



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

1.0  
2ej

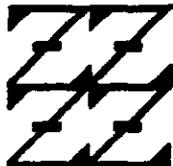
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
PLANTEL "ZARAGOZA"

CENTRO DE RECICLAJE EN LA FACULTAD DE  
QUIMICA, ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERA QUIMICA  
P R E S E N T A :  
ANGELICA FLORES TORRES

U N A M.  
FES  
ZARAGOZA



LO HUMANO ES  
DE NUESTRA REFLEXION

MEXICO, D. F.

MAYO 1998.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

262045



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



VERDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
\*ZARAGOZA\*  
JEFATURA DE INGENIERIA QUIMICA  
OFICIO: 082/003/97

*C. Angélica Flores Torres*  
Presente

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para el Examen Profesional, le comunico que la Jefatura a mi cargo ha propuesto la siguiente designación:

*Presidente: I.Q. Eduardo Loyo Arnaud*  
*Vocal: Dra. Carmen Durán Domínguez*  
*Secretario: I.Q. Raúl Ramón Mora Hernández*  
*Suplente: I.Q. Magín Enrique Juárez Villar*  
*Suplente: I.Q. Tomás Vargas Ramírez*

ATENTAMENTE  
"LO HUMANO EJE DE NUESTRA REFLEXION"  
México, D.F., 21 de Enero de 1998

  
I.Q. Magín Enrique Juárez Villar  
Jefe de la Carrera

Irm

Desde pequeña sustituía los juegos por la invención de artefactos, me maravillaba hacer algo útil de los escombros. Cuando estaba en la secundaria me gustaba ayudar a mis compañeros y a los niños de mi colonia en sus materias difíciles, así empezó a llenarse mi casa de mis niños como siempre los llamé, era agradable caminar por la calle y que los niños corrieran a darme un beso y me llamaran maestra...

Un día decidí estudiar una carrera que me permitiera hacer algo por el mundo, la contaminación me causaba más miedo que una guerra y por ello entre a la FES-Z a estudiar Ingeniería Química. Para 1993 empecé a colaborar en el Centro de Acopio de la Escuela y ahora presento este trabajo esperando sea útil a nuestra Universidad y a nuestro País.

**Los éxitos obtenidos (y por obtener) en mi vida profesional los dedico con todo mi amor:**

A quienes siempre han luchado por darme lo mejor y han estado a mi lado siempre que los he necesitado:

*Papá, se cuanto sufrías al verme desvelarme por las noche, no he olvidado mi deuda, gracias...*

*Mamá, siempre procurándonos para que salgamos adelante...*

A mis hermanos:

*Gustavo, Milio, Hugo, Rafa, recuerden que tienen mucho por hacer... ¡los quiero mucho!*

A mis primas y primos con quienes compartí mi infancia y mis juegos de patio:

*Eugenia, Cristina, Norma, Esther, Flor, José, Felix, Chuy, Sara, Miguel, Geovana y Daniel.*

*A mi bebé consentido "Arturito",*

*A mis tíos a quienes siempre he admirado por sus éxitos.*

*A mis suegros y a mi querida Pily (recuerda tu promesa en Veracruz)*

En memoria de mis abuelas, Agustina y Rafaela

***En especial para quien complementa mi vida y a quien le quiero agradecer todo su apoyo, a mi esposo***

***Mario, ¡Aja!***

## Agradecimientos

Quiero agradecer infinitamente a la *Universidad Nacional Autónoma de México*, a la *FES Zaragoza* y a la *Facultad de Química*.

---

Deseo agradecer a mi asesora de tesis la *Dra.-Ing. María del Carmen Durán de Bazúa (PIQAYQA, Facultad de Química de la UNAM)*, por su colaboración, paciencia y apoyo para conmigo, durante la elaboración de este trabajo, así como a la *Maestra QFB. Landy Irene Ramírez*, y a la *Sra. Irene* por sus atenciones y amabilidad

---

Mi agradecimiento y reconocimiento a los integrantes del Jurado, por sus atenciones y sus revisiones que permitieron enriquecer el trabajo. Sin embargo, pese a sus revisiones, mi necedad aun joven, es la única responsable de los errores que se hallen en este trabajo

Ing. Eduardo Loyo, Ing. Tomás Vargas, Ing. Raúl Ramón Mora, Ing. Magín Enrique Juárez

---

Quiero agradecer de una manera muy especial al *Dr. Benny Weiss* por su apoyo a la sección estudiantil de la *FES* cuando fui presidenta de la misma

---

Mi reconocimiento y afecto al *Dr. Arcadio Monroy Ata* por sus principios y esfuerzo para el bienestar de la *comunidad Zaragozana*, a *Socorro* por su afecto y a *Maribel* por su apoyo y mi reconocimiento a su gran entusiasmo

---

Al Centro de acopio, en especial a *Ángeles* por su apoyo y amistad

---

A mis amigos: *Laura, Rosi, Juan Carlos, Jesús, Enrique, Gabriela, Filomeno*

---

A todo mis amigos del Club de matemáticas, en especial a *Juan* y a *Mario Alberto*

---

A mi querido *Enrique Dávalos* y todos mis compañeros del *CCH*

---

A los chicos y chicas de la SEIMIQ FES Zaragoza

A Margarita, a Lidia y a las muchachitas

---

A mis amigos Eduardo y Georgina por su cariño y apoyo

A mis amigos Arcadio, Socorro, Adolfo y Maribel por su apoyo y entusiasmo

A Fosty, Rosa y la Beba.

---

Al Dr. Enrique Bazúa Rueda y al Ing. Alejandro Iñiguez

---

Agradezco el apoyo y la amistad en estos años (en orden alfabético) de

†Alejandro Cancino, Benny Weiss, Benjamin (Jefe de la biblioteca, campus II), Faustino López, Isabel e Isabel, Adriana (bioterio) Manuel López R, Miguel Flores, Rafael Coello, Roberto Boscato, Tere Guerra,

---

y a todas aquellas mujeres que han influido en mi vida, a quienes admiro y respeto:

*Mi madre, mi tía Juanita, mi maestra de inglés María Elena, mi amiga Grissel Mier, y mi querida Carmen Durán de Bazúa.*

---

***Falta mencionar a mucha gente, pero se elevaría el volumen del trabajo al doble, solo me queda agradecer a todos los que han participado en mi vida, por supuesto a toda la gente de Ingeniería Química.***

# *Centro de reciclaje en la Facultad de Química, estudio de prefactibilidad*

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
SIGLAS UTILIZADAS .....	VII
RESUMEN.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 PRESENTACIÓN .....	1
1.1.1 Antecedentes.....	2
1.1.2 Planteamiento del problema.....	5
1.1.3 Justificación.....	6
1.1.4 Objetivo .....	7
1.1.5 Hipótesis.....	7
1.1.6 Metodología.....	7
1.2 RESIDUOS.....	8
1.2.1 Residuos sólidos no peligrosos.....	8
1.2.2 Residuos residenciales .....	8
1.2.3 Residuos municipales domiciliarios .....	9
1.2.4 Residuos urbanos.....	9
1.2.5 Residuos peligrosos.....	9
1.3 RECICLAJE Y REÚSO .....	11
1.3.1 Reciclaje y reúso en México.....	11
1.3.2 Desventajas de los materiales reciclados .....	12
1.3.3 Centros de acopio .....	13
1.3.4 Centros de reciclaje .....	13

1.3.5 Rellenos sanitarios .....	14
1.4 GESTIÓN SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS (RSNP) EN EL MUNDO .....	15
1.5 EL PROBLEMA DE LA INFORMACION.....	15
1.5.1 Información oficial.....	15
1.5.2 Información de campo.....	18
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>19</b>
<b>ESTUDIO DE MERCADO.....</b>	<b>19</b>
2.1 RESIDUOS A COMERCIALIZAR.....	20
2.2 OFERTA.....	23
2.2.1 La basura en cifras.....	23
2.2.2 El negocio de la basura.....	27
2.2.3 Precios.....	28
2.3 DEMANDA.....	30
2.4 ANÁLISIS DE MERCADO .....	33
2.5 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	35
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>36</b>
<b>ESTUDIO TÉCNICO.....</b>	<b>36</b>
3.1 DESARROLLO DEL CENTRO DE RECICLAJE.....	36
3.2 CAPACIDAD DEL CENTRO DE RECICLAJE.....	38
3.3 TECNOLOGÍA.....	41
3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS.....	41
3.5 PROCESOS MECÁNICOS.....	41
3.6 ESPACIO REQUERIDO.....	49
3.7 DISTRIBUCIÓN EN EL CENTRO DE RECICLAJE .....	50
3.8 UBICACIÓN DEL CENTRO DE RECICLAJE .....	51
3.9 PERSONAL REQUERIDO.....	51
3.9.1 Mano de obra directa .....	52
3.9.2 Mano de obra indirecta.....	52
3.9.3 Personal administrativo y de ventas.....	52
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>53</b>
<b>ESTUDIO DE INVERSIÓN.....</b>	<b>53</b>
4.1 PLAN GLOBAL DE INVERSIONES.....	53

4.2 PUNTO DE EQUILIBRIO.....	62
4.2.1 Cálculo del punto de equilibrio .....	62
4.2.2 Análisis del punto de equilibrio.....	66
4.3 COSTOS MARGINALES.....	69
4.4 TASA INTERNA DE RETORNO.....	70
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>72</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>72</b>
5.1 SOBRE LA SITUACIÓN DEL RECICLADO EN MÉXICO .....	72
5.2 SOBRE LA INSTALACIÓN DE UN CENTRO DE ACOPIO .....	74
5.3 RECOMENDACIONES.....	75
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>
6.1 ASPECTOS LEGALES .....	78
6.1.1 <i>Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente</i> .....	78
6.2 SEGURIDAD E HIGIENE.....	81
6.2.1 <i>Recomendaciones generales</i> .....	81
6.2.2 <i>Colores indicadores de riesgo</i> .....	82
6.2.3 <i>Protección de la cara y los ojos</i> .....	83
6.2.4 <i>Protección de los dedos, las manos y los brazos</i> .....	84
6.2.5 <i>Protección de los pies y las piernas</i> .....	84
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA .....</b>	<b>85</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA NO CITADA .....</b>	<b>87</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, RSNP	10
TABLA 1.2 SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS EN DIFERENTES PAÍSES.	16
TABLA 2.2.1 GENERACIÓN DE BASURA EN LA CIUDAD DE MÉXICO PARA 1995 (DGSU, 1995)	24
TABLA 2.2.2 GENERACIÓN DE BASURA EN EL ESTADO DE MÉXICO PARA 1995 (DGSU, 1995)	25
TABLA 2.2.3 BASURA POR ORIGEN EN LA CD. DE MÉXICO Y ZONA METROPOLITANA (DGSU, 1995)	26
TABLA 2.2.4 TIPO DE DESECHO Y SU PORCENTAJE RESCATADO EN EL D.F. Y ZONA METROPOLITANA [ESTIMACIONES CON BASE EN REPORTES DE CONTROL TÉCNICO DE LA PLANTA DE SELECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE SAN JUAN DE ARAGÓN] (DGSU, 1995)	26
TABLA 2.2.5 DISPOSICIÓN FINAL DE LA BASURA EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y ZONA METROPOLITANA (DGSU, 1995)	27
TABLA 2.2.6 BASURA Y EMPLEO EN LA CD. DE MÉXICO Y ZONA METROPOLITANA PARA 1995 (DGSU, 1995)	27
TABLA 2.2.7 PRECIOS ACTUALIZADOS PARA PAPEL (INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 1997)	29
TABLA 2.2.8 PRECIOS ACTUALIZADOS PARA METALES (INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 1997)	29
TABLA 2.2.9 PRECIOS ACTUALIZADOS PARA DIVERSOS PLÁSTICOS (INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 1997)	29
TABLA 2.2.10 PRECIOS ACTUALIZADOS PARA EL VIDRIO (INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 1997)	30
TABLA 2.3.1 NEGOCIOS COMERCIALIZADORES DE RESIDUOS NO PELIGROSOS EL D.F.	31

TABLA 2.3.2 NEGOCIOS COMERCIALIZADORES DE RESIDUOS NO PELIGROSOS EN EL	
ÁREA METROPOLITANA .....	32
TABLA 3.1 DESARROLLO DE LOS CENTROS DE RECICLAJE .....	37
TABLA 3.2 POBLACIÓN DE LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA UNAM (INFORMES	
ANUALES, 1988-1997).....	38
TABLA 3.2.1 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN LA FACULTAD DE QUÍMICA	
DE LA UNAM POR DÍA .....	40
TABLA 4.1.1 PLAN GLOBAL DE INVERSIONES (CASO GENERAL).....	54
TABLA 4.1.2 PLAN GLOBAL DE INVERSIONES (FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM) .....	58
TABLA 4.2.1 BIENES DE CAPITAL (EQUIPO).....	62
TABLA 4.2.2 INVERSIONES.....	63
TABLA 4.2.3 INGRESOS .....	63
TABLA 4.2.4 COSTO DE OPERACIÓN.....	64
TABLA 4.2.5 RENTABILIDAD .....	65
TABLA 4.3.1 COSTOS MARGINALES DE INVERSIÓN .....	69
TABLA 4.3.2 COSTOS MARGINALES DE OPERACIÓN .....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1.1 CICLO DE RESIDUOS SÓLIDOS..	18
FIG. 3.1 ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DEL TIPO DE RESIDUOS GENERADOS DIARIAMENTE EN LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA UNAM.	40
FIG. 3.4.1 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS	42
FIG. 3.5.1 ETAPA UNO DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESAMIENTO DEL CARTÓN	44
FIG. 3.5.2. ETAPA DOS DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESAMIENTO DEL METALES.	45
FIG. 3.5.3. ETAPA TRES DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MADERA	46
FIG. 3.5.4. ETAPA CUATRO DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESAMIENTO DEL PAPEL.	46
FIG. 3.5.5. ETAPA CINCO, DIAGRAMA DE FLUJO QUE ENGLOBA LOS PROCESOS PARA EL VIDRIO, PLÁSTICO Y TETRABRICK	47
FIG. 3.5.6 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MATERIA ORGÁNICA.	48
FIG. 3.6 PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL DEL CENTRO DE RECICLAJE EN LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA UNAM.	49
FIG. 3.7 MAPA DE DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO DE RECICLAJE	50
FIG. 4.2.2.1 GRÁFICA COMPARATIVA DE LOS INGRESOS REALES CON RESPECTO A LOS GASTOS TOTALES EN EL CENTRO DE RECICLAJE PROPUESTO	66
FIG.4.2.2.2 MUESTRA GRÁFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO.	67

## SIGLAS UTILIZADAS

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN
DGSU	Dirección General de Servicios Urbanos
FQ	Facultad de Química
IMPI	Instituto Mexicano del Plástico Industrial
INARE	Instituto Nacional de Reciclaje
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PUMA	Programa Universitario del Medio Ambiente
RSNP	Residuos sólidos no peligrosos
RSU	Residuo sólido urbano
SEMARNAP	Secretaría del medio ambiente, recursos naturales y pesca
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

*Centro de reciclaje en la Facultad de Química, estudio de prefactibilidad*

Por : Angélica Flores Torres  
Asesora : Dra. María del Carmen Durán Domínguez

## RESUMEN

**H**asta antes de los ochenta la basura estaba compuesta principalmente por papel, cartón, madera, fierro, vidrio y tierra. Ahora la basura se compone de una amplia variedad de materiales, gran parte de los cuales tardan miles de años en degradarse. Muchos no se pueden reciclar o separar fácilmente. El llamado “problema de la basura” es el de saber qué hacer con las enormes cantidades de basura que se generan día a día, sobre todo en las grandes ciudades. La solución implica la disposición final o el reciclaje. La disposición ha resultado ser una solución insuficiente para la cantidad de basura generada y por los riesgos para la salud que implica un relleno sanitario. Por eso se ha puesto tanto interés en el reciclaje. Desafortunadamente, éste no es visto todavía como una solución satisfactoria, pues aún se encuentra condicionado por razones económicas y no por razones ecológicas y sociales. En este trabajo se realizó un estudio técnico y de prefactibilidad para instalar un centro de reciclaje en la Facultad de Química de la UNAM. Los resultados obtenidos indican que, para que sea rentable, el centro debe vender más de \$80,000.00 al año.

Mayo 1998

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 PRESENTACIÓN

Es evidente que la contaminación ha generado diversos problemas para los seres vivos de este planeta. El tratamiento del agua, del aire y del suelo son motivo de cuantiosas inversiones con el objetivo de remediar los problemas ya generados o reducir, en lo posible, el deterioro de la biosfera.

En México, el manejo de los residuos sólidos es responsabilidad de los gobiernos municipales; pero la falta de recursos para ofrecer un buen servicio ha propiciado el surgimiento de empresas privadas dedicadas exclusivamente a la recolección de basura, tanto doméstica como industrial. La disposición ha resultado ser una solución insuficiente a pesar de que en 1994 la norma ecológica para la operación de “rellenos sanitarios”, propició el desarrollo de una infraestructura más avanzada en esa materia. Pero, a pesar de que 20 o 30% de la basura es confinada en instalaciones que cumplen con los requerimientos básicos, todavía existen basureros al aire libre. Por eso se ha puesto tanto interés en el reciclaje. Desafortunadamente, es muy difícil fomentar la cultura del reciclaje porque resulta más barato explotar los recursos vírgenes como agua, madera, energía, etc. Sin embargo y pese a lo anterior el reciclaje existe y éste se da gracias a la pepena informal la cual se da a su vez debido a los problemas de desempleo o subempleo que se tiene en México, pues es la manera más barata de reciclar, pero se debe reconocer que los pepenadores trabajan en condiciones infrahumanas.

La ciudad de México es la más adelantada del país en reciclaje porque el sector público asumió la responsabilidad de construir las plantas y las puso a disposición de los pepenadores de diferentes agrupaciones. El costo de operación y mantenimiento corre, pues, a cargo del gobierno “El beneficio económico se lo llevan los pepenadores, por eso es buen negocio”.

El auge de los métodos de reciclaje en el futuro dependerá de.

- Desarrollar métodos de separación, imprescindibles antes de cualquier reciclaje.
- Desarrollar tecnologías de reciclaje.
- Habilitar espacios adecuados para la disposición de la basura.
- Encarecimiento de los recursos naturales cuyo consumo pueda ser reducido por el reciclaje.
- Actitudes gubernamentales que estimulen el comercio y la investigación en torno al reciclamiento.
- Coordinación entre el sector productivo y los centros de acopio y tratamiento de basura.
- Reconocimiento cabal del problema ecológico y social que implica la mera acumulación.

Este trabajo se compone de seis capítulos, en ellos se encuentra la información necesaria para determinar la prefactibilidad de instalar un centro de reciclaje en una institución educativa, tomando como caso de trabajo la Facultad de Química de la UNAM.

### 1.1.1 ANTECEDENTES

La generación de residuos sólidos es algo inevitable, pues al transformar la naturaleza, para alcanzar un mejor nivel de vida se modifica al ambiente; es el precio que se tienen que pagar por el grado de civilización que ha alcanzado la humanidad.

Nada ha caracterizado mejor a la sociedad contemporánea que su enorme capacidad de consumo. Conforme pasan los años, la producción de residuos sólidos va en aumento.

Durante el paso de los años la basura ha cambiado su composición. Antes su composición era principalmente de materiales biodegradables (madera, trapo, papel, cartón y metales) pero, en la actualidad, el plástico ha pasado a ser el elemento principal en la basura, lo cual ha generado problemas graves de contaminación debido a que es un material que tarda cientos de años en degradarse, generando problemas en el suelo, agua y aire, directa e indirectamente.

En la época prehispánica, (según escritos del padre Francisco Javier Clavijero) bajo el gobierno de Moctezuma Xocoyotzin, no había en las ciudades una sola tienda de comercio, no se podía vender ni comprar fuera de los mercados y, por lo tanto, nadie comía en las calles, ni se tiraban cáscaras ni otros despojos y había más de mil personas que recorrían la ciudad recogiendo la basura (Deffis, 1994).

Cuando llegaron los españoles se empezaron a manejar los desechos sólidos en forma arbitraria, complicando las posibilidades de reutilización. Para 1787, las calles de México eran intransitables por la falta de limpieza; había basura por todas partes y los caños estaban llenos de lodos pestilentes, la basura se arrojaba en la vía pública y no había quien la recogiera. En consecuencia, el Virrey Revillagigedo hizo reglamentaciones municipales para barrer y regar las calles, estableciendo que la basura fuera recogida por carros tirados por mulas, con lo cual se evitó que los basureros continuaran en las calles (Deffis, 1994).

Para 1884 el servicio de limpia contaba con 83 carros, 43 pipas y 136 mulas, distribuidos entre las ocho inspecciones de policía. De esta manera, por primera vez, el servicio se descentraliza en virtud de que era sumamente imperfecto, porque la ciudad ya era muy grande y los carros no podían recorrerla eficientemente, con la agravante de que el tiradero estaba en uno de los extremos de la ciudad (Barrios-Gutiérrez, 1994).

Para 1936, el servicio de limpia contaba con 2,500 empleados. Dos años antes se había formado el sindicato de limpia y transportes y el equipo con el que contaba se componía ya de camiones tubulares (carros de volteo de 7 y 20 toneladas)

En 1940, se empieza hablar de reciclar o industrializar la basura, de los problemas de contaminación del suelo, aire y agua, y de la necesidad de que los tiraderos quedaran lo más apartado posible de la ciudad. A partir de los años cuarenta, el D.F., contó principalmente con los tiraderos de Santa Cruz Meyehualco y de Santa Fe. Para 1941 se promulgó el primer reglamento de limpia (Barrios-Gutiérrez, 1994).

A principios de los sesentas se creó la Dirección General de Servicios Urbanos del D.F., de la que depende la oficina de Recolección de Desechos Sólidos. Al final de esta misma década, desapareció la mencionada Dirección General para surgir nuevamente a principios de los ochentas.

Para 1983, el Departamento del Distrito Federal inició el saneamiento y clausura del tiradero de Santa Cruz Meyehualco, que consistió en espaciar, conformar y cubrir los residuos sólidos con tepetate, así como la perforación de pozos para el venteo del biogas generado por la degradación que sufren los residuos acumulados. Con la clausura de estos tiraderos se estimuló el desarrollo y creación de otros; como Santa Catarina, San Lorenzo Tezonco, Tláhuac, Milpa Alta, Tlalpan y Bordo Xochiaca (Ramírez y col., 1995).

En 1984, el Departamento del Distrito Federal, seleccionó dos sitios para rellenos sanitarios; uno en "bordo poniente" en un lugar de la zona federal del antiguo lago de Texcoco, con una superficie de 233 hectáreas para operar un relleno de hasta 6000 ton/día de desechos sólidos no peligrosos; sin embargo, actualmente se entierran algunos desechos de hospitales los cuales son considerados como tóxico y biológico-infecciosos, es decir, peligrosos. El otro relleno se localiza en un sitio denominado "prados de la montaña", cercano al tiradero de Santa Fe, en donde se permitía la pepena controlada durante el día para cubrir los desechos por la noche

## 1.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, hay una necesidad de disponer de los residuos sólidos no peligrosos (RSNP) que son generados por la elaboración de un bien o servicio al consumidor.

Una de las alternativas que se manejan es la del reciclaje y el reúso, lo que ha despertado un interés inusitado en la sociedad. Si bien se reconoce que reciclar y reusar no es necesariamente la mejor solución al problema de la generación irracional de desperdicios, ya que lo mejor sería producir menos basura; el reciclaje y el reúso surgen ahora como la mejor opción para la correcta gestión de los mismos. Comunicar y difundir el "know-how" del reciclaje es una manera de participar conscientemente en la búsqueda de una solución a ese problema, el cual se ha generado, principalmente, por el consumismo de la sociedad moderna.

La sociedad en su conjunto es parte del problema ya que genera basura y produce contaminantes individualmente. Por ello, todos deben ser parte de la solución, participar activamente desde el entorno familiar y social, comunicando, difundiendo y, sobre todo, ejerciendo el poder que tienen los ciudadanos resueltos a participar para producir el cambio que el mundo requiere.

En la actualidad se conoce de diversas Universidades y Facultades del país quienes trabajan ya en la instalación y funcionamiento de un centro de acopio (FES Zaragoza, UNAM, Colegio de Bachilleres del estado de Tlaxcala, entre otros), como consecuencia de la importancia por resolver el problema educando a los ciudadanos para mantener un mejor entorno ecológico.

Por sus propiedades intrínsecas, los materiales o residuos desechables son a menudo reutilizados y se convierten en recursos en otro marco (Solís- Fuentes, 1995).

En las últimas décadas, con el florecimiento de la ciencia, la industria y la tecnología, las sociedades de consumo tendieron al despilfarro de recursos y se crearon "necesidades" a

través de los medios audiovisuales y gráficos, determinando patrones de personalidad y “status” social, de acuerdo al volumen de bienes necesarios adquiridos.

La generación creciente de desperdicios que comenzaron por apilarse a cielo abierto en lugares cercanos a los centros habitacionales y que, finalmente, acabó por convertirse en un creciente problema para la economía, la ecología y la salud del mundo, sigue en aumento.

Por tanto debe considerarse la creación de tecnologías más limpias y el reciclado de los residuos donde esas tecnologías lo permitan creando un entorno ecológico menos impactado del que hay en la actualidad

### 1.1.3 JUSTIFICACIÓN

Esta tesis tiene el propósito de realizar un estudio de prefactibilidad para instalar centros de acopio y de reciclaje en instituciones educativas, tomando como caso de estudio a la Facultad de Química de la UNAM. Los siguientes argumentos justifican este propósito:

- En centros educativos los desechos son de alta calidad. Son relativamente fáciles de separar, limpios y secos. Estos desechos incluyen pocos materiales orgánicos que se puedan descomponer, no contienen desechos infecciosos o tóxicos, como en hospitales o industrias (con excepción de algunos institutos, centros y facultades que los generan pero de manera controlada).
- En los basureros de las instituciones educativas llegan pepenadores y revisan los desechos; extraen los que pueden vender y lo que no desean lo dejan tirado, generando problemas sanitarios y una mala apariencia. Con los resultados de este trabajo se puede juzgar la conveniencia de instalar centros de reciclaje en donde estos pepenadores puedan desempeñar sus actividades de manera organizada y sin afectar el entorno social ni atentar contra la salud pública.

## 1.1.4 OBJETIVO

Determinar la prefactibilidad técnica y económica del establecimiento de un “Centro de acopio, procesamiento y reciclaje de desechos sólidos no peligrosos” en la Facultad de Química de la UNAM.

## 1.1.5 HIPÓTESIS

Considerando la situación actual y dado el auge en el uso de materiales ya utilizados en sustitución de algunas materias primas, parece ser rentable, o bien autofinanciable, la instalación de un Centro de reciclaje en la Facultad de Química de la UNAM.

## 1.1.6 METODOLOGÍA

Para cumplir con el objetivo, fue necesario realizar las siguientes actividades:

- Se hizo una revisión bibliográfica para establecer y aclarar los fundamentos, las definiciones y los términos utilizados en el trabajo.
- Se realizó un estudio de mercado visitando a varios comercializadores de residuos sólidos no peligrosos (recabando información sobre precios promedio, volúmenes de compra y tipos de desechos que comercializan).
- Se realizó un estudio técnico, determinando la capacidad aproximada que debe tener el centro de reciclaje en la Facultad de Química de la UNAM, basándose en la población de la misma y se proponen los mecanismos para el manejo de los residuos
- Se realizó un estudio de inversión calculando la producción de residuos sólidos en la facultad al año y los ingresos que se obtendrían por ellos, calculando los gastos de operación del centro de acopio y reciclaje y haciendo un análisis del punto de equilibrio
- Se analizó la factibilidad del proyecto.
- Se anexó una sección sobre aspectos legales y de seguridad e higiene.

## 1.2 RESIDUOS

Inicialmente es necesario aclarar que en el sentido estricto del español se pueden considerar como sinónimos a las palabras “residuo, desecho y desperdicio”. La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 1996) define como desecho a “cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.”

A continuación se enlistan varios tipos de residuos, legalmente clasificados. De estos, el tipo de residuos más importante para este trabajo es el de “sólidos no peligrosos”.

### 1.2.1 RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Se define como “residuo sólido no peligroso” (RSNP), a todo aquel componente sobrante de un proceso por pequeño que sea, el cual ya no es útil para el mismo y que no es considerado como peligroso (NOM-CRP-001-1993), pero sí contaminante.

Los residuos sólidos no peligrosos (RSNP) se pueden clasificar, para fines de este trabajo, de acuerdo con la tabla 1.1. Estos son los residuos que más se generan en la Facultad de Química.

### 1.2.2 RESIDUOS RESIDENCIALES

Son aquellos generados en hogares y casas habitación, para los cuales conviene establecer como índice de medición la cantidad de residuos *per cápita* (por habitante) por unidad de tiempo.

### 1.2.3 RESIDUOS MUNICIPALES DOMICILIARIOS

Son los provenientes de hogares, comercios, oficinas, instituciones, establecimientos no industriales, lugares y vías públicas. El índice de caracterización se define como cantidad de residuos municipales domiciliarios *per cápita* por unidad de tiempo

### 1.2.4 RESIDUOS URBANOS

Son los generados por hogares, comercios, oficinas, instituciones, establecimientos, lugares públicos e industrias (sin incluir los residuos propios de la operación industrial, los cuales se cuantifican en otro rubro), para todos los cuales el índice de caracterización es la cantidad de residuos urbanos *per cápita* por unidad de tiempo

### 1.2.5 RESIDUOS PELIGROSOS

Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características, corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, se consideran como peligrosos

En la Facultad de Química de la UNAM, también se generan este tipo de residuos, pero no serán considerados en este trabajo (NOM-CRP-001-ECOL-1993) .

TABLA 1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, RSNP

(Barrios-Gutiérrez, 1994; García, 1997; Holmes, 1983; Ramírez y col., 1995; Yen, 1975)

Tipo	Comentarios
Papel	El papel limpio se divide en papel blanco y de color; asimismo, se recolecta papel sucio el cual fue separado del resto de la basura principalmente domiciliaria. Algunos tipos de papel pueden ser reciclados hasta 11 veces
Cartón	La selección de este material se hace por el grado de limpieza; el cartón de empaque y los sacos para cemento, debido al tamaño de su fibra, se recicla para la elaboración de papel
Vidrio	Materia prima típica para el reciclamiento; se le puede fundir muchas veces sin perder sus características  Se selecciona de acuerdo al color: ámbar, blanco y verde  Constituye una gran parte de los desperdicios que se generan y su cantidad aumenta en gran número por las botellas no retornables
Metales	La mayor parte está constituido por fierro, aluminio plano y cobre, entre otros; sin embargo, el más comercial y abundante es el fierro. Se someten a fundición para la obtención del producto final
Trapo	Está constituido principalmente por algodón, fibras sintéticas y mezcla de ambos
Madera	Los usos de la madera recuperada son diversos, dependiendo de su tipo, calidad y estado de conservación
Residuos de comedor	Estos están constituidos por diversos materiales, desde papel, plástico y predominantemente desechos de comida; estos desechos son materiales degradables que se pueden utilizar para hacer mejoradores de suelo
Plástico	La mayoría son de tipo termoplástico y son, por otro lado, materiales combustibles con un alto valor energético, pero la desventaja es que desprenden gases tóxicos que deben ser tratados antes de dejarlos salir libremente a la atmósfera. Los termoplásticos representan el 80% del total de los desechos plásticos; asimismo, existe un amplio mercado que comercializa los plásticos que pueden ser fundidos nuevamente, los cuales son lavados, molidos y utilizados como materia prima nuevamente
Residuos de jardinería	Estos desechos son materiales biodegradables o bioasimilables que se puede aprovechar en la elaboración de mejoradores de suelos
Otros	En este rubro se pueden clasificar varios materiales los cuales, por sus características, no pueden ser clasificados en ninguno de los grupos anteriores, ejemplos de estos son la cerámica, cerillos, papel celofán, tetrapack, etc.

## 1.3 RECICLAJE Y REÚSO

### 1.3.1 RECICLAJE Y REÚSO EN MÉXICO

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 1996) menciona, entre otras, las atribuciones siguientes:

Art. 7. Corresponden a los estados federales de conformidad con lo dispuesto en esta ley y las leyes locales en materia las siguientes fracciones, entre las que destacan.

VI.- La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el Artículo 137 de esta ley.

De lo anterior es fácil deducir que la mencionada ley propone como alternativa la posibilidad del reúso y el reciclaje de los residuos sólidos sin olvidar, por supuesto que por ahora se recomienda la “disposición final” que en términos de esta Ley y del Plan Nacional de Ecología, significa un relleno o entierro sanitario.

El reciclaje y el reúso en México se han promovido más por problemas sociales que por iniciativas del Estado. El desempleo ha propiciado la proliferación de pepenadores y la crisis económica ha orillado a muchas empresas a utilizar desechos para reducir los costos de sus productos y ofrecerlos a precios que sigan siendo accesibles a los consumidores

A pesar de que México es uno de los países donde se pagan más impuestos, no se han establecido programas serios y realistas de desarrollo tecnológico y establecimientos de cadenas productivas donde entren los residuos como un medio de reducción de costos, como una alternativa para reducir el consumo de recursos naturales, como un medio para la sustitución de importaciones, como una solución al problema de la basura y como una fuente de empleo.

La cuestión que subyace es que el gobierno, responsable del problema de la basura, no ha priorizado, planeado y promovido acciones concretas, inteligentes y viables. No se ha querido acercar a organizaciones y consultores experimentados, capaces y honrados. No ha propiciado la creación de organizaciones serias que no sólo busquen la promoción de proyectos minúsculos, la organización de congresos y el financiamiento de “buenas ideas” para que se lleven a cabo, sino que las evalúen en términos de factibilidad técnico-económica y no política y de “clientelismo social”.

Las instituciones que se encargan del problema de la basura, no supervisan adecuadamente el empleo de los financiamientos que se otorgan a particulares sin escrúpulos a los que no les interesa llegar a resultados que hagan valer la inversión del pueblo (a través de sus impuestos), sino sólo la justificación para hacerse de recursos económicos. Son pocas las personas capaces y bien preparadas que han dedicado todos sus esfuerzos al problema de la basura y que han contribuido con la formación de recursos humanos capaces quienes, sin una buena coordinación estatal, no podrán coadyuvar a resolver el problema.

Se puede argumentar que el gran número de pepenadores que “trabajan” en los tiraderos ahí encuentran su fuente de ingresos y que el reciclaje es una práctica común. De hecho, ellos no se contabilizan en la tasa de desempleo porque, al fin y al cabo, tienen un empleo. Naturalmente, sus condiciones de trabajo, desde el punto de vista de higiene y seguridad, son infrahumanas y representan un segmento sobre-explotado de la población que incluye trabajo infantil y otras muchas violaciones a las normas y recomendaciones de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, así como de la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 1980).

### 1.3.2 DESVENTAJAS DE LOS MATERIALES RECICLADOS

Dentro de las desventajas que tiene el uso de materiales reciclados destacan las siguientes.

- Menor calidad de los productos regenerados
- Impurezas desconocidas en el producto reciclado.

- Altos costos como materias primas.
- Inseguridad en el abasto como materias primas.
- fluctuaciones de precios.
- Mayores tiempos de degradación para los materiales reciclados.

### 1.3.3 CENTROS DE ACOPIO

Para que los RSNP puedan ser reutilizados, en lugar de ir a centros de confinamiento, se deben almacenar, clasificar y vender. Entonces, lo primero es reunirlos en un centro de acopio. Un centro de acopio es el lugar donde se juntan, limpian y clasifican los RSNP.

Como los residuos orgánicos se pudren y generan olores, generalmente no se incluyen en el inventario de un centro de acopio, pues debe dárseles salida inmediata.

En la bibliografía también es común el nombre de “centro de reciclaje” pues es el lugar donde se clasifican para enviarlos a la industria donde serán reutilizados y para volver a circular en una secuencia más de producción y consumo.

La importancia de los centros de acopio es vital para resolver el problema de la basura.

### 1.3.4 CENTROS DE RECICLAJE

Dado el creciente interés del Estado en preservar el ambiente y crear los llamados “Centros Integrales para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos Industriales” (Quadri-de-la-Torre, 1996), parece ser éste un momento propicio para proponer la investigación coordinada sobre tecnologías de reciclaje. Una alternativa interesante es la de crear centros de reciclaje en instituciones de nivel superior en donde, además de almacenar, procesar y reciclar, se cultive una educación social que dentro de algunos años permita alcanzar una vida social más equilibrada con el ambiente. Paralelamente a la creación de dichos centros se debe:

- Desarrollar proyectos de investigación para la separación, clasificación, compactación, procesado y comercialización de desechos.
- Elaborar planes maestros para el control y administración de operaciones de centros de reciclaje.
- Promover la creación de cadenas productivas donde los centros de reciclaje constituyan varios eslabones que generen empleos, reduzcan importaciones y generen riqueza
- Definir políticas y estrategias financieras que sirvan para estimular la creación de estos centros.
- Emitir opiniones calificadas y recomendaciones al Estado respecto a la legislación y el control de los centros.

### 1.3.5 RELLENOS SANITARIOS

El relleno sanitario ha sido el elemento básico para la disposición de los RSNP en el mundo. Desafortunadamente en México, los problemas en infraestructura, en diseño y en la operación de los mismos no ha permitido el éxito total. Sin embargo, los rellenos sanitarios son y continuarán siendo, un método necesario para la disposición de los RSNP en México. Entre los factores que deben considerarse prioritarios para la definición de nuevas ubicaciones de rellenos sanitarios, están los criterios de diseño, de ingeniería, legales, reglamentarios, de impacto ambiental, políticos y económicos. Sin embargo, no siendo éste el tema del presente trabajo no se abordarán

## 1.4 GESTIÓN SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS (RSNP) EN EL MUNDO

El problema de la desmesurada producción de basura preocupa al mundo. Muchos países han llegado a determinar estrategias para su recolección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final. La experiencia ha demostrado que es el Estado quien debe propiciar el cambio y que los consumidores representan el elemento crítico para el éxito, que consiste en que ellos favorezcan con sus compras a los productos reciclados o que tengan menor contenido de desechos, concomitantemente con campañas educativas formuladas por el Estado a través de los medios masivos de comunicación.

Las estrategias de recolección en los países, difieren según los problemas propios, como la escasez de materias primas, la abundancia de residuos contaminantes, la dificultad en su eliminación convencional y, sobre todo, las presiones para solucionar esos problemas asociados. Estas estrategias deben ser ejercidas por los ciudadanos ante la situación de su entorno. En la tabla 1.2 se presentan, en forma sucinta, algunos sistemas en diferentes países.

## 1.5 EL PROBLEMA DE LA INFORMACIÓN

### 1.5.1 INFORMACIÓN OFICIAL

Desafortunadamente, se desconocen muchas cosas sobre la basura. Por un lado, la información que proporciona el estado es manipulada y maquillada antes de darse a conocer públicamente; por otro lado, la información se hace pública tardíamente.

Esto dificulta cualquier proyecto de estudio, de desarrollo o de planeación sobre la basura.

Tabla 1.2 SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS EN DIFERENTES PAÍSES

País	Sistemas de recolección y disposición final
Alemania	<p>“Holdsystem”. Separar y mantener en casa la basura hasta su recolección por los camiones</p> <p>“Bringsystem”. Llevar a contenedores o lugares específicos ciertos componentes, que serán recogidos independientemente de los vecinos Los contenedores se utilizan asimismo con éxito para la recolección de la basura tóxica</p> <p>“Biotonne” Emplea contenedores urbanos y cubos en las casas para elaboración de composta de alta calidad</p>
Francia	<p>La recolección de la basura se fomenta siempre desde la perspectiva del beneficio público:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro de materias primas</li> <li>• Ahorro de energía</li> <li>• Protección del medio</li> </ul> <p>Existe una serie de acuerdos entre la administración central y local con las industrias. La agencia nacional para la recuperación y eliminación de los desechos “Les Transformeurs”, se dedica al fomento de la recuperación, asesora técnicamente en la elaboración de composta, coordina a los ayuntamientos y consigue acuerdos con los fabricantes de bienes</p>
Holanda	<p>Cuenta con el mejor conjunto de acciones encaminadas a fomentar la recolección y el suministro de papel para ser reciclado a la industria</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Recolección de papel y cartón por parte del municipio a través de camiones</li> <li>2.-Aportación periódica voluntaria</li> <li>3.- Contenedores</li> </ol>
Suiza	<p>El desarrollo de la recolección varía bastante de una zona a otra pero es el país más disciplinado</p> <p>En la ciudad de Lugano se recogen doce componentes por separado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El 40% del papel y el cartón consumido lo recogen generalmente empresas y asociaciones privadas</li> <li>• El vidrio lo depositan en contenedores</li> <li>• Los residuos peligrosos se intentan recuperar al máximo y se tratan por separado</li> <li>• Existen puntos con contenedores especiales para aceites minerales y domésticos</li> <li>• Dos veces al año se realiza una campaña de recolección a través de puntos móviles</li> <li>• Los metales se separan en contenedores y se recogen periódicamente</li> </ul>
Italia	<p>La recolección de papel y cartón es por contenedores</p> <p>La de vidrio se realiza por contenedores tipo iglú, al igual que la chatarra</p> <p>En algunas ciudades, como Padua y Roma, se recogen de forma experimental conjuntamente papel, vidrio y metales</p>

Continúa en la siguiente página...

Tabla 1.2 Sistemas de recolección y disposición de residuos en diferentes países (cont).

<p>Bélgica</p>	<p>La recolección de papel y vidrio está extendida por casi todo el país. El sistema suele ser el de puerta en puerta una vez al mes, pero también por contenedores. La ciudad de Lieja resolvió el problema de sus basuras reciclándolas. La estrategia se centró en la recolección y reciclaje de vidrio, papel, plástico y la separación mecánica del resto de la basura en una planta de tratamiento para su posterior aprovechamiento.</p>
<p>España</p>	<p>Sólo son reciclados el 19% del total de desechos, ya sea por incineración con recuperación de la energía para calefacción o electricidad o por transformación en composta. Las otras 3/4 partes de los desperdicios son eliminados en incineradores simples. Asimismo se desechan en tiraderos controlados (aunque también existen tiraderos sin ningún tipo de control). Del mismo modo se están implantando más de 20 centros de incineración, los cuales funcionan y generan energía eléctrica desde 1995.</p>
<p>Estados Unidos</p>	<p>En los últimos años han renacido las preocupaciones por el futuro del tratamiento de los residuos, los tiraderos disminuyen, las incineradoras necesitan un emplazamiento y los trámites de construcción son complicados. Entre 400 y 500 programas de recolección mediante contenedores de diferentes tamaños están en marcha, sobre todo en los estados del Noroeste. La mayor concentración se da en California.</p> <p>En Filadelfia se implantó la recolección y recuperación, con el programa múltiple municipal que abarca unas 6,000 ton/día incluyendo 100 ton/día de restos de comida, que se llevan a granjas de cerdos al sur de Nueva Jersey. Incluye centros de acopio, recolección del sector privado, de contenedores, almacenes y centros de procesamiento.</p>
<p>México</p>	<p>La acción gubernamental se inicia con la recolección de los desechos sólidos en el lugar donde se generan; ya sea en los domicilios, vía pública, áreas industriales, comerciales y hospitales.</p> <p>La recolección domiciliaria en la ciudad de México actualmente se hace por el recorrido de los camiones. La basura de la vía pública la recogen los trabajadores que barren diariamente entre 2 y 5 km. cada uno. Por otra parte, se dispone de 11 estaciones de transferencia, a las cuales los camiones llegan y vacían su carga directamente a través de tolvas, a los tractocamiones que llevarán los desechos, dependiendo del tipo, al sitio de disposición final, que es el lugar donde se depositan para compactarlos y construir así el relleno sanitario; sin embargo, se presentan problemas porque la capacidad, equipo y personal no son suficientes.</p> <p>De esto surgen cotidianamente tiraderos clandestinos, de igual forma, el control y eliminación de tiraderos a cielo abierto, donde el problema de los desechos se agudiza, tiende a volverse laxo e ineficaz (fig. 1.1.)</p> <p>En el caso de la UNAM, la basura es depositada en contenedores los cuales son recogidos por un camión.</p>

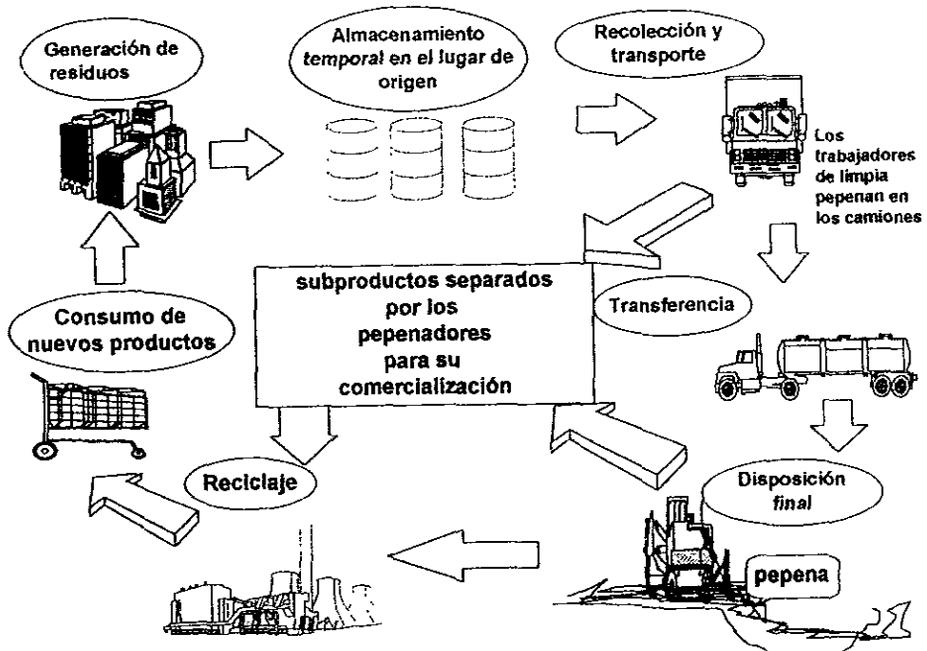


Fig. 1.1 Ciclo de residuos sólidos

### 1.5.2 INFORMACIÓN DE CAMPO

Es difícil realizar investigaciones de campo para obtener información fidedigna. Sin embargo, se visitaron diversas empresas comercializadoras de residuos sólidos no peligrosos con el fin de conocer los precios a los que compran los residuos, los volúmenes y los mecanismos de transportación.

## CAPÍTULO 2

### ESTUDIO DE MERCADO

La factibilidad técnica y económica en los proyectos de inversión, requiere un fundamento sólido para cada uno de los aspectos que lo integran; de ahí que el punto lógico de partida para la formulación y el análisis de todos los proyectos de inversión sea el estudio de mercado

En este capítulo se realiza el estudio de mercado de los residuos sólidos. Primero se describe el producto a comercializar, luego se presenta un breve análisis de la oferta y la demanda actual de los residuos. Ahí se exponen los resultados inéditos de una investigación de campo realizada exprefeso para los propósitos de esta tesis, dada la escasa información veraz públicamente disponible. Finalmente, aparece un análisis de la situación actual del mercado.

Cabe señalar que el estudio del mercado expuesto a continuación está sujeto a la veracidad de la información empleada (se dan la referencias). Por los alcances de este trabajo no se expone un análisis profundo y detallado, pues eso requeriría de una investigación de campo aun más extensa y de acceso a información técnica y comercial que no es de dominio público.

## 2.1 RESIDUOS A COMERCIALIZAR

Los productos a comercializar en la Facultad de Química de la UNAM son.

- **Papel.** Principalmente bond blanco, el cual es desechado por oficinas administrativas, de la imprenta, así como el generado por los estudiantes.
- **Cartón.** Producto de empaques de computadoras, del papel y de los productos manejados en la cafetería, etc
- **Tetrapack.** Producto principalmente de diversas bebidas
- **Vidrio.** Generado del consumo de bebidas como refrescos, frascos producto de la cafetería, y del uso como contenedores de sustancias residuales no peligrosas de los laboratorios.
- **Plástico.** Generado de empaques de diversos alimentos, refrescos, aguas, platos desechables, popotes, bolsas, etc.
- **Madera.** Es generada en menor cantidad y a veces hasta ocasionalmente de empaques de equipos, mobiliario muerto, etc.
- **Materia orgánica.** Generada en jardines y desechos de comida de la cafetería principalmente.
- **Metales.** Producto de mobiliario inservible, de equipo desechado y otros

México se ha caracterizado por su gran riqueza natural, motivo por el cual, se llegó a pensar equivocadamente que la existencia de materia prima iba a ser infinita. Con el transcurso de los años, se ha demostrado que en México, como en el resto del mundo, los recursos naturales tanto renovables como los no renovables han ido escaseando, motivo por el cual se ha vuelto factible el reúso y reciclaje de los residuos sólidos no peligrosos, pues con una serie de procesos se pueden utilizar como materia prima que, aunque no es de alta calidad, sí tienen características suficientes para su procesamiento.

Actualmente ha aumentado considerablemente el interés por el reciclaje en México, muchas empresas utilizan ya estos desechos como materia prima

A continuación se especifican algunas características de la forma en la que se utilizan.

#### Papel

Las industrias papeleras, las cuales utilizan papel reciclable, han descubierto que representa una ventaja contar con las fibras de celulosa ya separadas de la lignina (para obtener las pastas papeleras es preciso separar la celulosa de los otros componentes de la madera, sobre todo de la lignina), lo que facilita enormemente el trabajo. Sin embargo, lo mejor del reciclamiento del papel, es el ahorro de energía y ahorro de agua.

#### Vidrio

El reciclaje de vidrio cuenta con un mercado muy amplio en todo el país, no es difícil encontrar un lugar donde lo compren sin demasiadas exigencias, la clasificación del mismo se realiza por color. En este caso existen tecnologías que permiten su reciclaje sin mayor problema.

#### Plástico

El mercado para el plástico reciclado ha ido en aumento en México en los últimos 5 años. El plástico es uno de los residuos de mayor abundancia en la basura y prácticamente la mayoría del que se recupera proviene de las plantas de tratamiento de basura y de la misma industria del plástico que recupera cantidades apreciables. Desafortunadamente, no es la misma situación en la basura doméstica en donde el nivel de recuperación de este residuo sigue siendo limitado.

Entre algunas de las causas se tienen las siguientes:

- En el caso de la basura doméstica, se encuentra compuesta de todos los tipos de plásticos, desde bolsas de polietileno, envolturas, hasta envases de plástico (que generalmente nunca son retornables) de las botellas de refresco. Aunque en México la industria refresquera ha puesto en circulación envases de plástico de tipo retornable, se ha observado que, con el tiempo, se da un deterioro considerable en el envase, generalmente por rayado y, como consecuencia, se trata de recuperar reciclando las mismas.
- La diversidad en “composiciones químicas”, complica la recolección selectiva del plástico. Su correcto reciclaje exige el lavado y uso de aditivos para obtener “plástico” de alta calidad, lo cual exige una cierta capacidad técnica, hoy difícil de encontrar en muchas industrias recicladoras.

No obstante, el reciclaje de plástico tiene un gran futuro, debido a su creciente uso, elevado precio y los problemas que representa su eliminación. Por ello, el sector deberá organizarse potenciando la recolección selectiva y el nivel técnico de los procesos recicladores.

#### Fierro

Este material ha sido reciclable desde hace muchos años, por lo cual a la fecha existe un amplio mercado que consume al fierro de la chatarra para generar nuevos productos. Es tan alta la demanda de este material que la industria nacional se ha visto en la necesidad de importar chatarra de otros países. Desafortunadamente, en México se ha desperdiciado la chatarra almacenada en los tiraderos de automóviles debido a que la legislación no permite darles una disposición final por motivo de carecer de la definición de propiedad de los mismos.

#### Aluminio

El caso de las latas de aluminio es muy interesante, pues en México se carece de yacimientos, por lo cual, se tiene que importar. El aluminio es un metal caro que cuenta con las propiedades necesarias para reciclarse. Además, es un metal utilizado como recipiente de

productos de consumo masivo, como el caso de los refrescos, lo cual lo ha hecho un residuo muy cotizado en el mercado de los residuos reciclables. De hecho, es casi imposible encontrar una lata en la basura.

#### “Tetrabrick”

Hasta hace menos de un año el “tetrabrick” era uno de los envases con menos posibilidades de reciclaje debido a su elaborada estructura; sin embargo, afortunadamente para mediados de 1997 se echó a andar una filial de “tetrapack”, la cual está preparada para reciclar dicho residuo. Esta planta se encuentra situada en Toluca, Edo de México.

## 2.2 OFERTA

### 2.2.1 LA BASURA EN CIFRAS

Todos sin excepción generan basura diariamente; cada habitante de la ciudad de México y zona metropolitana producen un promedio de 1.50 kg al día, hasta hacer, si se suman los datos del Distrito Federal con los 19 municipios conturbados del Estado de México, un total de 19,621<sup>1</sup> toneladas al día (véase tabla 2.2.1)

---

<sup>1</sup> Esta cifra está formada por la suma resultante de las 11.140 t/día de basura en báscula en el DF (dato oficial de la DGSU) y la 8.481 que calcula el Estado de México en su zona conurbada.

TABLA 2.2.1 GENERACIÓN DE BASURA EN LA CIUDAD DE MÉXICO PARA 1995 (DGSU, 1995)

Delegación	Toneladas por día
Álvaro Obregón	574
Azcapotzalco	486
Benito Juárez	626
Coyoacán	650
Cuajimalpa	111
Cuahutemoc	980
Gustavo A. Madero	1,597
Iztacalco	466
Iztapalapa	1,808
Magdalena Contreras	183
Miguel Hidalgo	699
Milpa Alta	65
Tláhuac	139
Tlalpan	411
Venustiano Carranza	853
Xochimilco	187
Vario (mercados, etc.)	1,305
Total Distrito Federal	11,140

TABLA 2.2.2 GENERACIÓN DE BASURA EN EL ESTADO DE MÉXICO PARA 1995 (DGSU, 1995)

Municipios	Toneladas por día
Atenco	23
Atizapán de Zaragoza	500
Chalco	280
Chicoloapan	30
Chimalhuacán	350
Coacalco	130
Cuautitlán	50
Ecatepec	1,500
Hixquilucan	150
Ixtapaluca	170
Izcalli	390
Los Reyes, La Paz	41
Naucalpan	1,906
Nezahualcóyotl	1,600
Nicolás Romero	150
Tecámac	114
Tlalnepantla	800
Tultitlán	145
Texcoco	152
Total	8,481

En la tabla 2.2.3 se presenta información sobre el origen de la basura en la Ciudad de México y zona conurbada.

TABLA 2.2.3 BASURA POR ORIGEN EN LA CD. DE MEXICO Y ZONA METROPOLITANA (DGSU, 1995)

Por origen	% Toneladas generadas por día
Domiciliario	49.30
Comercial	23.50
Industrial	s/d
Hospitalario	15.00
Mercados públicos	5.40
Parques y jardines	3.60
Otros	3.20
Total	100.00

De toda esta basura, quizás un 50% sea recuperable; sin embargo, en la actualidad sólo se rescata entre el 10 y el 25% de la que pasó por un proceso de separación. Esto se puede analizar en las tablas 2.2.4 y 2.2.5.

TABLA 2.2.4 TIPO DE DESECHO Y SU PORCENTAJE RESCATADO EN EL D.F. Y ZONA METROPOLITANA [ESTIMACIONES CON BASE EN REPORTES DE CONTROL TÉCNICO DE LA PLANTA DE SELECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE SAN JUAN DE ARAGÓN] (DGSU, 1995)

Por tipo	% Generado	% Rescatado	% Neto
Materia orgánica	40.0	0.0	0.0
Papel	15.0	42.0	6.3
Cartón	4.0	40.0	1.6
Vidrio	8.0	64.0	5.2
Plástico	5.0	38.0	1.9
Lámina	6.0	60.0	3.6
Aluminio	5.0	65.0	3.3*
Chácharas	4.0	1.0	0.4
Trapo	4.0	1.0	0.4
Pañales desechables	3.0	0.0	0.0
Otros (loza, madera, cuero, etc.)	6.0	1.0	0.6
Total	100.0%	no es acumulable	23.3%

TABLA 2.2.5 DISPOSICIÓN FINAL DE LA BASURA EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y ZONA METROPOLITANA (DGSU, 1995)

Relleno sanitario de Bordo Poniente	8,500
Relleno-tiradero a cielo abierto de Sta. Catarina.	2,500
En 15 tiraderos a cielo abierto del Estado de México	4,050
<b>Total</b>	<b>15,050 t/día</b>

La información anterior da una idea clara de las cantidades de basura que se generan en la ciudad de México y el área metropolitana, lo cual demuestra la gran cantidad de materiales que son desechados sin la más mínima esperanza de recuperación.

### 2.2.2 EL NEGOCIO DE LA BASURA

El gran mito es la aseveración de que la basura resulta un “gran negocio”. En el fondo sí lo es. Cuando es depositada en un “bote de basura” no vale nada, pero cuando se le empieza a aplicar trabajo para recolectarla, transportarla, almacenarla, clasificarla, limpiarla, venderla y reutilizarla se transforma en una mercancía, a la que la mano del hombre le da valor (tabla 2.2.6).

TABLA 2.2.6 BASURA Y EMPLEO EN LA CD. DE MÉXICO Y ZONA METROPOLITANA PARA 1995 (DGSU, 1995)

Personal sindicalizado DDF	17,000
Voluntarios	5,000
Planta de recuperación de materiales San Juan de Aragón	600
Planta de rec. de mats. Bordo Poniente de Sta. Catarina	600
Relleno -tiradero a cielo abierto del Estado de México	600
Personal de los municipios del Estado de México	No hay información
Tiraderos a cielo abierto del Estado de México	1297
Empresas de compra-venta de RSNP e industriales	Más de 800 negocios
Pepenadores callejeros, chachareros y otros	No hay información

La información de la tabla 2.2 6 es de 1995, así que debe considerarse que ha aumentado la cantidad de pepenadores, los cuales ahora también se dedican a recolectar los residuos de la escuelas y facultades, no solamente de la UNAM, sino además de todas aquellas escuelas y centros de educación que se los permiten.

Por otro lado, la parte “débil” del negocio (curiosamente la más atacada por los medios de comunicación) está representada por las gratificaciones, dádivas, contratos “bajo el agua”, servicios regulares de recolección en negocios (fincas), reúso de bienes (colchones, muebles, botellas, etc.) y la clásica propina que se les entrega por semana a los barrenderos y camiones recolectores. Este “negocio”, por su magnitud social, crece y para unos (los barrenderos, choferes, etc.) es base de su único sustento de vida, mientras que para otros, los líderes, es una fuente inagotable de ingresos que, a la larga, se transforman en poder político al servicio del gran capital y de los intereses de la élite económica dominante

No se debe creer por lo anterior que la basura es sólo “negocio”. También es un gasto. Para dar un ejemplo, el gobierno del DF eroga anualmente poco más de 460 millones de pesos sólo por el manejo de la basura en la parte del ciclo que va de la estación de transferencia a su disposición final. A esta cifra falta agregar los costos de barrido y recolección, tanto por delegación como por municipios de la zona metropolitana, así como los egresos por el manejo de la basura en los tiraderos a cielo abierto del estado de México, con lo cual se rebasarían fácilmente los 2 mil millones de pesos que cada año se designan para deshacerse de lo que ya no quieren los ciudadanos.

### 2.2.3 PRECIOS

En el caso de los precios de los residuos sólidos no peligrosos, estos se rigen por la ley de la oferta y la demanda; sin embargo, se anexan en las tablas 2.2.7 a 2.2 10 los precios promedio en el año de 1997.

TABLA 2.2.7 PRECIOS ACTUALIZADOS PARA PAPEL (INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 1997)

Tipo de papel	Precio promedio en 1997 de 10 kg
Cartón	\$5.00
Libros y encuadernados	\$3.50
Periódico	\$2.90
Revista	\$2.50
Archivo muerto hoja blanca, separada y limpia	\$8.00
Hojas continuas de computadora sin papel calca	\$7.30
Hojas continuas de computadora con papel calca	\$2.70

TABLA 2.2.8 PRECIOS ACTUALIZADOS PARA METALES (INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 1997)

Tipo de metal	Precio promedio en 1997 de 10 kg.
Fierro	\$5.00
Lámina	\$1.50
Aluminio bote o rebanada	\$60.00
Aluminio ventanería	\$70.00
Cobre	\$50.00
Bronce	\$34.00
Plomo	\$9.00
Zinc	\$6.00

TABLA 2.2.9 PRECIOS ACTUALIZADOS PARA DIVERSOS PLÁSTICOS (INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 1997)

Plástico	Precio promedio en 1997 de 10 kg.
Polietileno baja densidad (bolsa transparente)	\$6.00
Polietileno de alta densidad (bolsa opaca)	\$4.00
Acrílico, PVC, nylon, poliestireno	\$6.00
PVC (botella transparente)	\$8.00
Botella de PET (Refresco)	\$3.00

TABLA 2.2.10 PRECIOS ACTUALIZADOS PARA EL VIDRIO (INVESTIGACIÓN DE CAMPO, 1997)

Tipo de vidrio	Precio promedio en 1997 de 10 kg
Vidrio blanco	\$2.25
Vidrio verde	\$1.80
Vidrio ámbar	\$1.60

### 2.3 DEMANDA

El objetivo de este apartado es determinar si existe demanda de los residuos sólidos no peligroso para su uso como materia prima por parte de la industria nacional, cumpliendo con ello dos cometidos muy importantes, el primero disminuir la contaminación y el segundo cuidar de los recursos naturales “alargando” la vida de los materiales.

En las tablas 2.3.1 y 2.3.2 se enlistan la mayoría de los negocios comercializadores de residuos que compran al menudeo y venden a las fábricas, ubicados en el D.F., y el área metropolitana. Estos establecimientos representa los clientes potenciales del centro de acopio. Estos datos fueron obtenidos realizando una investigación de campo original.

TABLA 2.3.1 NEGOCIOS COMERCIALIZADORES DE RESIDUOS NO PELIGROSOS EL D.F

N = Número de centros de acopio y comercialización de residuos sólidos no peligrosos

C = Cantidades que recogen a domicilio, promedio en toneladas

Delegación	N	Materiales que comercializan	C
Álvaro Obregón	9	Diversos tipos de papel y cartón Vidrio Metales ferrosos y no ferrosos Diversos tipos de plástico	5
Azcapotzalco	25	Diversos tipos de papel y cartón Vidrio Metales Ferrosos y no ferrosos Diversos tipos de plástico	4
Benito Juárez	9	Diversos tipos de papel y cartón Vidrio Metales Ferrosos y no ferrosos	5
Coyoacán	5	Diversos tipos de papel y cartón Metales	2
Cuauhtémoc	25	Diversos tipos de papel y cartón Metales Vidrio Negativos de litografía y de radiografías Plástico	2
Gustavo A. Madero	12	Diversos tipos de papel y cartón Metales Vidrio, telas	3
Iztacalco	6	Diversos tipos de papel y cartón Metales	3
Iztapalapa	14	Diversos tipos de papel y cartón Metales	4
Miguel Hidalgo	9	Diversos tipos de pape y cartón Plástico Pila Vidrio	5
Tlalpan	2	Diversos tipos de papel y cartón Metal	3
Venustiano Carranza	8	Diversos tipos de papel y cartón Metal y plástico	4
Xochimilco	1	Diversos tipos de papel y cartón Metales	4

TABLA 2.3.2 NEGOCIOS COMERCIALIZADORES DE RESIDUOS NO PELIGROSOS EN EL AREA METROPOLITANA

N = Número de centros de acopio y comercialización de residuos sólidos no peligrosos

C = Cantidades que recogen a domicilio, promedio en toneladas

Municipios del Edo. México / Delegación	N	Materiales que comercializan	C
Cuautitlán	2	Diversos tipos de papel y cartón Vidrio Metales ferrosos y no ferrosos	3
Cuautitlán Izcalli	3	Vidrio Metales ferrosos y no ferrosos	3
Ecatepec	5	Diversos tipos de papel y cartón Vidrio Metales ferrosos y no ferrosos	4
Ixtapaluca	1	Diversos tipos de papel y cartón	2
La Magdalena Atlipac	1	Metales	3
Los Reyes, La Paz	3	Diversos tipos de papel y cartón	3
Naucalpan	10	Diversos tipos de papel y cartón Metales Vidrio Desperdicios industriales	4
Tepotzotlán	8	Diversos tipos de papel y cartón Metales	4
Miguel Hidalgo	9	Diversos tipos de papel y cartón Plástico Vidrio	2
Tlalpan	2	Diversos tipos de papel y cartón Metal	3
Tlalmanalco	1	Diversos tipos de papel Cartón	4
Tlalnequiltla	8	Diversos tipos de papel y cartón Metales Plástico	5
Tultepec	1	Diversos tipos de papel y cartón Metales Vidrios	4

La información presentada en las tablas 2.3.1 y 2.3.2 sugiere la existencia de una demanda por residuos sólidos no peligrosos y sigue en aumento el número de negocios dedicados a la comercialización de los residuos

Normalmente, las condiciones de comercialización de los desechos sólidos están determinadas por el comprador, quien establece los volúmenes, las características y hasta el precio de los desechos, razón por la cual los recolectores tienen que preocuparse por tener desechos de mayor calidad, clasificándolos y limpiándolos si es necesario, todo esto con el fin de obtener el mejor precio posible.

Por lo general el transporte de los desechos se realiza en camiones de redilas o similares, los materiales salen del centro de acopio ya clasificados y en pacas, de tal modo, que su carga y descarga del mismo sea sencilla, de bajo costo y con tiempos de maniobra mínimos.

## 2.4 ANÁLISIS DE MERCADO

La generación de basura ha sido un problema desde hace ya muchos años, simplemente en el D.F., se producían para 1995 alrededor de 11,140 t/día de lo cual apenas podía ser recuperable el 50% y se recuperaba entre el 10 y el 25%, según la DGSU (1995). Si existiera un programa nacional de recuperación y reciclaje de la basura se podría contar con una mayor oferta de residuos. En la tabla 2.2.6 se ha descrito la infraestructura que permite la recuperación antes mencionada (entre el 10 y 25%). Son aproximadamente 17,000 trabajadores dedicados a recoger la basura en el D.F.; que aumentan sus ingresos pepenando la basura que recolectan. Además, hay pepenadores y voluntarios que hacen de esta actividad su fuente de ingresos. Reconocer la existencia de más de 800 negocios dedicados a la compra-venta de residuos sólidos no peligrosos es una buena referencia para valorar el mercado potencial.

Los problemas relacionados a la carencia de materia prima por el mal aprovechamiento de los recursos naturales tanto renovables como no renovables ha hecho pensar a los industriales en la importancia de utilizar los residuos sólidos no peligrosos como fuente para nuevos productos, haciendo con ello que día con día más empresas se sumen a las que ya consumen estos residuos debidamente clasificados y limpios como materia prima

La demanda ya existe y va creciendo. No obstante, el desarrollo de este mercado está sujeto a la ley de oferta y demanda del sector privado, cuyo propósito es claro, invertir poco y aprovechar al máximo la informalidad del sistema (incluso para la evasión fiscal) y “hacerse de la vista gorda” frente a la problemática ambiental del país.

El éxito en la comercialización de los residuos sólidos recuperados se debe principalmente a:

- La informalidad en las condiciones de trabajo de los pepenadores y las irregularidades fiscales en este sector. El vidrio, el papel y el cartón desarrollaron mercados al margen del control apropiado por parte de la SHCP y de la Secretaría del Trabajo.
- La utilización de estos materiales como sustitutos de materia prima, lo que permite reducir costos y evitar el control especulativo de los proveedores de materias primas.
- La sustitución de materias primas importadas, como en el caso de metales ferrosos, en donde la chatarra es uno de los principales insumos de la producción de hierro esponja, un material que presenta alta demanda en el mercado mundial. Sin embargo, México parece estar perdiendo esta oportunidad, ya que es deficitario en chatarra. Si bien el país necesita cerca de 5 millones de toneladas anuales de este material, tan sólo procesa alrededor de 3.5 millones de toneladas, razón por la cual tiene que acudir a la importación, especialmente de los Estados Unidos de América. Por supuesto, en México se produce mucha chatarra que no ha podido ser recuperada, debido principalmente, a problemas legales.
- Para el caso de los metales no ferrosos, el mercado mexicano ha sufrido un cambio importante y actualmente alcanza un gran nivel de sofisticación. En el país se desperdician aproximadamente 30,000 toneladas de metales no ferrosos por mes, de las cuales se recupera cerca de 96%, mientras que el resto se queda como basura o desperdicio en tiraderos municipales y clandestinos.

## 2.5 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

El mercado actual para la comercialización de los residuos recuperados refleja verdaderos avances en el proceso del reciclaje, sin embargo, el éxito obtenido hasta el momento se debe a la informalidad de la comercialización pues, en el caso del vidrio, el papel, el cartón y metales ferrosos, se tienen mercados establecidos desde hace ya muchos años. La utilización de estos materiales como sustitutos de materia prima se han convertido en la solución ideal para evitar el escaseo de estos materiales, así como su bajo costo. Este bajo costo se debe, de manera primordial, a la sobreexplotación de los “pepenadores”, quienes no solamente laboran en condiciones infrahumanas, sino que se emplea labor infantil violando todas las legislaciones nacionales e internacionales de la OIT (1980)

Esto, naturalmente, si fuera modificado sin ofrecer sistemas eficientes de reciclado que permitan mejorar las utilidades, cubriendo salarios razonables y condiciones de trabajo higiénicas y seguras, impedirían el empleo de materiales reciclables para lograr el ahorro de energía y de recursos no renovables.

En el siguiente capítulo se realizará el estudio técnico aplicado a la instalación de un centro de acopio en una institución educativa.

## CAPÍTULO 3

### ESTUDIO TÉCNICO

Cuando el estudio de mercado arroja resultados favorables, se está en posibilidades de realizar el estudio técnico. En este caso, el estudio de mercado muestra que existe una amplia demanda de los residuos sólidos no peligrosos pues existen aproximadamente 800 negocios que podrían comprar los residuos generados en el centro de acopio y de reciclaje de la Facultad de Química de la UNAM. Esto justifica realizar el estudio técnico, además de que existen otros criterios que justifican la instalación de un centro de acopio en una institución educativa (especialmente socio-culturales y de interés público)

#### 3.1 DESARROLLO DEL CENTRO DE RECICLAJE

A continuación se propone la creación de centros de reciclaje basándose en cinco etapas, cada una con objetivos bien definidos, los cuales se describen en la tabla 3.1.

TABLA 3.1 DESARROLLO DE LOS CENTROS DE RECICLAJE:

Etapa	Objetivo	Actividades
1	Aprender	Recolección, desarrollo tecnológico, estudios de factibilidad, para un centro de acopio
2	Inventar	Desarrollo tecnológico, estudios económicos y financieros
3	Aplicar	Estudios en planta piloto, mercadotecnia, manufactura
4	Divulgar	Licitación, legislación y pruebas en escala comercial
5	Mejorar continuamente	Aumentar eficiencia, investigar el tratamiento de materiales peligrosos, cursos de capacitación, gerencia

El presente trabajo involucra solamente la primera etapa, por ello se describe a continuación:

**Etapa 1. Centro de acopio y reciclaje:**

*Se recolecta y se separa la basura. Esta etapa se concentra en investigación y planeación de acuerdo con las actividades de la tabla 3.1.*

Los materiales que aún sirven para reciclar, pero que todavía no se pueden procesar por no contar con una tecnología económica y segura, se almacenan. Se estudian las formas de aprovechar desechos y darles el mayor valor agregado posible. La creación de centros de reciclaje es una tarea multidisciplinaria y todos los esfuerzos deben estar bien concentrados y coordinados.

### 3.2 CAPACIDAD DEL CENTRO DE RECICLAJE

Como se mencionó en el capítulo uno, se tomará como caso de ejemplo a la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. En la tabla 3.2 se presenta la "población" flotante que tiene la dependencia en estudio (de lunes a viernes y en días hábiles en el año).

TABLA 3.2 POBLACIÓN DE LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA UNAM (INFORMES ANUALES, 1988-1997)

Año	Licenciatura	Matrícula de posgrado	Personal académico de tiempo completo	Subtotal	Adm. y manuales	Total
1988	4331	318	200	4849	n.d.	4849
1989	4366	369	283	5018	n.d.	5018
1990	4252	363	283	4898	n.d.	4898
1991	4143	389	307	4839	n.d.	4839
1992	3973	431	307	4711	n.d.	4711
1993	4057	596	336	4989	n.d.	4989
1994	4117	563	346	5026	n.d.	5026
1995	4340	663	386	5389	n.d.	5389
1996	4535	786	391	5712	700	6412
1997	4686	723	415	5824	700	6524

Un aspecto importante en la implementación de un sistema de reciclaje es determinar la cantidad del material que se produce y que, posteriormente, será considerado como la materia prima del proceso de reciclaje. Desafortunadamente no siempre se puede especificar la producción real de residuos sólidos, razón por la cual, se debe estimar la cantidad de residuos a reciclar.

El procedimiento empleado para determinar la capacidad de este centro de reciclaje es

1.- Utilización de la información presentada por Reyes y col. (1996) para estimar la cantidad de residuos que se producen en la Ciudad Universitaria, solamente en la zona escolar, quienes emplearon la siguiente fórmula

$$Q = 2(n * p)$$

donde

Q= Cantidad total de residuos

n= Cantidad promedio de residuos por contenedor

p= Número de contenedores

2= número de veces que se realiza la recolección de contenedores al día

2 - Se obtienen los datos dividiendo la totalidad de los residuos de varias de las facultades estudiadas entre su población, se estima la cantidad de residuos producidos por persona y, extrapolando esta información, se obtiene la de la Facultad de Química.

3.- Con la información obtenida del PUMA sobre la caracterización de los residuos se determinan las cantidades de papel, cartón, vidrio, etc., que se pueden reunir por mes en la Facultad de Química.

4.- Considerando que la población de la Facultad de Química para los próximos 10 años, se mantenga dentro del intervalo actual, se determina la capacidad de este posible centro de reciclaje, considerando que el equipo que se requiere tenga una vida útil promedio de 10 años, antes de pensar en aumentar la capacidad del centro

Siguiendo esta metodología, en la tabla 3 2 1. se presentan los resultados obtenidos. Los datos de esta tabla graficados porcentualmente se dan en la figura 3 1.

TABLA 3.2.1 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA UNAM POR DÍA

Material	papel	cartón	vidrio	plástico	metales	materia orgánica	todo lo demás	total
kg por día	38.20	7.34	57.80	12.60	6.75	45	127.66	295.35

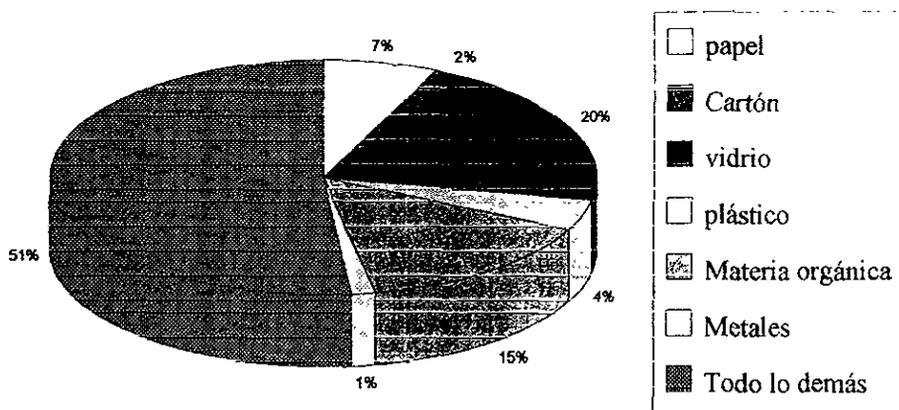


Fig. 3.1 Estimación del porcentaje del tipo de residuos generados diariamente en la Facultad de Química de la UNAM

Por lo tanto, de acuerdo con esta información, se tendrían 295.35 kg diarios. Considerando 22 días hábiles por mes en la facultad, se tiene una generación de 6497.7 kg por mes de residuos.

### 3.3 TECNOLOGÍA

La tecnología que se va a utilizar en el centro de reciclaje y acopio en la Facultad de Química de la UNAM es sencilla y de uso público; se va a requerir una banda mecánica, un motor, una trituradora, una compactadora, una empaquetadora, algunas remachadoras, 3 tanques de lavado, 2 ventiladores, así como diversas herramientas, etc.

### 3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

Los procesos que se utilizan para el procesado de estos residuos, son exclusivamente de tipo mecánico, en donde se separa, se limpia, muele, compacta y, finalmente, se empaqueta el volumen total de los residuos a comercializar. El objetivo de procesar materiales tales como el plástico, dar limpieza al vidrio, etc, es el de dar valor agregado a los mismos, con el fin de aumentar las ganancias mediante la comercialización de los residuos

A continuación, en la figura 3.4.1, se presenta un diagrama de flujo del reciclaje de residuos sólidos no peligrosos en una dependencia universitaria.

### 3.5 PROCESOS MECÁNICOS

Para que el centro de acopio y reciclaje de la Facultad de Química de la UNAM cumpla con sus objetivos es fundamental contar con la participación activa de la comunidad, debido a que es necesario establecer campañas de concientización para que apoyen las labores del centro de acopio y, simplificar con ello, el complicado proceso de la separación de los residuos sólidos no peligrosos.

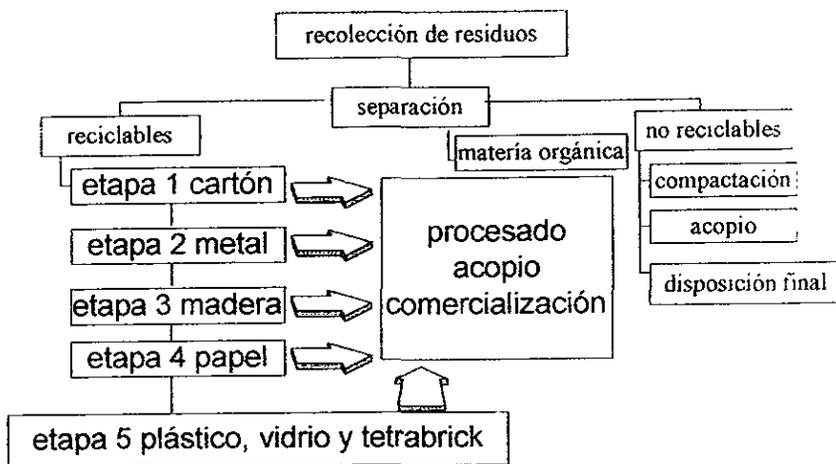


Fig. 3.4.1 Diagrama de flujo para el reciclaje de residuos sólidos no peligrosos

El proceso va a iniciar con la recolección de los residuos que, una vez que sean depositados en el centro de acopio, serán vaciados a la banda mecánica, en donde, habrá 3 personas separando a la vez los residuos. En la primera etapa se separa únicamente el cartón. En la segunda etapa se procede a separar los metales con ayuda de algunos imanes que estarán instalados sobre la banda mecánica y otros por su tamaño serán separados manualmente, los metales deben ser clasificados a la vez. En la etapa tres se separa la madera. En la etapa cuatro será necesario separar el papel haciendo una clasificación simultánea por el color y el tipo. Se debe considerar que el papel sanitario debe ser separado desde la fuente de generación, es decir, debe haber recolectores especiales instalados en los baños, con el fin de que el mismo sea llevado inmediatamente a disposición final y de ser posible nunca sea recibido en el centro de acopio. Para iniciar la etapa cinco, los residuos restantes (en los que no existe materia orgánica) serán vaciados en un recipiente con agua, en donde por densidades serán separados los de plástico, el tetrabrick y el vidrio que quedará en el fondo del recipiente para ser limpiado de ser necesario. El caso de la materia orgánica será tratada independientemente.

En todos los residuos se van a encontrar materiales que no podrán ser reciclables debido a que están muy deteriorados o por venir sucios de materia orgánica y ser difícil y, por ende, costosa su limpieza, los cuales deben mandarse a disposición final.

Una vez separados los residuos cada uno deberá seguir un proceso específico para lograr finalmente su comercialización.

A continuación se describen cada uno de los procesos por residuo a reciclar.

La Fig. 3.5.1 presenta el diagrama para la primera etapa de la separación que se refiere a la del cartón. En la fig. 3.5.2. se presenta la etapa dos que se refiere a el diagrama de flujo para el procesamiento de los metales, en la 3.5.3 la etapa tres que es la de la madera, en la 3.5.4 la etapa cuatro que es la del papel, en la 3.5.5. que es la etapa cinco y que se refiere a la separación simultánea del plástico, vidrio y tetrabrick y en la 3.5.6 el diagrama de la materia orgánica.

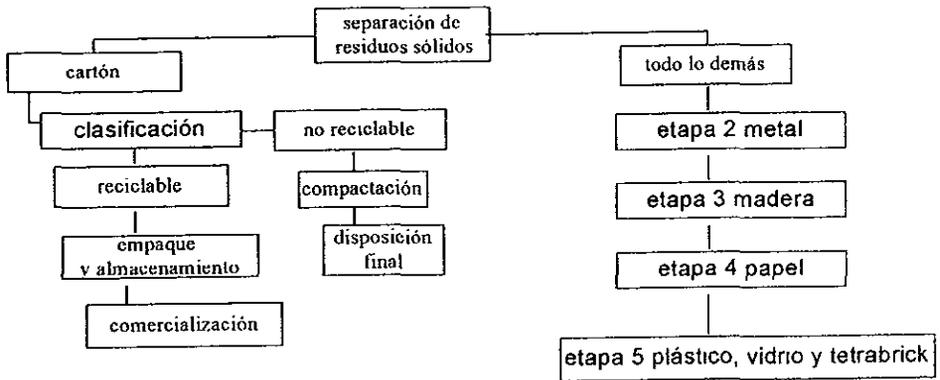


Fig. 3.5.1 Etapa uno diagrama de flujo para el procesamiento del cartón

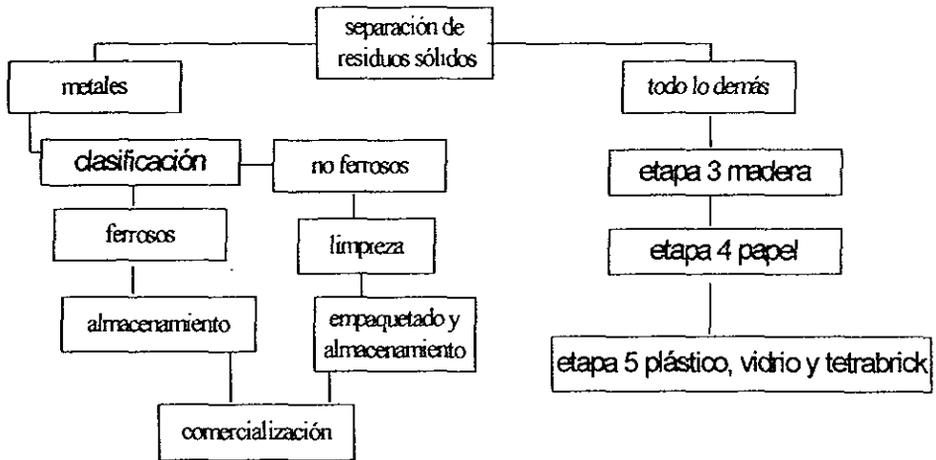


Fig. 3.5.2. Etapa dos diagrama de flujo para el procesamiento del metales

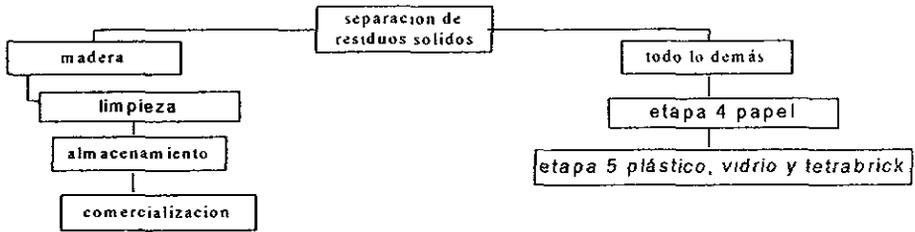


Fig. 3.5.3. Etapa tres diagrama de flujo para el procesamiento de la madera

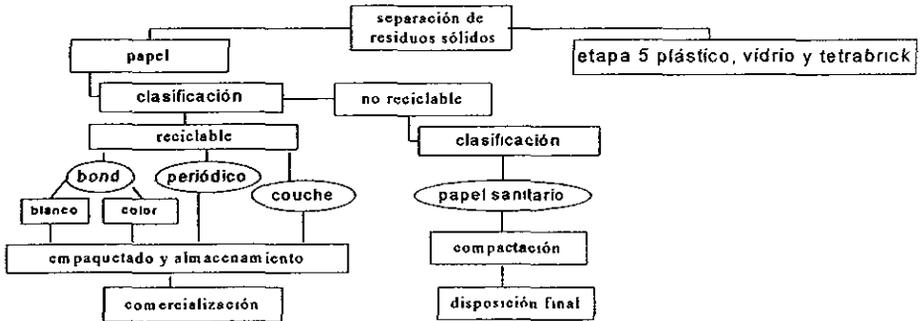


Fig. 3.5.4. Etapa cuatro diagrama de flujo para el procesamiento del papel

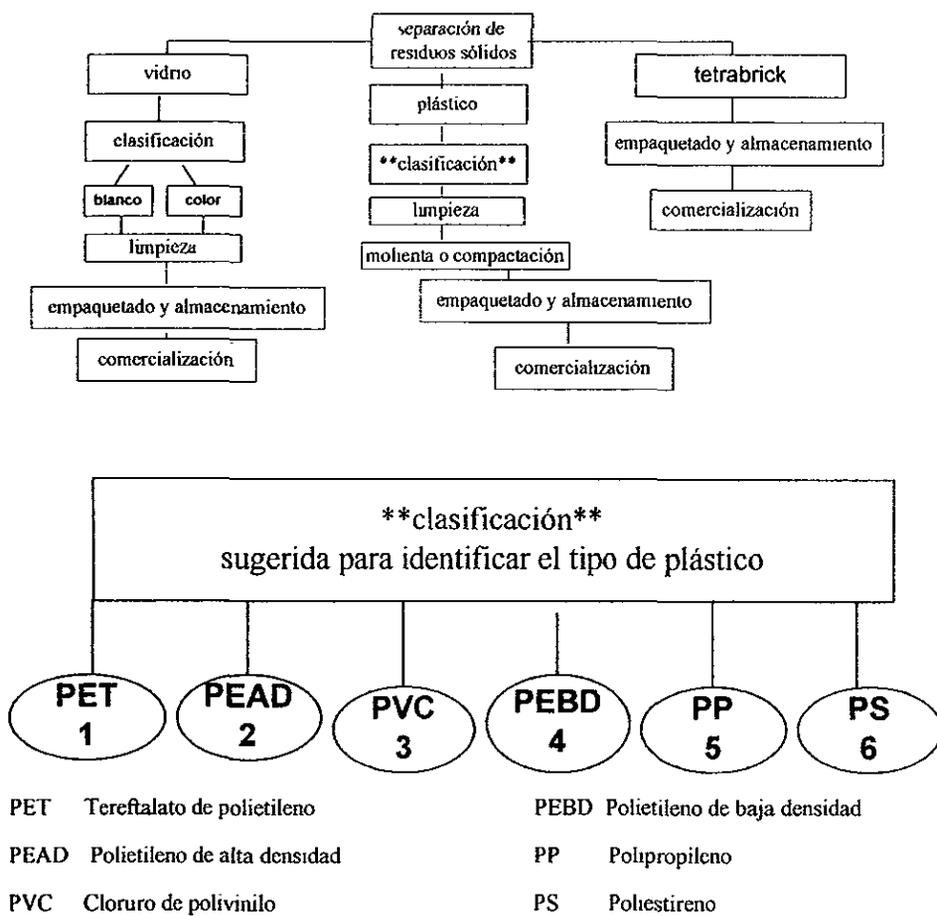


Fig. 3.5.5. Etapa cinco, diagrama de flujo que engloba los procesos para el vidrio, plástico y tetrabrick

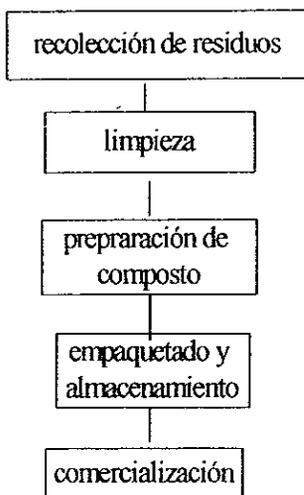


Fig. 3.5.6 Diagrama de flujo para el procesamiento de la materia orgánica

### 3.6 ESPACIO REQUERIDO

Debido a la construcción actual de la Facultad de Química, el área que es susceptible de ser usada para la instalación del centro de acopio es de 6 x 14 m, es decir, una área de 84 m<sup>2</sup>. La distribución general del terreno está plasmada en el plano de localización general del centro de reciclaje (Fig.3.6)

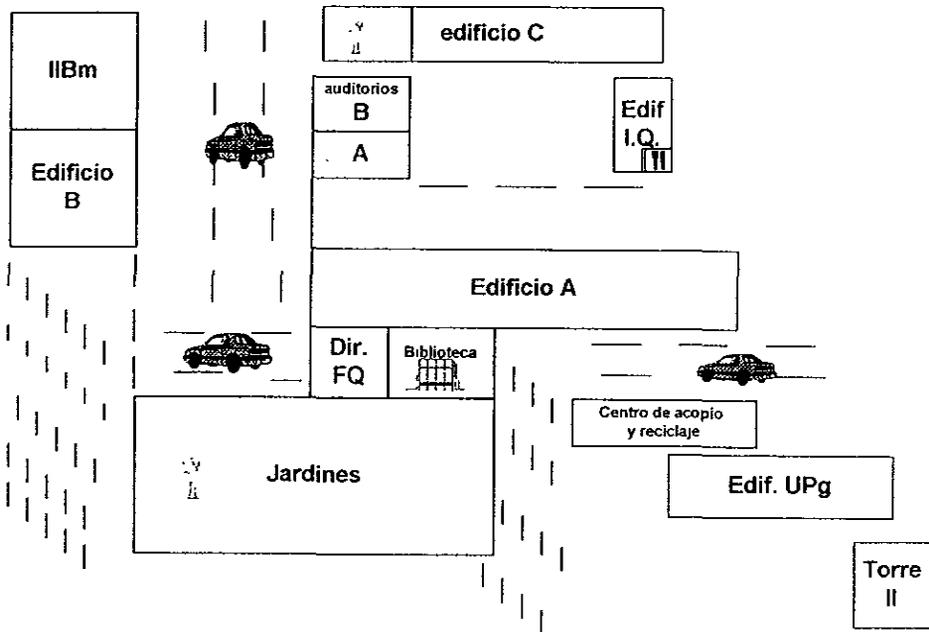


Fig. 3.6 Plano de localización general del centro de reciclaje en la Facultad de Química de la UNAM

### 3.7 DISTRIBUCIÓN EN EL CENTRO DE RECICLAJE

A continuación, en la figura 3.7, se hace una descripción de la forma en la que se considera se puede distribuir el espacio para el centro de reciclaje de la Facultad de Química

- a regadera
- b Baño
- c Área de carga y descarga, así como, de procesamiento
- 1 Área de almacenamiento papel
- 2 Área de distribución de cartón
- 3 Área de distribución de metales
- 4 Área de distribución de vidrio
- 5 Área de distribución de plástico
- 6 Área de distribución de materia orgánica
- 7 Laboratorios
- p1 Puerta principal
- p2 Puerta de emergencia

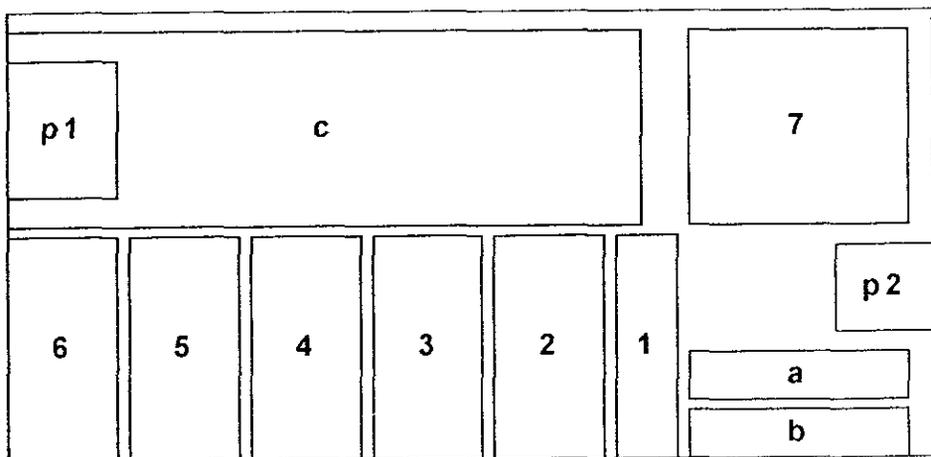


Fig 3 7 Mapa de distribución del centro de reciclaje

### 3.8 UBICACIÓN DEL CENTRO DE RECICLAJE

La ubicación del centro de reciclaje debe ser determinada cuidadosamente, tomando en cuenta factores como:

- **Infraestructura física.** Dado que debe contarse con vías de acceso para los camiones que entren por los desechos.
- **Legislación.** Asimismo, en la Ciudad Universitaria, como en cualquier zona, deben respetarse las áreas ecológicas, no provocar problemas por causas de ruido, malos olores, etc.
- **La localización de los residuos.** Debe buscarse la cercanía de los lugares de recolección de los residuos, con el fin de no tener que transportarlos largas distancias, evitando costos de combustible, gastos de manejo, posibles accidentes y derrames, etc
- **Servicios.** Los servicios indispensables para su funcionamiento son:

⇒ Agua

⇒ Corriente eléctrica

⇒ Drenaje

⇒ Teléfono

### 3.9 PERSONAL REQUERIDO

El personal requerido, para su participación en la empresa de reciclaje, puede clasificarse en tres categorías, de acuerdo al trabajo a realizar. En total, se recomiendan 8 personas. A continuación se detalla este rubro.

### 3.9.1 MANO DE OBRA DIRECTA

Incluye solamente al personal que interviene de manera directa en el proceso del centro de reciclaje. Para este caso se requiere de 2 a 6 personas que trabajen directamente en la recolección, separación, clasificación, limpieza y almacenamiento de los residuos, dependiendo de las horas que ellos dediquen a estas actividades, ya que en una institución educativa, los empleados de intendencia se podrían dedicar a otras actividades, además de las aquí descritas, ya que el volumen de residuos y sus tareas cotidianas lo permiten. Sería necesario verificar que sus labores en el centro de reciclaje estén contempladas en el Contrato Colectivo de Trabajo con objeto de evitar problemas laborales. Asimismo, deben instrumentarse las condiciones de higiene y seguridad (uso de guantes, mascarilla y uniformes) que garanticen su salud (aún cuando los residuos manejados no son peligrosos y su tiempo de residencia es menor de 8 horas lo que impide la proliferación de organismos en los materiales biodegradables).

### 3.9.2 MANO DE OBRA INDIRECTA

Incluye a todo el personal que participa indirectamente en la “producción” del centro de reciclaje. En este caso para fines de nomina se considera a todos aquellos que sean empleados esporádicamente para resolver un problema específico, tales como electricista, servicio técnico del equipo, pintado y recubrimiento, instaladores, etc.

### 3.9.3 PERSONAL ADMINISTRATIVO Y DE VENTAS

Se requiere de un administrador que se encargue de llevar a cabo el control y la administración, así como las ventas de los residuos del centro de reciclaje.

En el siguiente capítulo, se realiza es estudio económico, que permitirá decidir la factibilidad del presente proyecto

## CAPÍTULO 4

### ESTUDIO DE INVERSIÓN

En este trabajo no se consideran situaciones inflacionarias, costos de oportunidad, ni costo financiero del dinero invertido. Esos aspectos son importantes; pero no lo son tanto en un estudio de prefactibilidad; de hecho, en esta etapa aún no son necesarios, ya que pueden hacer engorrosos los cálculos y opacar los aspectos que en esta etapa son más interesantes, sobre todo en este tipo de negocios donde no hay insumos, bienes de capital o productos sustitutos (competidores) importados, con un importante contenido económico por servicios y atención al cliente o de alto valor agregado por tecnología, manufactura o promoción

#### 4.1 PLAN GLOBAL DE INVERSIONES

Se considera una comercialización neta anual de \$14,038.00, que corresponde aproximadamente al valor de mercado estimado de los residuos domésticos recuperables y reciclables no tóxicos que se generan en la Facultad de Química. Cabe recordar que en esta estimación del volumen de ventas hay tres aproximaciones

- Estimación de acuerdo al documento del PUMA, de la generación de residuos sólidos no peligrosos reciclables y recuperables de la Facultad de Química de la UNAM
- Estimación de la composición de esos residuos (porcentaje de latas, papel, vidrio, etc )
- Investigación del valor de estos residuos reciclables en el mercado, en octubre de 1997, de acuerdo con los precios oferta-demanda.

A continuación, se presentan dos estudios. En el primero se consideran todo los gastos, como si el centro de reciclaje se fuera instalar en cualquier otro sitio que no sea la Universidad y, el segundo, es el caso particular de la Facultad de Química de la UNAM. En las tablas 4.1.1 y 4.1.2 se muestran los datos obtenidos para definir la prefactibilidad del centro de reciclaje.

TABLA 4.1.1 PLAN GLOBAL DE INVERSIONES (CASO GENERAL)

EQ	Equipo	\$, miles
	Trituradora	60
	Empaquetadora	15
	Remachadoras	1
	Compactadora	65
	Tanques de lavado	30
	Ventiladores	14
	Herramientas	18
	Sistema contra incendios	6
	Carros y diablos	16
	Banda mecánica y accesorios	25
	Total de equipo, Q	250

Continúa en la página siguiente

Tabla 4.11 Plan global de inversiones (caso general). Continuación

		\$, miles
IF	Inversiones fijas	
1	Terrenos	500
2	Construcción	150
3	Equipo	250
4	Instalaciones	8
5	Equipo rodante	100
6	Mobiliario	15
7	Ingeniería de detalle	20
8	Tecnología	20
	Total de inversiones fijas, IF	1063
CO	Costo de organización	
	Estudio de factibilidad	25
	Constitución, 2% de la inversión total, IT	24.58
	Total B	49.58
CT	Capital de trabajo	10
CI	Costos imprevistos, 10% de la IF	106.30
IT	INVERSIÓN TOTAL	1228.88
	Estado de pérdidas y ganancias	
		\$, miles

Continúa en la página siguiente

Tabla 4.1.1 Plan global de inversiones (caso general). Continuación

A	Ingresos totales, ventas brutas	14 04
B	Costo de lo producido y lo vendido	
	Inventario inicial	
1	Materias primas	0
2	Empaques y envases	4
3	Productos en proceso	0
4	Productos terminados	0
5	Total de inventario inicial	4
6	Compras	6
7	Total de bienes disponibles	10
	Inventario final	
8	Materias primas	0
9	Empaques y envases	4
10	Productos en proceso	0
11	Productos terminados	0
12	Total de inventario final	4
13	Total B = Consumo (7-12)	6
C	Gastos de producción	
ST	Sueldo de dos trabajadores	48
PT	Prestaciones a los trabajadores, 15% de sueldos	7 20
14	Mano de obra directa, ST+PT	55 20
15	Mano de obra indirecta	10

Continúa en la página siguiente

Tabla 4.1.1 Plan global de inversiones (caso general). Continuación

16	Depreciación del capital fijo, 7% del CF	74 41
17	Reparación y mantenimiento	5
18	Energía	12
19	Seguro	20
20	Repuestos y accesorios	15
21	Alquileres	5
22	Otros	25
23	Total C	221.57
	Utilidad bruta en ventas, A-(B+C)	-213.57
D	Gastos de administración	
24	Sueldos (solamente el administrador)	50
25	Gastos de oficina	25
26	Total D	75
E	Gastos de venta y distribución	
27	Sueldos	0
28	Comisiones	0
29	Publicidad	15
30	Total E	15
F	Gastos financieros	0
	Total de gastos, (B+C+D+E+F)	317 61
G	Utilidad de operación, A-(B+C+D+E+F)=H+I	-303 57

Ahora se presenta el plan de inversiones para el caso especial de la Facultad de Química

TABLA 4.1.2 PLAN GLOBAL DE INVERSIONES (FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM)

EQ	Equipo	\$, miles
	Trituradora	60
	Empaquetadora	15
	Remachadoras	1
	Compactadora	65
	Tanques de lavado	30
	Ventiladores	14
	Herramientas	18
	Sistema contra incendios	6
	Carros y diablos	16
	Banda mecánica y accesorios	25
	Total de equipo, Q	250
		\$, miles
IF	Inversiones fijas	
1	Terrenos	0
2	Construcción	150
3	Equipo	250
4	Instalaciones	8
5	Equipo rodante	0
6	Mobiliario	0
7	Ingeniería de detalle	0
8	Tecnología	0
	Total de inversiones fijas, IF	408

Continúa en la página siguiente...

Tabla 4.1.2. Plan global de inversiones (Facultad de Química, UNAM), continuación

CO	Costo de organización	
	Estudio de factibilidad	0
	Constitución, 2% de la inversión total, IT	9.36
	Total B	9.36
CT	Capital de trabajo	10
CI	Costos imprevistos, 10% de la IF	40.80
IT	INVERSIÓN TOTAL	468.16
	Estado de pérdidas y ganancias	
		\$, miles
A	Ingresos totales, ventas brutas	14.04
B	Costo de lo producido y lo vendido	
	Inventario inicial	
	1 Materias primas	0
	2 Empaques y envases	4
	3 Productos en proceso	0
	4 Productos terminados	0
	5 Total de inventario inicial	4
	6 Compras	6
	7 Total de bienes disponibles	10

Continúa en la página siguiente...

Tabla 4.1.2. Plan global de inversiones (Facultad de Química, UNAM), continuación

	Inventario final	
8	Materias primas	0
9	Empaques y envases	4
10	Productos en proceso	0
11	Productos terminados	0
12	Total de inventario final	4
13	Total B = Consumo (7-12)	6
C	Gastos de producción	
ST	Sueldo de dos trabajadores *	0
PT	Prestaciones a los trabajadores, 15% de sueldos*	0
14	Mano de obra directa, ST+PT*	0
15	Mano de obra indirecta	10
16	Depreciación del capital fijo, 7% del CF	28.56
17	Reparación y mantenimiento	5
18	Energía	0
19	Seguro	0
20	Repuestos y accesorios	15
21	Alquileres	5
22	Otros	10
23	Total C	73.56
	Utilidad bruta en ventas, A-(B+C)	-65.52

\*Estos gastos no se consideran, por emplear trabajadores de intendencia de la UNAM

Continúa en la página siguiente

Tabla 4.1.2 Plan global de inversiones (Facultad de Química, UNAM), continuación

D	Gastos de administración	
24	Sueldos (solamente el administrador)	0
25	Gastos de oficina	0
26	Total D	0
E	Gastos de venta y distribución	
27	Sueldos	0
28	Comisiones	0
29	Publicidad	0
30	Total E	0
F	Gastos financieros	0
	Total de gastos, (B+C+D+E+F)	79.56
G	Utilidad de operación, $A-(B+C+D+E+F)=H+I$	-65.52

Como puede verse en la tablas 4.1.1 y 4.1.2, el centro de reciclaje no presenta utilidades.

Por lo tanto, en la tabla 4.1.1, se consideran los gastos que se generan si se instalan un centro de reciclaje en cualquier otro sitio en donde no se contara con las ventajas de la infraestructura ya existente en una universidad. Claro que se consideran ventas pequeñas como la de la Facultad de Química con el fin de poder diferenciar las ventajas de instalarlo en la misma. En el caso de la tabla 4.1.2, se observa que no sería rentable instalar un centro de acopio que comercializara solo \$14,000.00 anuales, correspondientes a la recuperación de los desechos reciclables aparentemente generados en la Facultad de Química. Un aumento considerable en su capacidad se podría alcanzar si se recuperan desechos de varias dependencias aledañas de la Ciudad Universitaria, con la misma infraestructura y personal.

## 4.2 PUNTO DE EQUILIBRIO

### 4.2.1 CÁLCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

Como se ha visto en el apartado anterior, los gastos anuales son del orden de \$80,000, mientras que los ingresos se estiman en \$14,000.- Para calcular el punto de equilibrio en el que el volumen de ventas rinde una utilidad que cubre los gastos, se han realizado varias iteraciones, estimando un volumen de venta y los gastos que ese volumen implica. A continuación, en las tablas 4.2.1 a 4.2.5 se presenta el plan global de inversiones resultante, obteniéndose una venta anual que iguala los gastos totales de operación y que corresponde a \$80,000.00 Algunos costos de equipo y de operación aumentan respecto al cálculo del apartado anterior, tabla 4.1.2, debido al aumento en la capacidad de producción

TABLA 4.2.1 BIENES DE CAPITAL (EQUIPO)

Equipo	miles de pesos	%
Trituradora	70.00	23.97
Empaquetadora	20.00	6.85
Remachadoras	1.00	0.34
Compactadora	70.00	23.97
Tanques de lavado	40.00	13.70
Ventiladores	14.00	4.79
Herramientas	20.00	6.85
Sistema contra incendios	6.00	2.05
Carros y diablos	16.00	5.48
Banda mecánica y accesorios	35.00	11.99
Total	292.00	100.00

TABLA 4.2.2 INVERSIONES

		miles de pesos	%
IF	Inversiones fijas		
1	Terrenos	0.00	0.00
2	Construcción	200.00	34.73
3	Equipo	292.00	50.70
4	Instalaciones	8.00	1.39
5	Equipo rodante	0.00	0.00
6	Mobiliario	4.00	0.69
7	Ingeniería de detalle	0.00	0.00
8	Tecnología	0.00	0.00
	Total IF	504.00	87.51
CO	Costo de organización		
	Estudio de factibilidad	0.00	0.00
	Constitución	11.52	2.00
	Total B	11.52	2.00
CT	Capital de trabajo	10.00	1.74
CI	Costos imprevistos	50.40	8.75
IT	INVERSIÓN TOTAL	575.92	100.00

TABLA 4.2.3 INGRESOS

A	Ingresos totales anuales, ventas brutas	80.00
---	---	-------

TABLA 4.2.4 COSTO DE OPERACIÓN

B	Costo de lo producido y lo vendido	
	Inventario inicial	0 00
1	Materias primas	0.00
2	Empaques y envases	4.00
3	Productos en proceso	0.00
4	Productos terminados	0 00
5	Total de inventario inicial	4.00
6	Compras	6 00
7	Total de bienes disponibles	10 00
	Inventario final	
8	Materias primas	0.00
9	Empaques y envases	4.00
10	Productos en proceso	0.00
11	Productos terminados	0 00
12	Total de inventario final	4.00
13	Total B = Consumo (7-12)	6.00
C	Gastos de producción	
14	Mano de obra directa (*)	0.00
15	Mano de obra indirecta	10.00
16	Depreciación del capital fijo	35.28
17	Reparación y mantenimiento	5
18	Energía	0.00
19	Seguro	0 00
20	Repuestos y accesorios	18.00
21	Alquileres	5 00
22	Otros	0 00
23	Total C	73 28
	Utilidad bruta en ventas, A-(B+C)	0 72

TABLA 4.2.4 COSTO DE OPERACIÓN (CONTINUACIÓN)

D	Gastos de administración	
24	Sueldos	0.00
25	Gastos de oficina	0.00
26	Total D	0.00
E	Gastos de venta y distribución	
27	Sueldos	0.00
28	Comisiones	0.00
29	Publicidad	0.00
30	Total E	0.00
F	Gastos financieros	0.00
	Total de gastos, (B+C+D+E+F)	79.28

TABLA 4.2.5 RENTABILIDAD

G	Utilidad de operación, $A-(B+C+D+E+F)=H+I$	0.72
H	Impuestos	
	10% UPT de G	0.11
	34% ISR de G	0.24
	Total H	0.35
I	Utilidad neta repartible	0.37

## 4.2.2 ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

El volumen de ventas calculado originalmente, de acuerdo con las estimaciones del PUMA, no genera ganancias pues apenas es de \$14,038.00 anuales.

La gráfica presentada en la figura 4.2.2.1 ilustra esta situación. Los gastos totales son de \$80,000.00 mientras que las ventas son de \$14,000.00

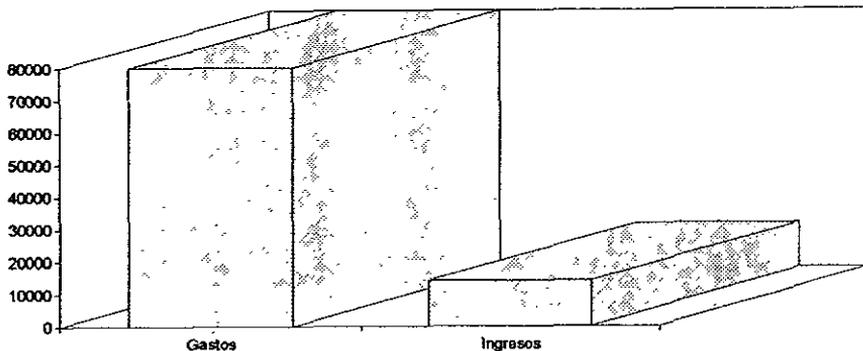


Fig. 4.2.2.1 Gráfica comparativa de los ingresos reales con respecto a los gastos totales en el centro de reciclaje propuesto

Para que se generen ganancias, se deben vender más de \$80,000.00, que corresponden al punto de equilibrio.

Debe notarse que los gastos totales están dominados por los gastos fijos, ya que los gastos variables son mínimos: Energía de la compactadora, jabón, etiquetas, empaque y administración de ventas. Incluso la materia prima es gratis, ya que su acopio, clasificación, limpieza y empaque es un trabajo humano cuya remuneración se hace con o sin ventas.

La gráfica del punto de equilibrio es muy simple, como se ilustra a continuación. La gráfica se realizó considerando un gasto fijo de 76,000 al año y un gasto variable de 5% de los montos de venta (fig. 4.2.2.2).

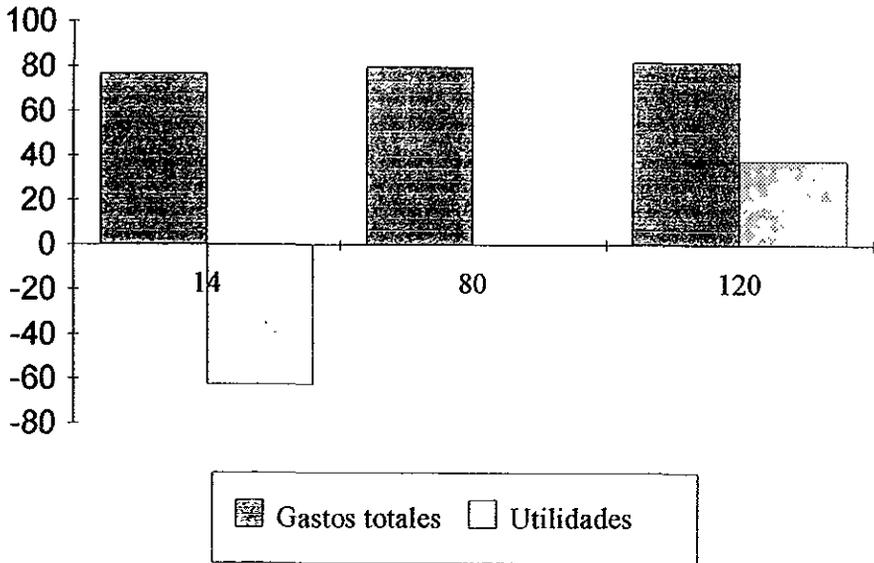


Fig.4.2.2.2 Muestra gráfica del punto de equilibrio

En el cálculo del punto de equilibrio, se ha considerado la comercialización exitosa de \$80,000.00 anuales. Esta situación corresponde al tercer grupo de la figura 4.2.2.2, que coincide, con el punto de equilibrio.

La primera columna corresponde al caso de ventas nulas y la cuarta columna es el caso muy optimista en el que el centro de acopio, quizás después de varios años de operaciones y promoción, extienda sus actividades de acopio en varias facultades y comercialice \$120,000.00 anuales. Cabe señalar que, en el fondo, esto no significa que el centro de acopio genere utilidades directas, sino que está absorbiendo parte de los gastos marginales que cubriría la infraestructura de la UNAM desde un principio.

En su concepción clásica, el punto de equilibrio se refiere a la tasa de rotación mínima que debe tener la empresa, de tal modo que no haya pérdidas en las utilidades netas después de impuestos. En otros términos, el punto de equilibrio es la cantidad de productos que se deben vender por unidad de tiempo, a los precios establecidos por la misma empresa para que se compensen los gastos de producción, incluyendo estos a los impuestos, los gastos de promoción, administración, etc. De este modo, el punto de equilibrio depende del precio asignado al producto. Con precios altos se requieren pocos volúmenes de venta para recuperar gastos, mientras que para precios bajos que cierren el margen de utilidad se requieren grandes volúmenes de venta, para hacer que la empresa no tenga pérdidas.

En algunos productos es posible fijar el precio como un elemento de diferenciación respecto a la competencia, mientras que en otros productos el precio está ya establecido por las condiciones del mercado, oferta y demanda, precios de la competencia o precios de garantía

En el caso de los productos de un centro de acopio (materiales recuperados), los precios están establecidos por las condiciones del mercado y, además, son fluctuantes. Así entonces, el punto de equilibrio no es fácil de determinar y, de hecho, no refleja la rentabilidad y atractivo de inversión de un negocio de este tipo.

Finalmente, en el cálculo de rentabilidad del proyecto se observa que no hay utilidades para los volúmenes de venta estimados, los cuales se determinaron luego de realizar un análisis del mercado actual y la generación de desechos de la Facultad de Química, según las estimaciones del PUMA

Además, se ha realizado un análisis de costos marginales, aprovechando la infraestructura con la que ya cuenta una institución educativa; en este caso, la Facultad de Química de la UNAM. Aún así, las utilidades resultaron negativas, de tal modo que cualquier cálculo sobre el punto de equilibrio pierde su sentido original y se convierte en un número de menor importancia.

### 4.3 COSTOS MARGINALES

Muchos costos se han considerado como costos marginales. Esto es porque un proyecto de esta naturaleza no es posible costearlo y financiarlo sin aprovechar la infraestructura material, financiera y administrativa de la UNAM. Los costos marginales son los presentados en las tablas 4.3.1 y 4.3.2.

TABLA 4.3.1 COSTOS MARGINALES DE INVERSIÓN

A	Inversiones fijas	
1	Terrenos	0.00
5	Equipo rodante	0.00
7	Ingeniería de detalle	0 00
8	Tecnología	0.00
B	Costo de organización	
	Estudio de factibilidad	0.00

TABLA 4.3.2 COSTOS MARGINALES DE OPERACIÓN

B	Costo de lo producido y lo vendido	
	Del inventario inicial	
1	Materias primas	0.00
3	Productos en proceso	0 00
4	Productos terminados	0 00
	Del inventario final	
8	Materias primas	0.00
10	Productos en proceso	0 00

Continúa en la página siguiente...

Tabla 4.3 2 Costos marginales de operación (continuación)

11	Productos terminados	0.00
C	Gastos de producción	
15	Mano de obra indirecta	0.00
19	Seguro	0.00
D	Gastos de administración	
25	Gastos de oficina	0.00
E	Gastos de venta y distribución	
27	Sueldos	0.00
28	Comisiones	0.00
29	Publicidad	0.00
30	Total E	0.00
F	Gastos financieros	0.00

#### 4.4 TASA INTERNA DE RETORNO

La tasa interna de retorno indica con qué rapidez se están recuperando las inversiones originales considerando a éstas como un monto único al inicio de operaciones (cuando las inversiones se hacen periódicamente, éstas se pasan a pesos actuales de la fecha de arranque, aplicándoseles la tasa de intereses y quizás una tasa de compensación por el costo de oportunidad del uso del capital y se suman todas para considerarlas como una inversión única en el punto de arranque) y fijando el ciclo de vida de la empresa en un número determinado de años, dependiendo del giro.

Para que un negocio tenga una tasa interna de retorno que haga atractiva su inversión, los productos deben ofrecer un margen de utilidad y un volumen de venta tales que se generen utilidades para los inversionistas, capital de reinversión y una generación adicional de capital que fortalezca cada vez más a la empresa. En el caso de un centro de acopio, se ha visto en la estimación de la rentabilidad que las utilidades generadas son mínimas y que bien pudieran hacerse negativas o bien un poco mayores. Por lo tanto, no tiene sentido hablar de una tasa de retorno en un negocio de esta índole y, de hecho, en las circunstancias actuales de mercado (consumidores y competencia) y normalización, la creación de un centro de acopio es difícil que llegue a ser rentable a pesar de usar costeo marginal.

Conviene recordar que este trabajo no considera situaciones inflacionarias, costos de oportunidad, ni costos financiero del dinero invertido. Es claro ahora, que no se requieren de estos detalles para valorar la factibilidad y conveniencia financiera del proyecto.

Con base en estas estimaciones, se ha podido llegar a las conclusiones que a continuación se muestran.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES

#### 5.1 SOBRE LA SITUACIÓN DEL RECICLADO EN MÉXICO

Del análisis de la situación actual del reciclaje y reúso en México y de la investigación sobre la gestión sobre residuos sólidos no peligrosos en el mundo, se concluye que en México se requiere de una mejor política de planeación y desarrollo de este sector, de promoción e integración industrial, apoyos financieros, facilidades fiscales y asesoría administrativa para motivar al pequeño empresario a dedicarse a esta actividad. Asimismo, se requiere un manejo fidedigno de la información, un centro de documentación y uno de regulaciones para estas actividades. La legislación actual es muy escueta, pese a su importancia.

Del estudio de mercado, se ha visto que existe toda una red de centros de acopio y comercialización de los residuos recuperados, pero que esta red no cumple con los lineamientos de higiene y seguridad en el trabajo a nivel internacional. A este respecto, se concluye que es difícil cambiar las cosas en un corto plazo y que antes de instaurar una reglamentación y formalización de estos centros, se debe hacer una profunda investigación sobre las fuentes de trabajo, su papel en la economía informal, su importancia en la actividad industrial, etc. Sobre esta base se podrá planear la manera de formalizar al sector y de emitir una legislación apropiada que vaya entrando en vigor poco a poco; con instrumentos de apoyo y promoción efectivos que estimulen la instalación legal de estos centros, empezando por los propios municipios

También es notable la carencia de tecnología y de técnicas administrativas apropiadas, lo que obliga a pensar en un futuro poco alentador, controlado por precios y no por calidades, prácticas desleales y evasión fiscal ya que sin tecnología ni administración no habrá competitividad y se seguirán importando muchos insumos que pudieran recuperarse en mejores circunstancias de mercado, de tecnología y de facilidades fiscales. Ya se tienen algunos casos, como el de la importación de chatarra (mientras se tienen “deshuesaderos” de coches y residuos industriales) el de importación de polímeros y plásticos en polvo, desechados por maquiladoras de Asia o de bolsas y envases desechados en Estados Unidos (mientras en México se tienen toneladas de plástico cada día en los tiraderos municipales). Por otro lado, en Asia y Europa, se fabrican ladrillos, mosaicos, pastas de acabado para construcción, materiales impermeables para naves industriales, abonos, alimentos para mascotas o bolsas para regalo, todos ellos conteniendo total o parcialmente desechos sólidos no peligrosos y que ya tienen alto valor agregado.

Hoy por hoy, la ganancia para los centros de acopio se basa en los bajos precios que se paga por estos materiales a los pepenadores. Los pepenadores invierten hasta 15 horas diarias recuperando apenas entre 25 y 60 pesos al día, aunque con este dinero logran comer y sobrevivir. Como conclusión de esto, puede verse que el impacto social de la recuperación de residuos está subvencionada por el trabajo de gente humilde y honrada, pero ignorante, quienes no son los beneficiarios de políticas y planes macroeconómicos promovidos por el estado rector. Para resolver el problema desde su raíz, se debe modificar todo el esquema de recolección y selección de la basura. Estos trabajadores deben contar con cartillas de seguro médico gratuitas para ellos y sus familias, entre otras prestaciones. Deben determinarse las entidades que deben pagar impuestos para promover su registro y su control no solamente fiscal, sino social que permita contar, además, con educación primaria, incluyendo la comida para los hijos de los pepenadores buscando su superación y cambio de destino. De otra manera, la competencia de trabajo y las precarias condiciones de vida, aunadas a su bajo nivel de preparación los podría orillar al vandalismo y la drogadicción.

## 5.2 SOBRE LA INSTALACIÓN DE UN CENTRO DE ACOPIO

Del estudio del mercado puede encontrarse que existen suficientes centros en la ciudad con los cuales se podrían establecer relaciones comerciales; el comprador acudiría por los residuos cada mes, de tal manera que los gastos de transportación fueran absorbidos por ellos.

Del estudio técnico, resulta que se puede utilizar equipo de segunda mano que permita dar valor agregado a los residuos, como es el caso del plástico separado, pulverizado o compactado. Sin embargo, debe considerarse que se carece de tecnología que facilite el trabajo permitiendo que el proceso sea barato, pues los residuos deben ser comercializados limpios, que es el primer problema con el que se enfrenta una institución generadora.

De los cálculos de la rentabilidad se desprende que el proyecto no encuentra una justificación económica en las circunstancias actuales. El proyecto encuentra solamente una justificación social, ecológica y cultural, de tal manera que el punto de equilibrio para el volumen de ventas está muy lejos de alcanzarse, ya que estos valores actualmente no tienen un costo medible.

En cuanto a la hipótesis<sup>2</sup> planteada originalmente, de la creación de un centro de reciclaje y acopio formal, que opere con apego a la ley y prácticas claras en todos sus gastos e ingresos, no es rentable y el análisis financiero no permite considerarlo como un buen negocio. En ello influyen los siguientes aspectos:

- las condiciones del mercado informal,
- las prácticas de acaparamiento y de control de precios en el comercio de desechos reciclables y

---

<sup>2</sup> Considerando la situación actual y dado el auge en el uso de materiales ya utilizados en sustitución de algunas materias primas, parece rentable, o bien autofinanciable, la instalación de un centro de reciclaje en la Facultad de Química de la UNAM.

- la falta de cultura ecológica.

Respecto al objetivo<sup>3</sup> del trabajo, se ha determinado y discutido la prefactibilidad técnico-económica de instalar un “Centro de acopio, procesamiento y reciclaje de desechos sólidos no peligrosos” en la Facultad de Química de la UNAM. El resultado de este estudio indica que dicha instalación no es conveniente desde una perspectiva de lucro; pero se ha discutido la justificación social, cultural y ecológica para efectuar el proyecto, ya que actualmente van personas de escasos recursos a los depósitos de basura ubicados en la Ciudad Universitaria a recolectar esos residuos usando carritos de supermercado robados y acompañados, las más de las veces, de menores de edad. Incluso, en el depósito ubicado entre los edificios A y B de la Facultad de Química se “estaciona” un vehículo tipo “pick up” no identificado a recoger papel y cartón.

### 5.3 RECOMENDACIONES

En México, la SEMARNAP y los gobiernos municipales deben divulgar información que motive a los consumidores a la adquisición de productos con contenido de materiales reciclados. Los gobiernos, siendo los principales consumidores de bienes y servicios, deben tomar el liderazgo en la adquisición de productos con materiales reciclados.

Se considera que la selección obligatoria de los materiales reciclables, a nivel domiciliario e institucional, es una acción esencial para el éxito de cualquier programa de reciclaje. Sin embargo, es muy difícil lograr que la población cambie sus hábitos, que clasifique su basura y es por eso, que los centros de reciclaje son una mejor alternativa. Ahí, hay empleados que hacen lo que la población no quiere hacer y deberá pagar con sus impuestos. En el corto plazo, la separación en el hogar o la empresa, pudieran representar un choque cultural para muchos, por lo que se sugiere que, en todo caso, los organismos gubernamentales tomen la iniciativa y sirvan de ejemplo.

---

<sup>3</sup> Determinar la prefactibilidad técnica y económica del establecimiento de un “Centro de acopio, procesamiento y reciclaje de desechos sólidos no peligrosos” en la Facultad de Química de la UNAM

Se recomienda que, en el corto plazo, todas las dependencias estatales y paraestatales, así como aquellas instituciones que reciban subsidios públicos; establezcan forzosamente programas de selección de sus desechos y enrolarse en programas de reciclaje. Esto es relativamente fácil de lograr para determinados productos y materiales de consumo, especialmente el papel y el cartón. La SEMARNAP debe elaborar esos programas y planear su exitosa puesta en marcha, de manera estratégica y no solo por decreto. Además, en la iniciativa privada puede estimularse, especialmente si hay concesiones o reducciones de impuestos; aunque esto no vaya muy de acuerdo con las ideas de la SHCP.

El reciclaje sólo se da cuando los materiales seleccionados son usados por una industria para manufacturar un producto nuevo que será utilizado por otras industrias y/o por los consumidores. Es importante que los funcionarios encargados de la gestión de los residuos sólidos aprendan a comercializar los materiales seleccionados, si se desea que el reciclaje tenga éxito. De hecho, la existencia de mercados establecidos y duraderos es crítica, puesto que el flujo diario de desechos sólidos continuará llegando, independientemente de las condiciones del mercado. Las autoridades municipales deben trabajar estrechamente con la industria en la planeación y el establecimiento de sistemas de gestión integral de los residuos, que incluyan el reciclaje.

Las costumbres consumistas, así como las políticas de compra del sector público, han favorecido tradicionalmente el uso de materiales vírgenes, excluyendo a los materiales recuperados. Las fuerzas del mercado no son suficientes para contrarrestar estas tradiciones, ni la crisis de falta de espacios para la disposición, ni los cambios que deben darse en la sociedad. Al presente, prácticamente no existen incentivos para que la industria manufacturera utilice subproductos de los RSU. Para que un programa de reciclaje tenga éxito es necesario, entre otros factores, que la utilización de materiales recuperados se vuelva lucrativa para las empresas industriales. Una manera de promover esto es mediante la oferta de créditos, de financiamientos con baja tasa de interés o de exenciones parciales de impuestos. Actualmente el Gobierno Federal está aplicando instrumentos económicos para estimular a diversos sectores industriales en las direcciones deseadas; por lo que se sugiere

que, preferentemente, se aplique el enfoque de instrumentos económicos al caso de los RSU, sobre el de mecanismos regulatorios de comando y control

Se recomienda que la SEMARNAP apoye a autoridades municipales que lo soliciten, en la realización de estudios sobre qué tipos de empresa y cuántas son, que puedan utilizar materiales recuperados.

El compromiso de nuevas industrias en la utilización constructiva de los subproductos de los RSNP es un aspecto decisivo para el éxito de programas de reciclaje.

Las dependencias gubernamentales federales, estatales y municipales deberían tomar el liderazgo en la demanda de productos que contengan materiales reciclados. Estos programas deben diseñarse para otorgar un tratamiento preferencial automático a bienes que contengan materiales reciclados. La SEMARNAP debería preparar específicamente normas genéricas que sirvan de guía para los planes de proveeduría de las demás dependencias gubernamentales.

## CAPÍTULO 6

### ANEXOS

#### 6.1 ASPECTOS LEGALES

##### 6.1.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

###### *Título cuarto*

###### *Capítulo VI. Materiales y residuos peligrosos*

###### *Artículo 150*

Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente ley, su reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la secretaría, previa opinión de las secretarías de comercio y fomento industrial, de salud, de energía, de comunicaciones y transportes, de marina y de gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final

El reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que clasifiquen los materiales y residuos peligrosos

identificándolos por su grado de peligrosidad y considerando sus características y volúmenes.

Corresponde a la secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.

Asimismo, la secretaría en coordinación con las dependencias a que se refiere el presente artículo, expedirá las normas oficiales mexicanas en las que se establecerán los requisitos para el etiquetado y envasado de materiales y residuos peligrosos, así como para la evaluación de riesgo e información sobre contingencias y accidentes que pudieran generarse por su manejo, particularmente tratándose de sustancias químicas.

#### *Artículo 151*

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Quiénes generen, reusen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la secretaría en los términos previstos en el reglamento de la presente ley.

En las autorizaciones para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos, solo se incluirán los residuos que no puedan ser técnica y económicamente sujetos de reúso, reciclamiento o destrucción térmica o físico química y no se permitirá el confinamiento de *residuos peligrosos en estado líquido*.

#### *Artículo 151 bis*

Requiere autorización previa de la secretaría.

- I. La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos;

- II La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando este tenga por objeto la recuperación de energía, mediante su incineración, y
- III La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reúso, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generaron dichos residuos.

### *Artículo 152*

La secretaría promoverá programas tendientes a prevenir y reducir la generación de residuos peligrosos, así como a estimular su reúso y reciclaje.

En aquellos casos en que los residuos peligrosos puedan ser utilizados en un proceso distinto al que los generó, el reglamento de la presente ley y las normas oficiales mexicanas que se expidan, deberán establecer los mecanismos y procedimientos que hagan posible su manejo eficiente desde el punto de vista ambiental y económico

Los residuos peligrosos que sean usados, tratados o reciclados en un proceso distinto al que los generó, dentro del mismo predio, serán sujetos a un control interno por parte de la empresa responsable, de acuerdo con las formalidades que establezca el reglamento de la presente ley.

En el caso de que los residuos señalados en el párrafo anterior, sean transportados a un predio distinto a aquel en el que se generaron, se estará a lo dispuesto en la normatividad aplicable al transporte terrestre de residuos peligrosos.

## 6.2 SEGURIDAD E HIGIENE

### 6.2.1 RECOMENDACIONES GENERALES

Lo primero que se debe realizar es el diseño del edificio que va albergar al centro de acopio, con el fin de tener en cuenta la eliminación o el control de los riesgos potenciales que pudiesen generar accidentes lamentables. Para ello, se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Forma del edificio. Lo ideal es construir un edificio con instalaciones ampliamente distribuidas en las que se puedan realizar las funciones de selección y separación sin problemas de espacio, se debe procurar tenga sólo una planta, logrando con ello un mejor control en caso de incendio.
2. Los pisos deben ser a prueba de resbalones, de preferencia de tipo semiabrasivo, pero sin que se acumule la basura en ellas.
3. Los dispositivos para alumbrado deben encontrarse a bastante altura y fuera del alcance de la mano. Si están a menos de 2.4 m del suelo tales instalaciones deberán ser a prueba de vapor.
4. Se debe contar con una ventilación adecuada.
5. Debe haber un control eficiente de operaciones con polvos (extractores con filtros).
6. Deben colocarse al menos 4 extinguidores en los lugares estratégicos.
7. Si se determina que existen lugares de alto riesgo se debe establecer un código de colores, a fin de estimular una conciencia constante de la presencia de riesgos.\*
8. Si se tienen diversos servicios también se deben especificar con un determinado color.
9. Pasillos y lugares para almacenamiento local. Debe preverse lo adecuado para disminuir los riesgos por el manejo de los materiales, y permitir el tránsito de buen número de

personas en rápido movimiento. Los pasillos obstruidos o congestionados son en general resultado de una defectuosa planeación original.

10. Tableros de fusibles e interruptores: Con frecuencia se comete el error de colocar los fusibles en un lugar tal que desde dicho punto no es posible ver los equipos que dependen de esos fusibles. Es preferible colocar los fusibles para los equipos eléctricos allí donde pueden ser fácilmente alcanzados desde el punto de vista de operación del equipo.
11. Superficies calientes cuyas temperaturas pasen de 90 grados centígrados, cuando éstas se encuentren al alcance del personal: Las superficies deben aislarse en forma adecuada o debe impedirse el contacto accidental a través de una pantalla o rejilla instalada de manera adecuado.
12. Operación o procesos ruidosos: Deberá considerarse que aquellos que no tengan un riesgo inmediato o elevado sean separados en áreas especialmente preparadas que eliminarán o reducirán la exposición del resto del centro de acopio.
13. Equipo de seguridad integrado especial: En ciertas operaciones, tales como, por ejemplo, el manejo de productos químicos, será necesario instalar regaderas y métodos para el lavado de ojos de emergencia, para reducir la gravedad de una lesión cuando se produzca un accidente.

## 6.2.2 COLORES INDICADORES DE RIESGO

Es recomendable que las áreas y recipientes tengan colores que indiquen los riesgos que representan y se sugiere el siguiente código.

**Rojo.** Se utiliza exclusivamente en relación con equipo de prevención y combate de incendios.

**Anaranjado.** Indica puntos peligrosos de maquinaria que pueden cortar, apretar, causar choque o en su defecto causar lesión.

**Amarillo.** Señal universal de precaución. Se utiliza con mayor frecuencia para marcar áreas cuando existen riesgos de tropezar, caer, golpearse contra algo o quedar atrapado entre objetos.

**Verde.** Color de seguridad básico. Debe usarse para indicar la ubicación de equipo de primeros auxilios, máscaras contra gases, rociadores de seguridad y pizarrones con boletines de seguridad.

**Azul.** Color preventivo. Es una advertencia específica en contra de utilizar equipo que esté en reparación. Se puede emplear como auxiliar preventivo general en equipo como elevadores, calderas, escaleras, etc.

**Morado.** Indica la presencia de riesgo de radiación, etiquetas, señales y marcas de piso se elaboran con una combinación de colores morado y amarillo.

**Negro, blanco, o combinaciones de ambos.** Indican sitios de tránsito y donde se realizan labores de aseo como escaleras, pasillo cerrados y la ubicación de botes de basura.

### 6.2.3 PROTECCIÓN DE LA CARA Y LOS OJOS

Otro aspecto que debe ser considerado es el equipo de protección personal, el cual es importante y necesario en el desarrollo de un programa de seguridad que deben utilizar los empleados en el centro de acopio.

En algunas operaciones es necesario seleccionar una protección que cubra la totalidad de la cara, y en algunos casos se necesita que la protección de la cara sea lo bastante fuerte para que los ojos queden salvaguardados del riesgo ocasionado por partículas volantes relativamente pesadas. El material protector es de plástico, aunque en la mayoría de las operaciones que habrá en el centro de reciclaje será suficiente con unos anteojos.

## 6.2.4 PROTECCIÓN DE LOS DEDOS, LAS MANOS Y LOS BRAZOS

Se deben usar guantes durante la selección clasificación y empaque de los residuos, sin embargo se debe considerar que los guantes no se aconsejan en el caso de operadores que trabajen en máquinas rotatorias, debido a la posibilidad de que el guante sea cogido en las partes giratorias, forzando así la mano del trabajador al interior de la máquina.

Si por algún motivo se manejaran productos químicos, dichos guantes deberán ser suficientemente largos como para subir muy por encima de la muñeca, pero habrán de ser diseñados para que el ensanchamiento superior no atrape algunas salpicaduras.

En el caso de trabajar con objetos calientes deben utilizar guantes de cuero, de telas a base de fieltro, etc. Cuando se trabaje con vidrio se deben utilizar guantes a base de lana, algodón reforzado con cuero.

## 6.2.5 PROTECCIÓN DE LOS PIES Y LAS PIERNAS

La protección normal de los pies utilizada es el zapado "de seguridad", con puntera metálica. En el caso del centro de acopio será suficiente utilizar botas de hule, las cuales serán utilizadas generalmente para proteger la parte inferior de las piernas contra la humedad continua o contra productos químicos. Se recomienda de preferencia utilizar botas de cuero pesada consuelas de madera, esta bota sube aproximadamente 38 cm en la pierna, su suela de madera tiene la ventaja de ofrecer protección contra objetos agudos, vidrio, metal, etc.

Se recomienda el uso de zapatos industriales y botas de hule.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- 1) Barrios-Gutiérrez, M. P. 1994. "Planta industrializadora de basura". Tesis profesional Facultad de Arquitectura, UNAM, México, D.F. México.
- 2) Deffis, C. A. 1994. "La basura es la solución". Ed. Árbol, pp. 41-46. México, D.F. México.
- 3) DGSU. 1995. Informe sobre residuos sólidos. Secretaría de Ecología, Dirección General de Servicios Urbanos. Toluca, Edo. de México, México.
- 4) García, T. 1997. "Reciclaje de desechos, necesidad y nicho". *Manufactura*, junio, pp. 54-60.
- 5) Holmes, J.R. 1983. "Practical Waste Management". Ed. John Wiley & Sons, Nueva York, EEUA.
- 6) Informes anuales. 1986-1997. Informes de actividades UNAM, Facultad de Química. México D.F., México.
- 7) LGEEPA. 1996. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Poder Ejecutivo Federal. México, D.F. México.
- 8) NOM-083-ECOL-1996. Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales, 25-XI-1996. Poder Ejecutivo Federal. México, D.F. México.
- 9) NOM-CRP-001-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligrosos por su toxicidad al ambiente, 22-X-1993. Poder Ejecutivo Federal México, D.F. México
- 10) OIT (editor). 1980. "Introducción al estudio del trabajo". 3a. Ed. Ginebra, Suiza

- 11) Quadri-de-la-Torre, G. 1996. "Políticas gubernamentales sobre los residuos peligrosos" Memorias del Primer Simposio Nacional sobre Residuos Peligrosos. Noviembre 11-13. Pub. SEMARNAP, UNAM, CONCAMIN. México, D.F México
- 12) Ramírez, P. A., Sánchez-Camacho, A., Santana-Cabrera, A., Velasco Pérez, M. 1995. "Planta procesadora de basura y centro de investigación y educación sobre su manejo". Tesis profesional. Facultad de Arquitectura, UNAM, México, D.F., México
- 13) Reyes, I., Silva-Hernández, C., Gutiérrez, A., López, U., Camacho M 1996 "Diagnóstico de residuos sólidos en Ciudad Universitaria", memorias del Simposio Nacional sobre Reducción y Reciclaje de Residuos Sólidos Municipales. Pub. PUMA, UNAM, pp. 93-98. México, D.F. México.
- 14) Solís-Fuentes, J.A. 1995. "El enfoque del aprovechamiento en el manejo de residuos sólidos y líquidos de la agroindustria. El caso del procesamiento húmedo del café". En "Curso internacional de tratamiento de los desechos de las agroindustrias Caso tipo Aguas residuales". Pub. Instituto de Ingeniería y Facultad de Química, UNAM. ed DISEG. ISBN 968-36-4687-5. Cap. 8. pp 121-138 México D.F México.
- 15) Yen, T.F. (Editor). 1975. "Recycling and disposal of solid wastes". Ann Arbor Science Philadelphia, EEUUA

## BIBLIOGRAFÍA NO CITADA

- 1) Clean Japan Center. 1989. "Recycling of Industrial Waste". Japan International Cooperation Agency. Tokio, Japón.
- 2) Contreras, D.R. 1994. "Evaluación de Proyectos". Costa-Amic, editores, S.A., México, D.F. México.
- 3) Giral, J. 1988. "Estrategia tecnológica integral". Club Tecnológico del Textil S.A. de C.V. México, D.F. México.
- 4) Gottinger, H-W. 1991. "Economic Models and Applications of Solid Waste Management". Gordon and Breach Science Publishers, N.Y. EEUUA.
- 5) Grimaldi, J.P. 1989. "La seguridad industrial, su administración" Alfaomega, México, D.F. México.
- 6) Groover, M.P. 1996. "Fundamentals of Modern Manufacturing" Prentice Hall, N.J. EEUUA.
- 7) ILO. 1991. "Encyclopaedia of occupational health and safety". International Labour Office. 3a. De. Ginebra, Suiza.
- 8) NOM-087-ECOL-1995. Que establece los requisitos para la separación envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos. 21-XI-1995. Poder Ejecutivo Federal. México, D.F. México.
- 9) Porter, M.E. 1987. "Ventaja Competitiva". CECSA, México, D F. México
- 10) Soto, R.H. (1978). "La formulación y evaluación técnico-económica de proyectos industriales". Editovisual CENETI. México, D.F , México.

- 11) Tchobanoglous, G, Theisen, H, Vigil, S.A 1993 "Integrated Solid Waste Managment".Ed. McGraw-Hill, N.Y EEUUA.