impregnado con sustancias impermeables a la humedad (parafina, láminas plásticas o metálicas, silicón, etc.), sin embargo, en algunos países existen algunas tecnologías para reciclar esta clase de papeles; papel sucio, cubierto de grasa o contaminados con productos químicos nocivos a la salud. Es de recordar que hay también papel no disponible para el reciclable, como el de los libros y documentos.

Tabla 2. Consumo de papel en Venezuela en T.M. (1994) ⁽¹⁾

ITEM	CANTIDAD EN T.M
Consumo de Papel	1.784.499
Papel no reciclable	258.967
Papel de descarte disponible	525.532
Papel recuperado para reciclar	245.426
Papel no recuperado	280.106

Las fibras secundarias o reciclables de papel provienen generalmente de actividades comerciales (escritorios, notarías, tiendas, supermercados, etc.), de residencias y de otras fuentes como instituciones y escuelas. En Venezuela, las fibras secundarias provienen principalmente de actividades industriales.

Son muchos los tipos de papel que se hacen total o parcialmente con fibras provenientes de descartes de papel, por ejemplo, el papel para imprenta, papel para embalajes ligeros, bolsas de papel, papel para envolver, papel para cajas y otros embalajes pesados, papel para fines sanitarios y otros. Están también hechos con descartes de papel los denominados "artículos de pulpa moldeada", como cartones para huevos, bandejas para frutas y legumbres, platos y vasos de cartón, etc.

Tabla 3. Consumo aparente de fibras secundarias o reciclables de papel en Venezuela (1994) ⁽¹⁾

TIPO	CANTIDAD T.M.
Cartulinas	24.496
Blanco y archivo	85.243
Kraft	4.628
Periódico y revistas	52.268
Cartón corrugado	248.647
Papel mezclado	6.427
Tissue	4.765

Los procesos para obtener pulpa a partir de los descartes de papel, dependen del tipo de descarte a procesar y del producto que se deba fabricar. De todos modos, cada tipo de papel es sometida a grandes rasgos a las operaciones indicadas en el figura 3.

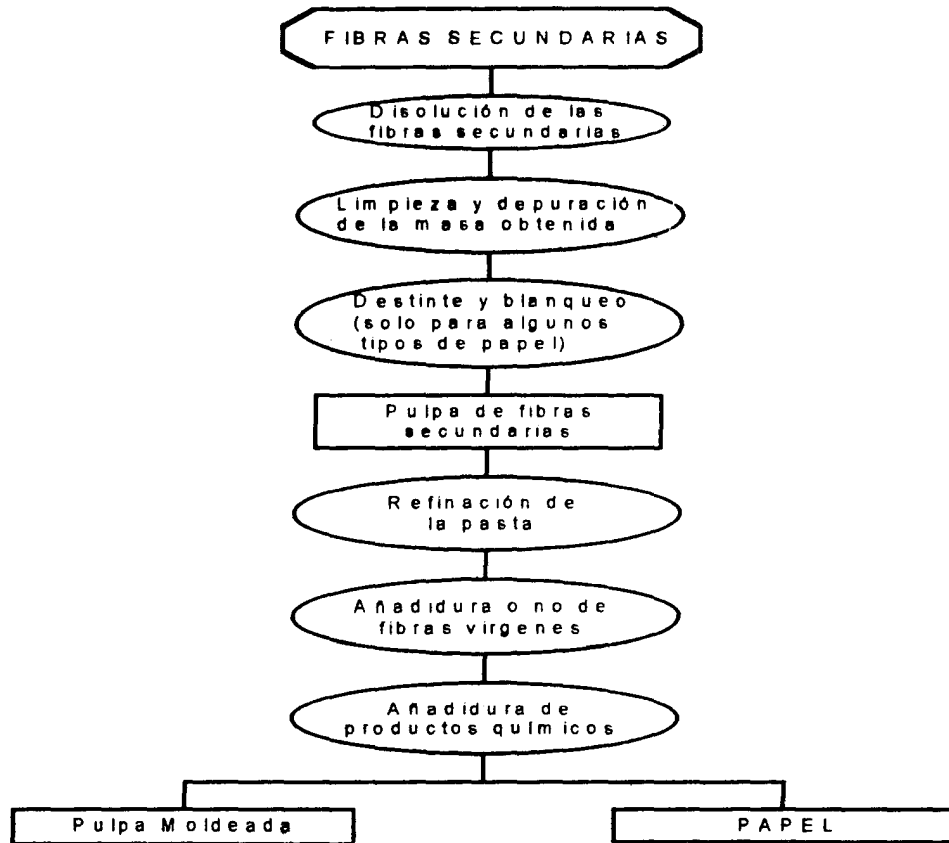


Figura 3. Principales operaciones para transformar las fibras reciclables de papel en pulpa.

BENEFICIOS DEL RECICLAJE DE PAPEL

Las dos grandes ventajas del reciclaje de papel son: reducción de los desechos generados y economía de recursos naturales como materia prima, energía y agua.

Los principales factores que dificultan el reciclaje de papel son relativos al proceso, como son: falta de homogeneidad de los descartes, necesidad de eliminar las impurezas de la masa de papel desintegrado y el descarte y tratamiento de los desechos generados. Existen otros factores de origen externo como son la fluctuación del mercado, los costos elevados para la instalación de plantas, productos de papel cada vez más sofisticados de difícil reciclaje, distancias entre las fuentes de papel recuperado y las plantas procesadoras, etc.

El reciclaje de papel es una función de factores económicos y ambientales; por lo cual los gobiernos deben dictar leyes que obliguen a reciclar, para garantizar el futuro del reciclaje del papel en Venezuela. Se debe recordar también, que la fibra reciclada no sustituye completamente a la fibra virgen, porque determinados tipos de papel solo se pueden fabricar con fibras virgen.

¿EN QUÉ CONSISTE EL RECICLAJE DEL PLÁSTICO?

El reciclaje del plástico se puede clasificar según tres tipos de tecnologías: primaria, secundaria y terciaria.

- **Reciclaje primario o preconsumo:** es la recuperación de éstos residuos efectuada en la propia industria generadora o por otras empresas transformadoras. Consiste en la transformación de residuos plásticos, mediante tecnologías convencionales de procesamiento, en productos con características equivalentes a las de productos fabricados a partir de resinas vírgenes. En la práctica, se puede afirmar que el 100% de éstos residuos se recicla, y la calidad de los artículos producidos con este material es en esencia la misma que la obtenida utilizando resinas vírgenes.
- **Reciclaje secundario o postconsumo:** es la transformación de residuos de plástico de productos desechados. Los materiales que entran en este grupo provienen de vertederos, plantas de compostaje, sistemas de recolecta selectiva, etc. Están constituido por los más diferentes tipos de materiales y resina, lo cual exige una buena separación para que puedan ser reaprovechados
- **Reciclaje terciario:** es la transformación de residuos plásticos en productos químicos y combustibles, mediante procesos termoquímicos (pirólisis, conversión catalítica). Mediante esos procesos, los materiales plásticos son transformados en materias primas, que pueden nuevamente originar resinas vírgenes u otras sustancias inertes para la industria, tales como gases y aceites combustibles. El reciclaje terciario no se realiza todavía en gran escala, debido a la inversión necesaria y a su costo más elevado que los reciclaje preconsumo y postconsumo.

Aunque no se considere un proceso de reciclaje, la incineración se realiza en muchos países para transformar residuos plásticos en energía. En este proceso los plásticos son quemados, pura y simplemente con el propósito de generar energía térmica. Se debe tener en cuenta que el valor energético de los plásticos es equivalente al de un aceite combustible (37,7 Mj/kg) y por esta razón se puede volver una valiosa fuente de energía. Como ilustración tenemos, que 700 toneladas de plástico en los desechos sólidos urbanos equivalen a cerca de 5000 barriles de petróleo.

En Venezuela de las empresas que se dedican al reciclaje de materiales plásticos, una gran parte trabaja a penas con residuos industriales, los cuales, cuando provienen de empresas idóneas, presentan una buena calidad, tanto de homogeneidad, como de contaminación por otros plásticos o materiales. Sin embargo, debido al bajo costo de la materia prima, pequeñas empresas operan con plásticos recolectados dispuestos en los vertederos. Los plásticos se pueden identificar de acuerdo al sistema internacional de codificación de plásticos que aparece en la figura 4.

El reciclaje de materiales plásticos que se encuentran en los desechos sólidos urbanos, producen algunos beneficios sociales y económicos para la sociedad, entre los cuales se pueden destacar los siguientes:

- Reducción del volumen de los desechos sólidos recolectados que se envían a los rellenos sanitarios, con lo cual se propicia un aumento de la vida útil de los mismos y una reducción en el costo del transporte.
- Economía de energía y petróleo, pues los plásticos son derivados del petróleo, y un kilo de plástico equivale a un litro de petróleo en energía.
- Menor precio a nivel del consumidor de los artículos producidos con plástico reciclado.
- Mejoras sensibles en el proceso de descomposición de la materia orgánica en los rellenos sanitarios, esto debido a que el plástico impermeabiliza las capas de material en descomposición perjudicando la circulación de líquidos y gases.

⁽¹⁾ ASOCIACIÓN VENEZOLANA DE PRODUCTORES DE PULPA, PAPEL Y CARTÓN (APROPACA). Informe anual. Caracas. 1994.

RECICLAJE DE PLÁSTICO

Los plásticos son artículos fabricados a partir de resinas sintéticas (polímeros, derivadas del petróleo). Dentro del gran desafío actual, al que se enfrentan las alcaldías venezolanas con respecto a la disposición final de los desechos sólidos, se encuentran los plásticos, que por su naturaleza química se caracterizan por presentar una gran resistencia a la biodegradación.

Una de las soluciones que va ganando el apoyo de gran número de entidades relacionadas con la cuestión ambiental, considera la posibilidad de reaprovechar el plástico desechado en los residuos sólidos urbanos, el cual constituye embalajes desechables (bolsas, potes, vasos, botellas, juguetes, etc.).

Aunque los plásticos representan solo de 4 a 7 % en masa de los desechos sólidos urbanos, en los rellenos sanitarios ocupan de 15 a 20% del volumen de los desechos dispuestos.

Dentro de la gran variedad de resinas termoplásticas, a penas seis representan cerca del 90% del consumo: PEBD, PEAD, PP, PVC Y PET. En la tabla 4 se muestra la progresión en el consumo de materiales plásticos en Venezuela.

Tabla 4. Evolución del consumo de algunos plásticos en Venezuela (miles de toneladas/año).

PLÁSTICO	1986	1987	1988	1991	1992	1993
PEAD	54	65	72	91	110	100
PEBD	81	94	100	73	79	79
PP	21	45	50	45	56	57
PS	38	43	46	35	36	38
PVC	57	66	78	60	88	85
PET	-	-	-	-	-	-

PROCESOS PARA FABRICAR ARTÍCULOS PLÁSTICOS

Los plásticos pueden ser fabricados o transformados mediante diversas tecnologías o procesos, dentro de los más importantes se tienen: inyección, moldeaje por soplado, termoformaje, extrusión, rotomoldaje y calandraje. Algunos procesos, como la extrusión y el calandraje, se aplican a la fabricación de productos semielaborados (laminados, perfiles, tubos, hojas plásticas, etc.), mientras los otros se aplican en la fabricación de productos acabados, como piezas de máquinas (inyección) o recipientes, frascos y botellas (soplado, termoformaje, inyección, etc.).

Cualquiera que sea la tecnología usada en la transformación de los plásticos, siempre existe una cierta cantidad de material residual, generada en las varias operaciones que componen el proceso. Aunque ese material se pueda casi siempre recuperar y reciclar mediante tecnologías tradicionales, gran parte del residuo es utilizado en la propia industria que lo genera, y una porción es vendida a otras empresas transformadoras o que se dedican a la recuperación, reciclaje y/o reventa.



1. PET (Politereftalato de etileno)



2. PEAD (Polietileno de alta densidad)



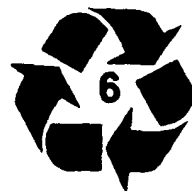
3. PVC(Policlorato de vinil)



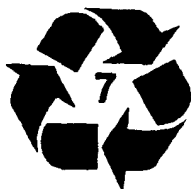
4. PEBD (Polietileno de baja densidad)



5. PP (Polipropileno)



3. PS(Poliestireno)



7. Otros

Figura 4. Sistema internacional de codificación de plásticos.

Tabla 5. Etapas del proceso de reciclaje de plástico.

ETAPAS	DESCRIPCIÓN
Separación	Identificación de los plásticos: PEBD, PEAD, PVC, PP, PS, PET, y otros
Trituración	Mojado y lavado
Regeneración	Secado, Aglutinación, Extrusión, Granulación
Post-tratamiento	Aditivación, Granulación
Reciclaje	Transformación en un artículo nuevo

Las principales dificultades que presenta el proceso de reciclaje de plástico, se pueden resumir en:

- Escasez de empresas interesadas en comprar materiales separados de los desechos sólidos urbanos.
- Distancia entre las empresas recolectoras y las industrias procesadoras.
- Dificultad para separar correctamente los desechos de plástico.
- Fluctuaciones del mercado, que no garantizan un suministro continuo de materia prima de buena calidad.

RECICLAJE DEL VIDRIO

El vidrio es un material que se obtiene por la fusión de compuestos inorgánicos a altas temperaturas, y el sucesivo enfriamiento de la masa resultante hasta un estado rígido no cristalino. El principal componente del vidrio es la sílice (SiO_2). La sílice sola, sería un vidrio ideal para muchas aplicaciones, pero las altas temperatura necesarias para su fusión y las dificultades para conformarla, limitan su uso a algunas aplicaciones especiales. Para reducir la temperatura de fusión de la sílice es necesario utilizar un fundente, y para ello sirve el óxido de sodio (Na_2O); como el conjunto SiO_2 - Na_2O es soluble en agua, se añade un tercer elemento el óxido de calcio (CaO) que le confiere al vidrio la estabilidad química necesaria, esta mezcla así formada se denomina soda-cal.

El vidrio soda-cal, también llamado vidrio común, representa el 90% de todo el vidrio fabricado en el mundo.

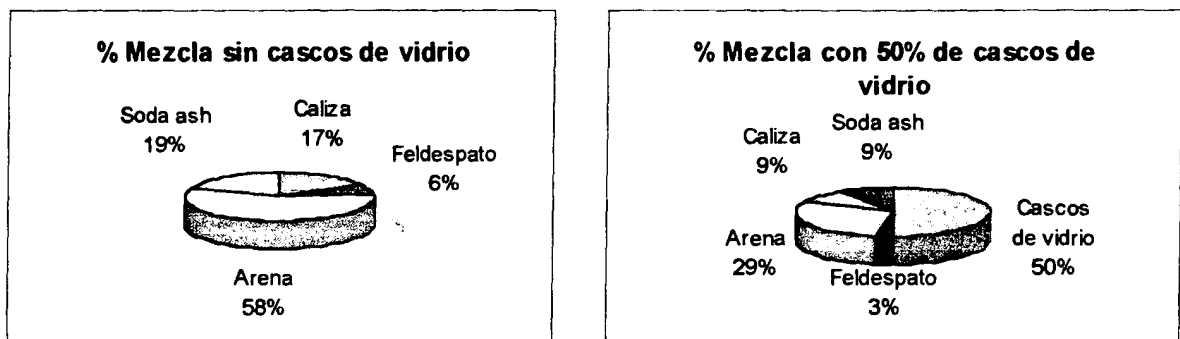


Figura 5. Formulación de un vidrio soda-cal (valores típicos).

En la actualidad la industria del vidrio utiliza procesos de fabricación específicos de acuerdo con el tipo de producto final que se desea; una primera clasificación divide esos procesos en primarios (automáticos y manuales) y secundarios.

Los procesos primarios se caracterizan por la producción de vidrio a partir de la fusión de materias primas a altas temperaturas, mientras que los procesos secundarios son los que transforman el vidrio en otros productos tales como espejos, envases, vidrios templados, vidrios laminados y otros.

El vidrio es un material no poroso, que resiste temperaturas de hasta 150°C (vidrio común), sin perder ninguna de sus propiedades físicas y químicas; esta particularidad permite que los objetos de vidrio puedan ser reutilizados varias veces para un mismo propósito.

El vidrio es reciclable en un 100%, y durante el proceso de fusión no se produce pérdida de material; con cada tonelada de casco de vidrio limpio, se obtiene otra tonelada de vidrio nuevo, por lo cual, se deja de utilizar 1,2 toneladas de materia prima virgen. La inclusión de cascos de vidrio (vidrio desechado), en el proceso normal de fabricación ahorra sensiblemente aceite combustible y electricidad.

Los cascos de vidrio provienen fundamentalmente de dos fuentes: interna y externa. La interna producto de los desechos producidos en la propia industria, los cuales son reutilizados sin ningún procesamiento adicional debido a que su calidad y composición es conocida. La externa producto principalmente de los desechos de los propios usuarios y procesadores de todo tipo de productos de vidrio.

RECICLAJE DE METALES

Los metales se clasifican de acuerdo a su composición en dos grandes grupos: ferrosos y no ferrosos; esta división se justifica por la predominancia del uso de materiales a base de hierro, principalmente acero.

Los metales son materiales de larga durabilidad, resistencia mecánica y facilidad de moldeamiento; por lo cual son utilizados en equipos, estructuras y embalaje en general.

Entre los materiales no ferrosos se destacan el aluminio, el cobre y sus aleaciones (latón y bronce), plomo, níquel y zinc; los dos últimos, junto con el cromo y el estaño se emplean más en combinación, en forma de aleación con otros metales o como revestimiento.

Existen dos procesos de fabricación de metales: el primario y el secundario. En el proceso primario, el metal se obtiene a través de la reducción del mineral al estado metálico por medio de reductores como el carbón. Este proceso se realiza a altas temperaturas con un elevado consumo de energía. En el proceso secundario, el metal es obtenido básicamente de la fusión del metal ya usado, denominado chatarra; el consumo de energía es menor en este proceso y el metal obtenido se denomina secundario.

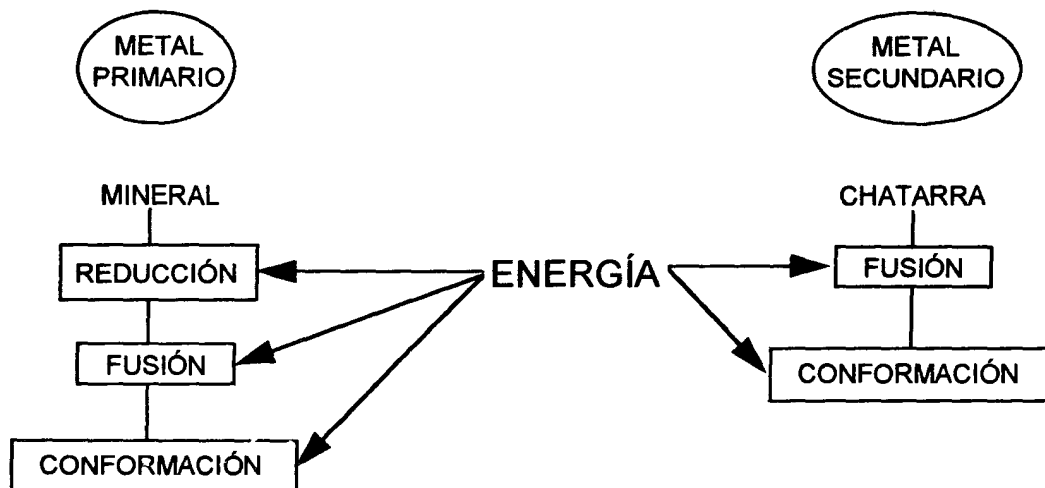


Figura 6. Etapas en la fabricación del metal primario y secundario

La gran ventaja del reciclaje de los metales, es la de evitar los gastos de reducción del mineral a metal; esta fase implica un gran gasto de energía, exige el transporte de grandes volúmenes de minerales e instalaciones costosas destinadas a la producción en gran escala. Aunque sea mayor el interés por reciclar materiales no ferrosos debido al mayor valor, es muy grande la demanda de chatarra de hierro y de acero, inclusive por las grandes siderúrgicas y acerías.

En Venezuela, se producen 1.560 millones de latas de aluminio al año. El reciclaje de estas latas es extremadamente importante para las industrias de envases, debido a que la energía necesaria para el procesamiento del metal reciclado es 20 veces menor que para el metal primario.

Es importante anotar, que los gastos en energía son los predominantes en la producción de metales, este hecho explica el interés en reciclar por parte de los fabricantes de metales. En Venezuela se recicla el 82% del aluminio que se produce, eso lo ubica como cuarto lugar en el mundo como país reciclador de este material.

APÉNDICE 7

Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios de la ciudad de Mérida, realizada en viviendas. Ramírez (1992) y Paredes (1993).

CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE MÉRIDA, REALIZADA EN VIVIENDAS AÑO 1992.

DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS.

La caracterización de los desechos sólidos municipales se realizó en tres viviendas, durante 21 semanas consecutivas; se realizó el pesaje de los desechos domésticos de plástico, latón, aluminio, vidrio, desechos putrecibles (desechos de alimentos), papel y cartón. En las tablas 1, 2 y 3 se puede observar los resultados del pesaje en cada vivienda; cabe anotar que no se realizó pesaje algunas semanas.

Tabla 1. Planilla de pesaje de los materiales en la vivienda 1.

MES	SEMANA	PLÁSTICO gr	LATÓN gr	ALUMINIO gr	VIDRIO gr	DESECHOS ALIMENTOS gr	PAPEL gr	CARTÓN gr
NOV	4	70	110	*	210	2.300	*	*
DIC	1	110	55	100	1.260	1.800	20	60
	2	80	65	*	210	1.050	70	100
	3	120	110	50	220	1.600	60	145
	4	90	55	50	1.260	1.375	15	50
ENE	1	40	50	50	230	2.800	*	140
	2	60	110	*	820	1.895	60	240
	3	140	90	50	230	1.875	*	120
	4	80	*	50	210	1.600	90	120
FEB	1	120	55	100	370	2.290	*	25
	2	140	70	*	210	1.310	16	90
	3	70	80	50	220	1.240	14	120
	4	120	*	100	480	990	*	90
MAR	1	70	55	*	210	2.140	20	50
	2	140	80	100	600	1.880	18	195
	3	120	60	*	210	1.790	25	120
	4	50	65	50	*	1.260	*	145
ABR	1	80	60	*	210	600	40	210
	2	140	80	50	210	900	30	220
	3	70	55	*	220	1.200	55	80
	4	120	70	100	700	1.900	*	50

En la tabla 4, se presenta el resumen de los resultados obtenidos, los cuales incluyen, el valor típico de %, el rango de variación, la producción diaria en kilogramos y los precios de cada material por kilogramo y los ingresos que se obtendrían si se desarrolla la recuperación de los materiales. Todo los resultados corresponden al año 1992.

En la figura 1, se puede observar la composición porcentual de los desechos de la ciudad de Mérida para el año 1992.

Tabla 2. Planilla de pesaje de los materiales en la vivienda 2.

MES	SEMANA	PLÁSTICO gr	LATÓN gr	ALUMINIO gr	VIDRIO gr	DESECHOS ALIMENTOS gr	PAPEL gr	CARTÓN gr
NOV	4	180	100	75	250	1.100	100	80
DIC	1	175	150	50	400	1.800	20	100
	2	100	150	*	500	1.600	150	50
	3	150	75	*	600	1.200	*	100
	4	*	*	*	*	*	*	*
ENE	1	*	*	*	*	1.600	*	*
	2	150	100	50	250	50	50	100
	3	100	100	350	1.200	2.100	50	*
	4	100	50	*	400	1.800	150	75
FEB	1	75	125	*	250	1.800	180	75
	2	225	50	*	350	1.800	100	50
	3	100	50	*	250	1.200	20	50
	4	*	*	*	*	*	*	*
MAR	1	100	75	*	250	1.000	50	50
	2	100	75	*	350	1.500	50	50
	3	100	75	*	250	1.800	120	50
	4	200	*	75	250	1.600	*	50
ABR	1	100	*	125	350	350	100	50
	2	75	200	*	350	1.600	50	50
	3	100	75	250	*	1.300	80	50
	4	*	*	*	*	*	*	*

Tabla 3. Planilla de pesaje de los materiales en la vivienda 3.

MES	SEMANA	PLÁSTICO gr	LATÓN gr	ALUMINIO gr	VIDRIO gr	DESECHOS ALIMENTOS gr	PAPEL gr	CARTÓN gr
NOV	4	750	750	750	1.250	5.500	3.500	1.000
DIC	1	500	500	*	1.000	6.000	2.000	*
	2	750	500	750	750	3.500	1.000	750
	3	*	*	*	*	*	*	*
	4	1.500	750	750	750	3.250	2.500	1.250
ENE	1	2.750	*	*	1.500	*	4.000	*
	2	2.500	1.250	*	1.000	1.750	3.500	1.000
	3	*	500	750	1.000	3.500	*	*
	4	750	500	*	1.250	3.500	2.000	1.000
FEB	1	500	1.000	750	1.250	5.500	3.500	1.000
	2	*	*	*	*	1.750	3.500	*
	3	1.000	750	1.000	1.250	2.500	2.500	1.250
	4	750	500	*	1.250	3.500	*	*
MAR	1	*	1.000	750	1.500	4.250	1.750	2.000
	2	750	750	750	1.000	3.500	3.500	*
	3	500	750	*	*	4.250	2.500	1.500
	4	50	*	750	1.000	3.500	1.750	1.250
ABR	1	*	750	750	1.250	*	2.500	*
	2	750	500	*	1.250	3.000	*	*
	3	*	*	*	750	6.000	3.500	1.000
	4	750	750	750	1.000	2.500	3.500	*

Tabla 4. Resumen de la composición, producción e ingresos.

MATERIALES	RANGO DE VARIACIÓN	VALOR TÍPICO (%)	PRODUCCIÓN kg/día	PRECIO Bs / kg	INGRESOS Bs / día	INGRESOS Bs / año
PLÁSTICO	18,6	6,3	7084,7	3	21.264	766.143,8
LATÓN	7,7	4,8	5397,8	0,6	2.698,92	971.611,2
ALUMINIO	7,4	5,1	5735,2	20	114.704,1	4.129.347,6
VIDRIO	13,4	11,9	13382,2	1	13.382,16	481.767,2
DESECHOS ALIMENTO	31,36	44,8	50379,8	-	-	-
PAPEL	34,26	18,4	20691,7	2,6	51.729,3	1.862.258,4
CARTÓN	14,66	8,7	9783,6	2,6	24.458,96	880.522,7
TOTAL			412.455		228.227,4	8.216.187,2

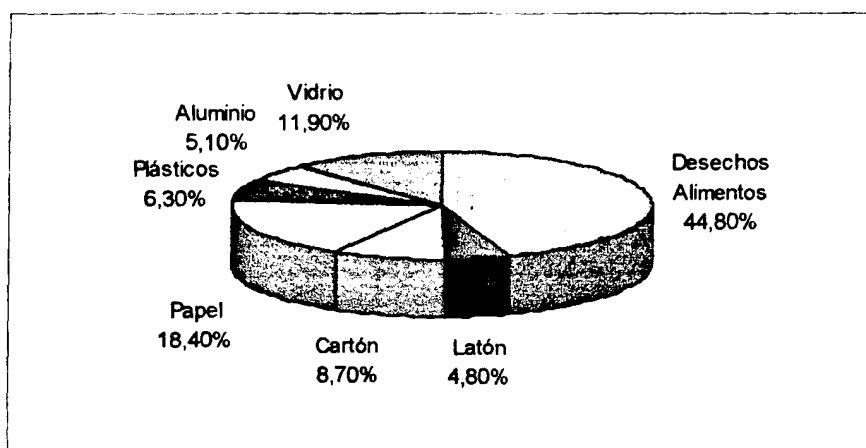


Figura 1. Composición porcentual de los desechos sólidos de la ciudad de Mérida calculados en viviendas. Año 1992.

CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE MÉRIDA, REALIZADA EN VIVIENDAS AÑO 1993.

DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS.

CALCULO DE LA PRODUCCIÓN PERCAPITA.

Se calculó tomando como base los datos obtenidos durante 22 días consecutivos de pesaje, en cuatro viviendas y tomando en cuenta el número de habitantes por cada una.

La caracterización se realizó para siete componentes: papel, cartón, vidrio, plástico, aluminio y desechos de alimentos, separados y pesados diariamente.

Los resultados obtenidos se pueden observar en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados obtenidos de la producción en cuatro viviendas en Mérida. Año 1993.

MATERIAL	VIVIENDA 1 peso (gr)	VIVIENDA 2 peso (gr)	VIVIENDA 3 peso (gr)	VIVIENDA 4 peso (gr)	Total peso (gr)
Papel	2.145	3.125	6.125	2.870	14.265
Vidrio	1.850	7.500	1.600	5.300	16.250
Plástico	650	1.000	825	650	3.125
Cartón	50	1.550	400	675	2.675
Aluminio	125	700	825	475	2.125
D. alimentos	23.225	39.400	27.850	27.330	117.805
Totales	28.045	53.275	37.625	37.300	156.245

Tabla 6. Resultados obtenidos de la composición en cuatro viviendas en Mérida. Año 1993.

MATERIAL	VIVIENDA 1 porcentaje (%)	VIVIENDA 2 porcentaje (%)	VIVIENDA 3 porcentaje (%)	VIVIENDA 4 porcentaje (%)	Rango de Variación porcentaje (%)
Papel	7,65	5,87	16,28	7,69	7,65 - 16,28
Vidrio	6,60	14,08	4,25	14,21	4,25 - 14,21
Plástico	2,32	1,88	2,19	1,74	1,88 - 2,32
Cartón	0,18	2,91	1,06	1,81	0,18 - 2,91
Aluminio	0,45	1,31	2,19	1,27	0,45 - 2,19
D. alimentos	82,81	73,96	74,01	73,27	73,27 - 82,81

Tabla 7. Resultados obtenidos de la tasa de producción percapita en cuatro viviendas en Mérida. Año 1993.

VIVIENDA	Nº HABITANTES	PRODUCCIÓN TOTAL (gr)	PRODUCCIÓN DIARIA gr / hab
1	4	28.045	1274,77
2	4	53.275	2.421,59
3	5	37.625	1.710,23
4	6	37.300	1.695,45
TOTALES	19	156.245	1.775,51

DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS.

La caracterización de los desechos sólidos municipales se realizó en cuatro viviendas, durante 21 semanas consecutivas; se realizó el pesaje de los desechos domésticos de plástico, latón, aluminio, vidrio, desechos putrecibles (desechos de alimentos), papel y cartón. En las tablas 8 se puede observar los resultados del pesaje en las cuatro viviendas; cabe anotar que no se realizó pesaje algunas semanas para ciertos componentes.

Tabla 8. Planilla de pesaje de los materiales en las cuatro viviendas.

MES	SEMANA	PLÁSTICO gr	LATÓN gr	ALUMINIO gr	VIDRIO gr	DESECHOS ALIMENTOS gr	PAPEL gr	CARTÓN gr
NOV	4	750	750	750	1.250	5.500	3.500	1.000
DIC	1	500	500	*	1.000	6.000	2.000	*
	2	750	500	750	750	3.500	1.000	750
	3	*	*	*	*	*	*	*
	4	1.500	750	750	750	3.250	2.500	1.250
ENE	1	2.750	*	*	1.500	*	4.000	*
	2	2.500	1.250	*	1.000	1.750	3.500	1.000
	3	*	500	750	1.000	3.500	*	*
	4	750	500	*	1.250	3.500	2.000	1.000
FEB	1	500	1.000	750	1.250	5.500	3.500	1.000
	2	*	-	*	*	1.750	3.500	*
	3	1.000	750	1.000	1.250	2.500	2.500	1.250
	4	750	500	*	1.250	3.500	*	*
MAR	1	*	1000	750	1.500	4.250	1.750	2.000
	2	750	750	750	1.000	3.500	3.500	*
	3	750	750	*	*	4.250	2.500	1.500
	4	500	*	750	1.000	3.500	1.750 2.500	1.250
ABR	1	*	750	750	1.250	*	2.500	*
	2	750	500	*	1.250	3.000	*	*
	3	*	-	*	750	6.000	3.500	1.000
	4	750	750	750	1.000	2.500	3.500	*

En la tabla 9, se puede observar el total de los desechos generados por una vivienda durante 21 semanas y el promedio de producción diaria según el tipo de desecho generado, con su porcentaje de composición.

En la figura 2, se puede observar la composición porcentual de los desechos de la ciudad de Mérida para el año 1993.

Tabla 9. Resultados del total de desechos generados, producción diaria y composición porcentual en una vivienda en Mérida. Año 1993.

MATERIAL	PRODUCCIÓN TOTAL (gr)	PRODUCCIÓN DIARIA (gr)	VALOR TÍPICO %
PLÁSTICO	45.250	103,74	8,26
LATÓN	11.500	78,23	6,3
ALUMINIO	8.500	57,82	4,66
VIDRIO	20.000	136,05	10,96
D.ALIMENTOS	67.250	457,00	36,85
PAPEL	47.000	319,73	25,75
CARTÓN	13.000	88,44	7,12
TOTALES	182.500	1241,01	

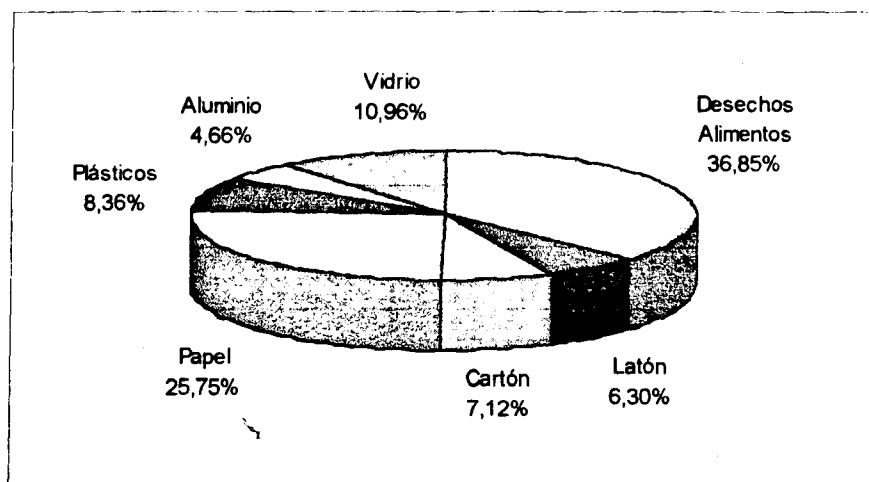


Figura 2. Composición porcentual de los desechos sólidos de la ciudad de Mérida calculados en viviendas. Año 1992.