

27  
2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



"PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA"

Tesis profesional que para obtener el título de Ingeniero Civil presenta:

Armando Frontana Uribe

Director de Tesis: M. C. Constantino Gutierrez Palacios.

México D. F., Primavera de 1998.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

261681



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

A mis Padres con respeto, a mis Hermanos con cariño, y a Claudia con amor.

---

**AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por su gran labor de formar profesionistas en  
toda la extensión de la palabra.

Al M. C. Constantino Gutiérrez P., por su paciencia y certera guía para la realización de esta Tesis.

A todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible esto.

# PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA

## INDICE

### \* Introducción

#### 1. Programas de clasificación y recuperación de materiales reciclables.

##### 1.1 Conceptos generales.

##### 1.2 Necesidad actual y futura.

##### 1.3 Experiencias de programas de recuperación en otras instituciones educativas.

##### 1.4 Análisis de la investigación

#### 2. Programa de reciclaje antecedente en C.U.

##### 2.1 Origen del programa.

##### 2.2 Objetivo.

##### 2.3 Metas.

##### 2.4 Universo de Acción.

##### 2.5 Participantes.

##### 2.6 Metodología.

##### 2.7 Acciones.

##### 2.8 Resultados Obtenidos.

##### 2.9 Diagnóstico de residuos sólidos en C.U.

##### 2.10 Encuestas a usuarios.

##### 2.11 Deficiencias detectadas en el programa.

##### 2.12 Conclusiones sobre el programa de reciclaje antecedente en C.U.

#### 3. Sistema de recolección actual en C.U.

##### 3.1 Marco General.

##### 3.2 Proceso de Recolección de basura en C.U.

##### 3.3 Equipamiento.

##### 3.4 Rutas de Recolección.

##### 3.5 Cuantificación de la basura generada en C.U.

##### 3.6 Resultados.

##### 3.7 Conclusiones sobre el sistema de recolección actual en C.U.

#### 4. Programa propuesto de recuperación de Residuos sólidos en C.U.

##### 4.1 Origen del programa.

##### 4.2 Objetivo.

##### 4.3 Metas.

##### 4.4 Universo de Acción.

##### 4.5 Participantes.

##### 4.6 Residuos sólidos a captar.

##### 4.7 Diseño de contenedores.

##### 4.8 Diseño de artesas.

##### 4.9 Metodología.

##### 4.10 Rutas de recolección.

##### 4.11 Consideraciones de operación.

##### 4.12 Consideraciones de mantenimiento.

##### 4.13 Evaluación económica.

##### 4.14 Resultados esperados.

#### 5. Conclusiones y Recomendaciones.

##### 5.1 Conclusiones

##### 5.2 Recomendaciones

### \* Referencias y bibliografía

### \* Anexos

## INDICE DE TABLAS

- Tabla 0.1 Generación de residuos sólidos por países y el D.F.
- Tabla 0.2 Principales problemas ambientales de la humanidad.
- Tabla 0.3 Porcentaje de desechos sólidos municipales reciclados en los E.U.
- Tabla 1.1 Clasificación global de los desechos generados por los habitantes de las comunas españolas.
- Tabla 1.2 Captación de residuos sólidos en kg en los planteles de Bachilleres del Edo. de Tlaxcala.
- Tabla 1.3 Cantidades recuperadas de residuos sólidos hasta Febrero de 1997.
- Tabla 1.4 Objetivos básicos del programa, S.E.P. Coahuila.
- Tabla 1.5 Recursos naturales ahorrados con el acopio de materiales, S.E.P. Coahuila.
- Tabla 1.6 Comparativo de los programas de recuperación estudiados en otras Instituciones Educativas.
- Tabla 2.1 Subprogramas pertenecientes al programa de Mejoramiento Ecológico del Campus.
- Tabla 2.2 Dependencias en las que se instauró el programa de 1993.
- Tabla 2.3 Desglose de la cantidad de papel recolectado por la empresa Transpac en C.U.
- Tabla 2.3.A Cantidad de papel retirado durante la vida del Subprograma del Manejo de los R.S. en C.U.
- Tabla 2.4 Cantidad de residuos sólidos por fracciones en C.U.
- Tabla 2.5 Proporción de los residuos sólidos de las dependencias muestreadas en C.U.
- Tabla 2.6 Constitución de la basura muestreada en la zona escolar.
- Tabla 2.7 Distribución de los estudiantes y profesores de las Facultades de C.U.
- Tabla 2.8 Número de encuestas correspondientes a cada Facultad.
- Tabla 2.9 Resultados de la pregunta No. 2
- Tabla 2.10 Resultados de la pregunta No. 3
- Tabla 2.11 Resultados de la pregunta No. 4
- Tabla 2.12 Resultados de la pregunta No. 6
- Tabla 3.1 Resumen de la basura colectada en cada una de las rutas de recolección en C.U.
- Tabla 3.2 Fracciones y cantidades separadas de la basura recolectada en C.U.
- Tabla 4.1 Sistema de colores para la identificación de los Residuos Sólidos.
- Tabla 4.2 Presupuesto base para la construcción de la artesa tipo.
- Tabla 1.A Recolección de basura en la ruta: Estadio Olímpico / Reserva Ecológica.
- Tabla 2.A Recolección de basura en la ruta: Circuito Interior / Circuito Escolar.
- Tabla 3.A Recolección de basura en la ruta: Circuito Interior.
- Tabla 4.A Recolección de basura en la ruta: Circuito Exterior.
- Tabla 5.A Recolección de basura en la ruta: Circuito de la Investigación Científica.

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Ciclo de los residuos sólidos.

Fig. 1.2 Flujo de los materiales.

Fig. 1.3 Bandas de clasificación manual de la basura, en la planta de separación de residuos sólidos de San Juan de Aragón.

Fig. 1.4 Formato de entrevista aplicada a los coordinadores de programas de recuperación de residuos sólidos en diversas Instituciones educativas.

Fig. 1.5 Composición de la basura en la F.E.S. Zaragoza en 1990.

Fig. 1.6 Composición de la basura en la F.E.S Zaragoza en 1996.

Fig. 1.7 Residuos sólidos recuperados en la F.E.S. Zaragoza hasta Febrero de 1996.

Fig. 1.8 Centro de acopio escolar, S.E.P. Coahuila.

Fig. 1.9 Porcentaje total de desechos generados en la universidad Iberoamericana.

Fig. 1.10 Composición de la basura generada en la cafetería de la universidad Iberoamericana.

Fig. 2.1 Canastillas tipo cuádruples (proyecto), dúplex e individuales, programa de 1993.

Fig. 2.2 Artesas especiales para la recolección de residuos de jardinería.

Fig. 2.3 Propuesta de artesa protegida, programa de 1993.

Fig. 2.4 Estado actual del Centro de Acopio (antiguo Inclinerador).

Fig. 2.5 Formato de control para cada una de las artesas, sobre los residuos sólidos recuperados.

Fig. 2.6 Proceso del manejo de los residuos sólidos según autoridades universitarias.

Fig. 2.7 Diagrama del proceso del programa de aprovechamiento de residuos de 1993.

Fig. 2.8 Beneficios logrados por el programa de recuperación de residuos sólidos en C.U. de 1993, según autoridades.

Fig. 2.9 Dependencias de C.U. según el tipo de actividades y localización de contenedores.

Fig. 2.10 Facultades encuestadas sobre el programa de residuos sólidos.

Fig. 2.11 Formato de encuesta a los usuarios del programa de recuperación de residuos sólidos en C.U.

Fig. 2.12 Gráfica de la pregunta No. 2.

Fig. 2.13 Gráfica de la pregunta No. 3.

Fig. 2.14 Gráfica de la pregunta No. 4.

Fig. 2.15 Gráfica de la pregunta No. 4 totales.

Fig. 2.16 Gráfica de la pregunta No. 6.

Fig. 2.17 Contenedores tipo del programa de 1993 (1).

Fig. 2.18 Contenedores tipo del programa de 1993 (2).

Fig. 2.19 Contenedores tipo del programa de 1993 (3).

- Fig. 2.20 Acción de los pepenadores en C.U.
- Fig. 2.21 Distribución dispersa de los contenedores del programa de clasificación de residuos sólidos lanzado en 1993.
- Fig. 2.22 Contenedores de plástico verde de 1 m<sup>3</sup>, en sustitución de las antiguas artesas.
- Fig. 3.0 Bote de basura ubicado en el interior de un salón.
- Fig. 3.1 Diagrama del proceso de recolección del actual sistema.
- Fig. 3.2 Botes de basura ubicados en la facultad de Ciencias, en pasillos interiores.
- Fig. 3.3 Campanas típicas para la recolección de la basura.
- Fig. 3.4 Artesa localizada a un costado del C.E.L.E.
- Fig. 3.5 Estado actual del centro de acopio de residuos sólidos (antiguo incinerador de basura) de C.U.
- Fig. 3.6 Contenedor especial para la recolección de residuos de jardinería.
- Fig. 3.7 Situación actual de las antiguas artesas en C.U.
- Fig. 4.1 Letreros de clasificación, propuesta para el nuevo programa (1998).
- Fig. 4.2 Ejemplo de cartel ecológico que deberá ser pegado en las mamparas para promover la participación.
- Fig. 4.3 Estación de captación de residuos sólidos separados en el origen de su generación. Propuesta para el nuevo programa (1998) en C.U.
- Fig. 4.4 Estación de captación muy parecida a la propuesta en la fig. 4.3
- Fig. 4.5 Artesa tipo para el almacenamiento de los residuos sólidos clasificados y en general, de cada Facultad. Propuesta para el nuevo programa (1998) en C.U.
- Fig. 4.6 Diagrama de flujo de la nueva propuesta del programa de Recuperación de Residuos Sólidos (1998) en C.U.
- Fig. 4.7 Cuadro Informativo para mostrarlo en forma de cartel en las mamparas de las estaciones de captación, relacionado con los avances periódicos del nuevo programa de recuperación de residuos sólidos en C.U.
- Fig. 4.8 Formato de control para el retiro de los residuos sólidos captados de las artesas protegidas. Propuesta para el nuevo programa (1998) en Ciudad Universitaria.
- Fig. 4.9 Planta del antiguo incinerador de basura de C.U.
- Fig. 4.10 Planta del Centro de acopio propuesto para el nuevo programa (1998) en C.U. Basada en la infraestructura existente del antiguo incinerador de basura.
- Fig. 4.11 Formato para el control de los subproductos entregados a la empresa comercializadora. Propuesta para el nuevo programa (1998) en C.U.
- Fig. 4.12 Ruta de recolección No. 1. Propuesta para el nuevo programa (1998) en C.U.
- Fig. 4.13 Ruta de recolección No. 2. Propuesta para el nuevo programa (1998) en C.U.
- Fig. 4.14 Formato para el análisis del Costo directo hora-máquina.
- Fig. A.1 Proceso de reciclaje del plástico.
- Fig. A.2 Producción de celulosa desde la materia prima virgen.
- Fig. A.3 Procedimiento para la elaboración de papel a partir de desechos de papel (fibra secundaria).
- Fig. A.4 Proceso de reciclaje del vidrio.

# INTRODUCCIÓN

"La minimización de residuos y emisiones es nuestra mayor esperanza para conservar el medio ambiente y curar nuestra tierra enferma"

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (P.N.U.M.A.)

**\* INTRODUCCIÓN**

La reutilización de los residuos sólidos es cada día más una acción común en nuestras sociedades, debido a la creciente escasez de las materias primas o recursos naturales que dan origen a la gran gama de productos que a diario utilizamos.

El problema actual radica en que el costo de obtener estos recursos "nuevos" y el de reciclar los productos de desecho es casi el mismo y en muchas ocasiones debido a los procedimientos ya establecidos de producción, resulta más fácil extraer nuevos productos naturales en vez de adaptar procesos de reconversión de materiales para poder transformarlos nuevamente en materia prima útil. Por tal razón y debido a la creciente escasez de recursos naturales, nos encontramos en una etapa de transición, ya que actualmente muchas empresas se encuentran adaptando sus instalaciones y equipos para reutilizar los desechos sólidos e insertarlos nuevamente en el ciclo productivo.

En efecto al existir cada vez menor cantidad de recursos naturales, su costo aumentará enormemente debido a la acción de la oferta vs demanda y en algunos casos inclusive se prohibirá su explotación gracias a la acción del gobierno que deberá declarar zonas de reserva, por lo que a mediano plazo el costo de invertir en estos procesos de tratamiento de los materiales de desecho será plenamente amortizado y se podrán incluso percibir utilidades.

Parte importante de las causas de una generación excesiva de residuos sólidos, se encuentra en el fuerte instinto consumidor que la sociedad capitalista promueve, ya que los grandes mecanismos de publicidad, llevan (incluso inconscientemente) a tratar de poseer más bienes de los que en realidad se necesitan. Este problema se encuentra especialmente acentuado en los países desarrollados, ya que al tener mayor ingreso *per cápita*, tienen un mayor poder de compra, mientras que los países subdesarrollados se ven obligados a seguir utilizando sus bienes aún más allá de su vida útil y a explotar sus riquezas naturales (como son el petróleo, maderas, minerales, animales, cultivos, etc.). Desafortunadamente el aprovechamiento de estos recursos generalmente es irracional, lo que conlleva a la erosión de territorios y extinción de especies.

En la siguiente tabla se observa el fenómeno de consumismo, en la forma de residuos sólidos generados:

Tabla 0.1 Generación de residuos sólidos por países y el D.F. <sup>(4)</sup>

Canadá	1.7
Suiza	1.4
México	0.7

Ejemplificando este fenómeno de consumismo innecesario, imagínese la situación que viven dos jóvenes: uno Norteamericano y el otro Mexicano, ambos de clase social media (para cada nivel de su respectivo país), el primero desecha sus zapatos tenis, aún cuando se encuentran en buen estado, probablemente por el simple hecho de que ya no le agradan, mientras que el muchacho Mexicano, deberá seguir utilizando sus tenis aún después de que su vida útil ha finalizado y para ello deberá mandar repararlos, acción que le implicará un menor costo que el de comprar un par nuevo, obligado por su situación económica.

Entonces se puede afirmar que un material solo se considera un desecho en la medida en que su poseedor no puede valorarlo más y entonces buscará la manera de deshacerse de él, generalmente lo almacena junto con otros desechos y existe un sistema de limpia municipal, que se encargará de buscarles un sitio donde disponerlos permanentemente. Actualmente una mejor forma de eliminar los desechos que se generan es encontrarles otro uso, es esta precisamente la labor del presente trabajo: La recuperación de productos de desecho, en particular en la Ciudad Universitaria.

El hombre ha ido tomando conciencia no solo desde el punto de vista ecológico, si no también monetario del considerable ahorro de energía que le puede reportar la implementación de nuevas tecnologías de reciclaje, ya que podrá ahorrar en las actividades de búsqueda, extracción, preparación y transporte de recursos naturales vírgenes, debido a que al generarse los desechos en las ciudades, si se les recolecta, clasifica y se les da el tratamiento adecuado, entonces se podrán usar nuevamente dentro de la misma ciudad.

Para situar nuestra problemática dentro de un marco ambiental a nivel mundial, veamos cuales fueron los 9 problemas fundamentales que en el Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente se concluyeron en una sesión celebrada en Nairobi, Kenia en 1989:

Tabla 0.2 Principales problemas ambientales de la humanidad <sup>(4)</sup>

1. Efecto Invernadero.
2. Disminución de la capa de Ozono.
3. Lluvia ácida.
4. Contaminación del agua Potable.
5. Contaminación del mar y playas.
6. Deforestación.
7. Desertificación.
8. Desaparición de especies.
9. Generación de residuos sólidos y peligrosos.

Donde se observa que la comunidad internacional ha estado tomando conciencia de esta problemática: la excesiva cantidad de residuos sólidos que a diario se generan, y ya se le dedican congresos nacionales e internacionales, señal de que se han emprendido numerosos estudios e investigaciones en este campo, tal es el caso de el "National Forum for solid waste recycling" (Foro Nacional sobre Basura Reciclable)<sup>(21)</sup> que se celebró en 1997 en la Universidad de DUKE en los E. U., donde se respondió a las siguientes preguntas: ¿Cuál es la definición que se debe considerar al hablar de reciclaje?, ¿Cuáles son los actuales niveles de reciclaje en los E. U.? ¿Y cuáles podrán llegar a ser?

Todos estos puntos fueron debatidos en el ámbito técnico, social, político, económico y ecológico, además de discutir temas como: el papel que desempeña la sociedad en el reciclaje, la contaminación y la reducción en la fuente, etc. De donde se concluyó que:

- Una definición del reciclaje, cualquiera que esta fuera, deberá de incluir cuales son los objetivos del reciclaje como por ejemplo: salvar espacio en los rellenos sanitarios, conservar los recursos y energía y reducir los impactos al ambiente.
- Los E. U. actualmente tienen un porcentaje de reciclaje cercano al 21%, donde 1/3 es atribuido al reciclaje de cartón corugado, más 1/4 representado por papel periódico y vidrio.
- El consenso del congreso afirmó que el rango del 33-40 % es el porcentaje nacional que los E.U. esperan alcanzar en los próximos 5 años (al año 2000).
- El mayor componente de la basura, que necesitará ser reciclado para alcanzar las metas propuestas son los desperdicios de las podas de los patios y jardines, ya que en los E.U. el actual porcentaje de reciclaje para este tipo de desechos, apenas alcanza el 18% del total generado.

Tabla 0.3 Porcentaje de Desechos Sólidos Municipales (D.S.M.) reciclados en los E.U. (21)

CATEGORÍA	PLASTICO	Papel	VIDRIO	RECICLADO
Desechos de patios y jardines.	30	4	34	18
Papel periódico	10	2	12	50
Papel de oficina	0	6	6	33
Envases de aluminio	1.6	0.4	2	60
Papel mezclado	12	6	18	20
Herramientas y utensilios	1.2	1.4	2.6	54
Desechos de comida	10	4	14	0
<b>TOTAL</b>			<b>199.6</b>	<b>21 %</b>

La problemática de los residuos sólidos es una de las principales a que debe enfrentarse la sociedad, debido a las miles de toneladas de basura que se generan diariamente (tan solo en América Latina se generan 280,000 toneladas<sup>(12)</sup>, lo que implicaría tener 350,000 m<sup>3</sup>/día de espacio para poder enterrarla sanitariamente. En los países subdesarrollados el problema se ve aumentado por la explosión demográfica que es a su vez otro de los grandes problemas, se prevé que para el año 2,000 la población total de América Latina habrá llegado a 520 millones de personas, lo que agravará aún más el manejo y la disposición de la basura<sup>(12)</sup>.

Hace 30 años la generación de residuos sólidos por persona era de unos 200 a 500 gr/hab./día , mientras que en la actualidad se estima entre 500 y 1000 gr/hab./día y en los países desarrollados esta cifra alcanza valores 2 o 3 veces mayores (ver Tabla 0.1), sin embargo el problema no radica solamente en la cantidad sino también en la calidad o composición de la basura, ya que ésta pasó de ser densa y casi completamente orgánica a ser voluminosa, menos biodegradable y con porcentajes crecientes de materiales tóxicos.

El reciclaje que generalmente se ha practicado en América Latina solo puede ser visto como pepena, ya que es realizado por ciertos sectores marginados de la población y dados los bajos contenidos de materiales reciclables que se producen en estos hogares, cuando se les compara con los de países desarrollados (un habitante Estadounidense produce de 20 a 30 veces más papel que un Mexicano<sup>(12)</sup>), los métodos de reciclaje aplicables también son diferentes. El factor más importante es el mercado de los materiales recuperados, ya que si en las cercanías no hay fabricas que los procesen, entonces el reciclaje quedará limitado al reuso.

No se conoce el grado de reciclaje que existe en los países de América Latina, pero se cree que este se logra de 3 formas:

1. Mediante la separación y el acopio en industrias, comercios y grandes generadores y productores de los materiales reciclables (papel, cartón, botellas, plásticos y materiales ferrosos entre otros.) para venderlos posteriormente a recolectores privados especializados. Generalmente este tipo de reciclaje es substancialmente lucrativo y ecológicamente atractivo.
2. El segundo tipo de reciclaje es el practicado en la basura y generalmente consta de 3 intervenciones: La primera por los segregadores callejeros en las bolsas o contenedores colocados para su recolección, la segunda se realiza en el camión recolector por los trabajadores del servicio y la tercera se lleva a cabo en los rellenos sanitarios o en los tiraderos a cielo abierto, por los pepenadores del lugar. Esta forma de reciclaje no es recomendada porque generalmente se hace bajo condiciones de riesgo a la salud de los segregadores, además de que un estudio reciente en nuestro país demostró que las cantidades recicladas conjuntamente por estos 3 tipos de intervenciones es de apenas el 2% del total de la basura <sup>(12)</sup>.
3. Finalmente un método de reciclaje más en boga y el cual es precisamente la causa de estudio del presente trabajo es la recolección separada en los sitios de generación, sea el hogar, escuela, parque o lugar de reunión. Desafortunadamente las grandes esperanzas económicas que se tenían en este sistema se han desvanecido temporalmente, al reportarse costos reales mucho mayores por tonelada recolectada de reciclables sucios (hasta 30% de impurezas), sin embargo queda como una enorme ventaja la educación y la participación de la comunidad que será indispensable para un próximo futuro.

Por tal motivo la presente tesis pretende<sup>1</sup> brindar nuevas alternativas para el manejo de los residuos sólidos en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en particular sobre los residuos sólidos reciclables, pues aunque si bien existen programas o se realizan acciones para tratar de recuperar estos materiales, la realidad es que esta institución no cuenta actualmente con un programa sólidamente basado que satisfaga la gran diversidad de objetivos (como pueden ser de educación ecológica, cultural, económicos, social, etc.). Para lograr lo anterior, el presente trabajo se encuentra dividido en las siguientes cinco partes:

1. PROGRAMAS DE CLASIFICACIÓN Y RECUPERACIÓN DE MATERIALES RECICLABLES.- En este capítulo se brindan los conocimientos esenciales que son necesarios para comprender las principales actividades que se llevan a cabo en el manejo de los residuos sólidos, para que los posteriores capítulos puedan analizarse con facilidad. Además de que se destaca la importancia que este tipo de programas ha venido tomando en la actualidad. Finalmente se muestra una recopilación de investigaciones de campo, realizadas en diversas instituciones educativas sobre los tipos de programas que sobre los residuos sólidos han implantado, resaltando los logros obtenidos para que en un capítulo posterior puedan incorporarse estas experiencias en la formulación del programa propuesto para la Ciudad Universitaria de la UNAM (C.U.).
  
2. PROGRAMA DE RECICLAJE ANTECEDENTE EN C.U.- Este capítulo representa el soporte del nuevo programa propuesto, ya que el estudio a detalle de todas sus fases (proyección, prueba, implementación, operación y mantenimiento) permitirá conocer las causas por las que no ha funcionado como se planeó inicialmente, y poder posteriormente presentar alternativas que permitan corregir los problemas, brindando mejores opciones al problema de la recuperación de los residuos sólidos reciclables. Para ello es indispensable conocer el tipo de desechos generados en C.U. así como la opinión de la comunidad universitaria respecto de estos temas. Por lo cual fue necesaria la aplicación de encuestas en las facultades de C.U., analizando, graficando e interpretando los resultados.
  
3. SISTEMA DE RECOLECCIÓN ACTUAL EN C.U.- De manera general el manejo de los residuos sólidos en la C.U. debe de ser estudiado en su conjunto, a pesar de que este trabajo este orientado específicamente hacia los residuos sólidos reciclables, ya que los residuos sólidos reciclables son precisamente un subconjunto de los residuos sólidos en general.
  
4. PROGRAMA PROPUESTO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN C.U.- Este capítulo reviste de una importancia especial, ya que es aquí donde se integran todos los conocimientos adquiridos para brindar una solución integral al problema de los residuos sólidos reciclables en C.U. Se describen detalladamente la metodología a seguir, así como el diseño de las rutas de recolección, las consideraciones de operación y mantenimiento que deben contemplarse y finalmente se realiza un estudio de factibilidad económica para contemplar las posibilidades de su implementación real.
  
- 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.- En este último capítulo se retoman las conclusiones parciales más importantes así como los resultados más sobresalientes de las investigaciones realizadas. Así mismo se presentan las recomendaciones que se consideran pertinentes para brindar una alternativa sobre el nuevo programa de reciclaje que se propone y sus perspectivas en un futuro cercano.

Con el presente trabajo se espera participar en la mejora de la Universidad Nacional, que debe ser modelo a seguir para el resto de las instituciones educativas de nuestro país.

# 1. PROGRAMAS DE CLASIFICACIÓN Y RECUPERACIÓN DE MATERIALES

## 1.1 CONCEPTOS GENERALES

A continuación se presentan los conceptos más importantes dentro de el campo de los Residuos sólidos, sin embargo el hacer una distinción precisa entre operaciones que pueden ir desde la compra-venta de antigüedades, hasta la recuperación química de reactivos de procesos industriales, es de un interés más que nada teórico. Y la terminología empleada no es en absoluta precisa, como lo demuestra el estudio de algunas palabras de uso corriente en este campo:

□ El término **RECUPERACIÓN** es muy general y abarca operaciones muy diferentes; significa fundamentalmente que se vuelve a insertar un objeto o material usado, en los circuitos económicos habituales. Por ejemplo: al referirnos al reciclaje del papel se esta realizando la recuperación del mismo, ya que cualquiera que vaya a ser el destino del papel recolectado, pasará nuevamente a formar parte de otra actividad humana (por ejemplo como fuente de calor, como envoltente de objetos frágiles, como cartón, o como papel nuevamente).

□ El **RECICLAJE** puede definirse como "la circulación de materiales dentro de un sistema cerrado cuyo propósito es optimizar la utilización de recursos y minimizar la producción de desechos"; en otras palabras es separar materiales de desperdicio y reintroducirlos al sistema de producción, para transformarlos en nuevos productos de utilidad. De esta forma se recobran artículos y materiales que de otra forma terminarían considerados como basura.

A diferencia de los conceptos de reducir, reutilizar y rechazar, que tienen su fuerza en la práctica realizada principalmente a nivel individual o familiar, el reciclaje es una actividad en la que intervienen otros sectores de la sociedad, como el gobierno (a través de instituciones como las secretarías de Desarrollo Social, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, del Medio Ambiente, Recursos Naturales, Agricultura y Pesca, etc.), la sociedad Civil organizada y las industrias.

Entre sus principales ventajas se encuentran:

- + Permite la conservación o ahorro de energía, materias primas y recursos naturales.
- + Permite la disminución del volumen de residuos que hay que eliminar.
- + Protege el medio ambiente.

□ La palabra **RECONVERSIÓN** suele implicar operaciones de clasificación, selección de un cierto tipo de desechos, que en seguida serán sometidos a transformaciones que no modificarán su naturaleza profunda (generalmente se trata de procesos de tipo físico) por ejemplo se trata de volver a disponer de metales o vidrios.

□ El termino **REDUCIR**, significa dentro de el ámbito de los Residuos Sólidos, minimizar la cantidad de basura que se genera, mediante un decremento en el consumo de algún producto, su reutilización, o cualquier otro procedimiento que permita no clasificarlo como un desecho. En la industria se puede visualizar como el utilizar cada día menores cantidades de insumos o materias primas, sin alterar la finalidad o servicio que el producto brinda al consumidor.

□ En la REUTILIZACIÓN en cambio, existe la posibilidad de encontrar un aprovechamiento enteramente nuevo, no previsto por el fabricante primitivo, como es el caso de los neumáticos gastados, que se transforman en suelas de zapatos, o el caso de los envases cilíndricos de aceite que pueden usarse como macetas.

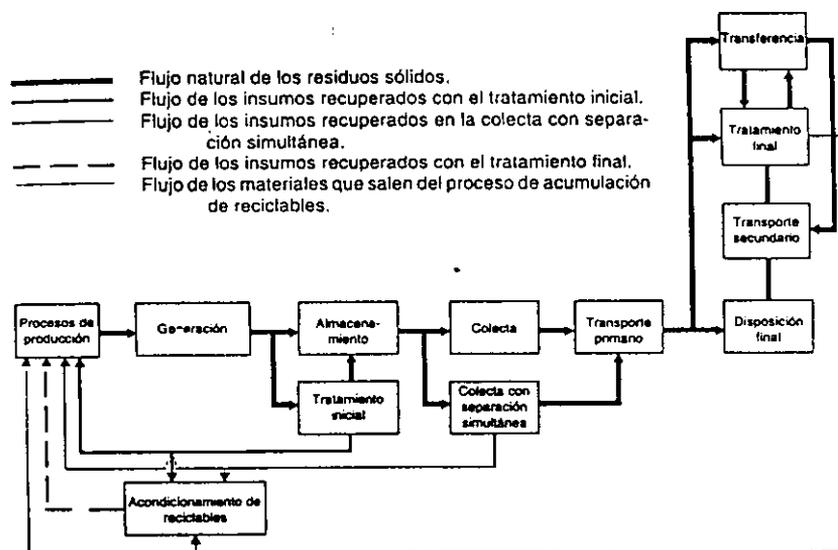
□ El término RESIDUO dentro de los procesos de fabricación, generalmente se emplea para denominar a los sobrantes de un cierto material, que al haber sido utilizado dentro de un proceso, ya no puede ser utilizado en algún otro, lo que no implica que carezca de valor, si no que simplemente para ese proceso no tiene ya funcionalidad alguna. Por ejemplo para la fabricación de mobiliario metálico se emplean hojas de cierto calibre de acero, las cuales para su comercialización cuentan con medidas estandarizadas en el mercado, posteriormente al ser utilizadas en la fabrica de mobiliario, es necesario que se corten bajo las plantillas de diseño, luego los sobrantes metálicos que debido al trazo no se ocupan podrán considerarse como residuos del proceso.

□ El término RESIDUO SÓLIDO con lleva los siguientes conceptos:

- Son materiales que en el tiempo y en el espacio no tienen ningún valor para quienes lo generan.
- Son materiales con cierto grado de afectación para la salud pública.
- Son materiales que requieren un manejo lo suficientemente seguro para evitar daños al ambiente.
- Son materiales que al no ser lo suficientemente atendidos, generan problemas de inquietud social y de afectación estética.
- Son materiales que tienen un cierto valor intrínseco, así como una cierta vocación para su aprovechamiento.

Los residuos sólidos conforman un ciclo, compuesto por diferentes etapas estrechamente vinculadas, para que a partir de la misma producción de los artículos de consumo, se inicie la generación de tales residuos, pasando al almacenamiento, colecta, transferencia, transporte (primario y secundario), tratamiento y disposición final de los mismos; por lo que cualquier cambio o modificación que sufra alguna de ellas, habrá de generar un efecto directo sobre las demás. La interrelación de dichas etapas se ilustra en la siguiente figura:

FIG. 1.1 Ciclo de los residuos sólidos<sup>(4)</sup>

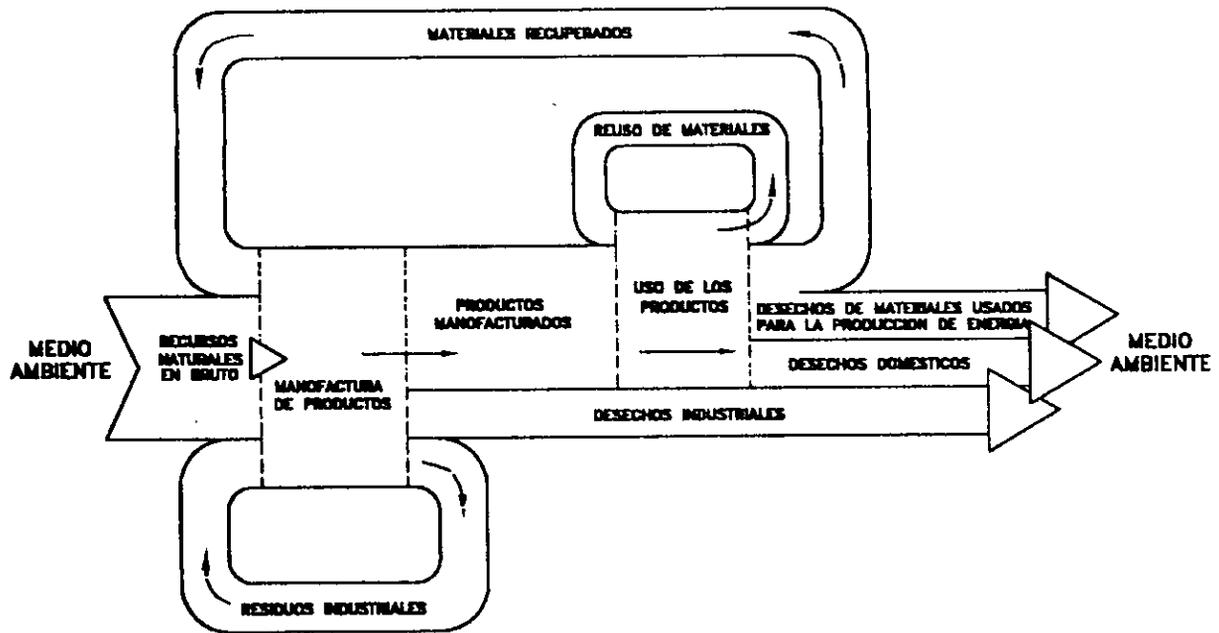


donde:

- ◆ La generación se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos en un cierto intervalo de tiempo.
- ◆ El almacenamiento es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se colectan en número suficiente para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
- ◆ El tratamiento inicial es el proceso de transformación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora antes de ser almacenados. Esta transformación puede involucrar desde una simple separación de subproductos reciclables hasta un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de los residuos.
- ◆ La colecta es la acción de tomar los residuos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos dentro de los equipos destinados a conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
- ◆ La colecta con separación simultánea es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la colecta de los residuos sólidos de manera separada, pero en un mismo vehículo. También se identifica con la actividad de coleccionar los residuos de manera integrada, pero separándolos en ruta.
- ◆ El transporte primario se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos colectados en las fuentes de generación, a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
- ◆ La transferencia es la acción de transferir o trasladar los residuos sólidos de las unidades vehiculares de recolección, a las unidades vehiculares de transferencia, con el propósito de transportar una mayor cantidad de los mismos a un menor costo, eficientando por lo tanto el sistema.
- ◆ El tratamiento final es el proceso que sufren los residuos sólidos para hacerlos reutilizables y/o eliminar su peligrosidad, antes de su destino final. Esta transformación puede implicar una simple separación de subproductos reciclables, o bien un cambio de las propiedades físicas y/o químicas de los residuos.
- ◆ El transporte secundario se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos hasta los sitios de disposición final, una vez que han pasado por las etapas de transferencia y/o tratamiento.
- ◆ La disposición final es el confinamiento permanente de los residuos sólidos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a los ecosistemas y propiciar su adecuada estabilización.
- ◆ El acondicionamiento de reciclables es el proceso que sufren exclusivamente los materiales reciclables para darles un valor agregado que incremente el precio de su venta, o bien que los acondicione para un mejor aprovechamiento.

A continuación en la siguiente figura, se muestra el flujo de los materiales en forma general, que también forma un ciclo.

Fig. 1.2 Flujo de los materiales <sup>(22)</sup>



□ Por su origen los RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES se pueden definir como todos aquellos materiales derivados de las actividades urbanas como son: las domiciliarias, comerciales, de servicios, educación, así como los generados por la infraestructura urbana como son la red vial, de transporte o la de drenaje.

Los servicios de aseo urbano de cualquier localidad tienen como función primordial ejercer un cierto control sobre los residuos sólidos municipales que generan sus habitantes. No obstante de todo este despliegue teórico, tradicionalmente los servicios de aseo urbano se han asociado casi exclusivamente con el barrido de calles, así como con la recolección y disposición final de la basura. Esta situación aunque parezca imprecisa es una realidad que se vive en la mayoría de las ciudades de América Latina y México, en donde las etapas de transferencia y tratamiento en sus diferentes formas son prácticamente inexistentes; es decir, en términos generales y salvo algunas excepciones (D.F., Monterrey y Guadalajara) dicho planteamiento integral no existe.

La separación de los residuos sólidos municipales se basa en separar la corriente de los materiales que contienen aluminio, fierro, plástico y vidrio (este último clasificado en 3 clases: oscuro, verde y claro). El proceso incluye algunos equipos como cortadoras de bolsas, separadores magnéticos, molinos, turbinas de viento, empaquetadoras y compactadoras, pero la parte primordial se realiza manualmente en bandas de clasificación (ver Fig. 1.3).

Fig. 1.3 Bandas de clasificación manual de la basura, en la planta de separación de Residuos Sólidos de Azcapotzalco



[1] Debido al crecimiento económico, en muchos países ha aumentado rápidamente el uso de sustancias químicas para diversos fines. Algunas de éstas pueden afectar la salud humana, de animales y plantas si se liberan al medio ambiente. Estos compuestos químicos toman el nombre de peligrosos y cuando ya no se pueden aprovechar se desechan, entonces se les denomina RESIDUOS PELIGROSOS.

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (Environment Protection Agency: E.P.A.), un residuo peligroso se define como:

Un residuo sólido, semisólido, líquido, gaseoso, en forma de emulsión, suspensión o lodo, que debido a su cantidad, concentración, características físicas, químicas o infecciosas pueden:

- a) Causar o contribuir significativamente a incrementar la mortalidad o las enfermedades serias, irreversibles o que produzcan incapacitación.
- b) Poseer un peligro sustancial o potencial para la salud humana o el ambiente cuando se tratan, almacenan, transportan o se disponen inadecuadamente.

En nuestro país existen Normas Oficiales Mexicanas, que dan los lineamientos para identificar estos tipos de residuos, en particular existe la NOM-052-ecol-93, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso.

Además existe el criterio denominado "CRETIB" (Iniciales de cada una de las características que pueden presentar estos desechos), donde un residuo peligroso puede ser:

*Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico infeccioso*

En nuestro país se calcula que se generan aproximadamente 85,000 toneladas al día de residuos sólidos, de los cuales 45,000 toneladas son residuos industriales y 14,500 toneladas son considerados como peligrosos. En el D.F. se generan 15,000 toneladas al día de desechos, de los que 5,784 toneladas son residuos peligrosos, siendo la delegación Azcapotzalco la que genera la mayoría de ellos.<sup>4</sup>

□ Una **ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA** es el conjunto de equipos e instalaciones cuya función primordial es la de servir como zona de intercambio de los residuos contenidos en los vehículos recolectores de baja capacidad a otros vehículos de transporte de mayor capacidad, de manera segura, económica y eficiente; para proceder posteriormente al acarreo de dichos residuos hasta el sitio de disposición final.

□ El **DESARROLLO SUSTENTABLE** indica en sí mismo, la búsqueda de un desarrollo económico y social de cada comunidad, de cada país y del mundo en general; sin deteriorar seriamente el medioambiente en forma tal que el uso de los recursos naturales se haga racionalmente y en lo posible se recuperen los utilizados para garantizar que las siguientes generaciones podrán seguir dependiendo de ellos en forma sostenida, al mismo tiempo que se disminuya la contaminación originada por los desechos actuales, los cuales deben reciclarse al máximo posible para reutilizarse en múltiples ocasiones las materias primas resultantes y disminuyendo drásticamente el consumo excesivo de agua, energéticos, materias primas y productos elaborados.

□ Las **TECNOLOGÍAS LIMPIAS** son aquellos procesos industriales que no generan desechos (o generan una mínima cantidad), ya que todos sus residuos son reciclados ya sea en procesos internos de producción o son sometidos a tratamientos avanzados para ser usados en otros tipos de actividades benéficas.

□ La **VALORIZACIÓN** supone una operación comercial y un balance financiero luego de los tratamientos químicos, térmicos o de otra naturaleza. Más que de recuperación se hablará de valorización cuando una transformación conduzca a una utilización más noble de un producto determinado como es el caso de la fabricación de ladrillos o de granulados sólidos para la construcción, a partir de cenizas.

Aunque la sociedad está interesada en la recuperación de las materias primas, estas aún son operaciones que resultan por definición si no deficitarias, cuando menos difícilmente equilibradas.

#### Límites de valorización

El planteamiento teórico de este tipo de programas puede impresionar por su sencillez aparente y su factibilidad, la pregunta es: ¿porqué no existen muchos de estos programas funcionando con gran éxito?; esto se debe principalmente a que los límites de valorización responden a 3 factores:

1. **Degradación de la materia recuperada:** En efecto cualquiera que sea el cuidado que se ponga en la recuperación, se producen:

- Pérdidas en las reacciones físicas o químicas, de modo que sigue siendo necesario introducir material nuevo.
- Incorporación en la materia regenerada de agregados y suciedades que provienen de su empleo anterior; por ejemplo, el papel además de fibras, incluirá la capa de apresto, la tinta con la que se escribió o imprimió y hasta en algunos casos grapas y clips.

Aún más, es innegable que el uso de la materia recuperada no podrá ser tan noble como el de la materia virgen correspondiente, lo que no significa en absoluto que la materia recuperada no sea también apropiada para otros usos diferentes que una materia nueva. Es así por ejemplo que se podrán hacer con botellas de material plástico fundas para cables tan buenos como los que se harían con materia virgen; pero en cambio no se podrían producir otras botellas que requirieran calidad alimenticia.

2. **Precio de recuperación:** Las técnicas necesarias para poder implementar un programa de esta especie suponen inversiones que suelen resultar muy elevadas, así como una explotación y supervisión continua, de ahí que se plantee inevitablemente el problema del costo real, complicado por el hecho de que no siempre es fácil distinguir los gastos que exige la recuperación, de los que se requieren para luchar contra la contaminación. Hay que agregar además los precios de transporte y mantenimiento, por lo que frecuentemente el precio de la recuperación esta muy cercano a su umbral de rentabilidad, lo que no tiene nada de sorprendente ya que si fuera netamente inferior, los desechos dejarían de ser considerados como tales. La reconversión pues esta destinada a ser siempre una actividad difícil de la que se deben cuidar los menores gastos para que siga siendo económicamente viable.

3. **Inestabilidad de los precios del mercado:** Los precios de materiales recuperados pueden variar de manera importante y aleatoria por 2 razones:

a) **Saturación del mercado.**

Especialmente en lo que se refiere a las reventas directas a los industriales, la proporción de materiales de recuperación que puede entrar en los procesos de fabricación de nuevos materiales se ve limitada por la naturaleza de estos procesos y supera raramente el 30% de la materia virgen necesaria. El precio se fija por una Ley de la Oferta y la Demanda "falsa", porque el recuperador puede verse obligado a desembarazarse a cualquier precio de un desecho que se vuelve tanto más molesto, cuanto que de todas maneras una parte de él no podrá ser recuperado. El aspecto económico de la reconversión gira entonces entorno a la especulación.

b) **Fluctuación de las condiciones económicas.**

La reconversión, se ha dicho, permite economizar materias primas importadas, su rentabilidad económica depende entonces fundamentalmente del precio de estas materias, pero estos precios son en la actualidad extremadamente fluctuantes y lo hacen además de una manera impredecible, puesto que dependen de las circunstancias de las políticas internacionales.

□ La **SUBVENCIÓN** que se aplica con bastante frecuencia por los gobiernos, se puede efectuar por medio de apoyos económicos o fiscales, promoviendo facilidades, especialmente para el tratamiento de los desechos industriales, los que pueden ser peligrosos para el medio ambiente y deben de apegarse a las normas oficiales que sobre ellas existan, buscando siempre el interés público.

□ La **FIJACIÓN DE PRECIOS**, que también puede regularse por el gobierno o alguna institución de comercio, puede repercutir a lo largo de toda una cadena de fabricación, buscando estabilizar el mercado de este tipo de productos o brindar un precio de garantía para proteger a los vendedores. Su interés consiste en poder mantener la proporción con los gastos de supresión de los daños del producto considerado. No obstante la fijación de precios se ve limitada por el fenómeno de la oferta y la demanda.

□ **Recuperación vs CLASIFICACIÓN GLOBAL:** Hay una diferencia profunda entre estos 2 términos, ya que en el primer caso, solo se trata de extraer elementos que tengan un cierto valor, mientras que en el segundo, cada parte del montón primitivo (de los residuos sólidos en estudio), debe encontrar su lugar en tal o cual subconjunto, entonces la clasificación global permite realizar los estudios de selección y cuantificación de los subproductos de la basura en determinado lugar, por ejemplo:

Tabla 1.1 Clasificación global de los desechos generados por los habitantes de las comunas españolas <sup>[23]</sup>

CONSTITUYENTES	%	kg/hab/año
textiles	1 a 7	2.5 a 20
metales	2 a 10	5 a 30
plásticos clorados	0.5 a 2	1.2 a 6
otros granulometría fina	15 a 20	40 a 60

Una consecuencia valiosa de estas reflexiones sobre la selección es la importancia de la recolección (objeto del presente trabajo), pues es en esta etapa cuando tienen lugar muchas mezclas más o menos intempestivas. Los generadores<sup>23</sup> de desechos no deben hacer imposible la tarea del recolector, si no más bien ayudarlo. Las dificultades que se encuentran en las "recolecciones selectivas", es decir recoger por separado los vidrios, papeles, cartones, plásticos, etc. muestran claramente que estos circuitos no se establecen en un día.

<sup>23</sup>Término correcto ya que muchas veces se utiliza el término de "productores", pero los desechos sólo pueden calificarse como productos de una manera retorcida y forzada.

## 1.2 NECESIDAD ACTUAL Y FUTURA

La vida del hombre sobre la tierra y su salud, siempre ha estado ligada al ambiente natural en el que se ha desenvuelto. En un principio al vivir en comunidades nómadas, se veían obligados a buscar los sitios en los que las condiciones naturales fueran propicias para poder satisfacer sus necesidades por un periodo de tiempo razonable, pero al agotar los recursos naturales (la alimentación generalmente era el factor decisivo) que dicho sitio les brindaba o al cambiar las condiciones climatológicas (en adversas), estas tribus se veían obligadas a emigrar y buscar un nuevo sitio donde volver a establecerse temporalmente.

Con el aprendizaje de la agricultura y el dominio del fuego, las civilizaciones comenzaron a establecerse permanentemente (civilizaciones sedentarias) a orillas de ríos y lagos que les proveyeran de el vital líquido, comenzando a fundarse las primeras ciudades. En esta etapa de sedentarismo incipiente, la naturaleza tenía un fuerte mecanismo de autolimpieza y regeneración, por ejemplo: si se ensuciaban las aguas de los ríos con descargas de las ciudades, el efecto contaminante sobre el río no era muy grande, puesto que el mecanismo depurador del río (disolución, aireación, organismos vivos, etc.) limpiaba a pocos kilómetros aguas abajo los contaminantes, de tal forma que a poca distancia los efectos tóxicos, eran imperceptibles.

La mayoría de los desechos sólidos eran de composición orgánica y generalmente se aprovechaban para dar de comer a los animales de granjas o los utilizaban como abonos para mejorar sus tierras de cultivo, sin embargo hoy en día la situación es diferente.

Durante milenios el hombre ha trabajado incesantemente para modificar las condiciones adversas a las que se ha enfrentado. Ahora paradójicamente, algunos de los logros realizados con base en un gran desarrollo científico y tecnológico, se presentan como una amenaza para el planeta, el equilibrio de los ecosistemas e incluso el ser humano.

Sin embargo el problema principal de cambios en el ambiente sobreviene a partir de este siglo y principalmente cuando las 2 guerras mundiales de la primera mitad del siglo, forzaron un desarrollo científico y tecnológico impresionante en la industria de la guerra, la que posteriormente instalada en la industria comercial, impulso el consumismo como un modelo de vida del ser humano.

Se calcula que en todo el mundo se generan alrededor de 6,500,000 toneladas de desechos. En nuestro país se generan aproximadamente 85,000 toneladas, de las cuales la zona metropolitana de la ciudad de México genera más de 15,000 toneladas y C.U. colabora con aproximadamente 25 toneladas<sup>(4)</sup>.

En el contexto global y nacional, la tasa de deforestación es del 1.4% anual, equivalente a 804,000 ha / año. Relacionado al destino de la producción maderable en 1992, el 20.9% fue utilizado para la producción de celulosa, la cual se emplea principalmente en la elaboración de papel<sup>(4)</sup>. Por otro lado la demanda mundial de fibra reciclada aumentó de 1971 a 1988 casi el doble, tan rápido como la demanda de fibra virgen y se espera que esto se amplie aún más; que se duplique nuevamente alrededor del 2001, con mayor incremento en la región de Norteamérica, esto se ve reflejado en la industria papelera nacional que cada día aumenta sus importaciones de papel para reciclar<sup>(4)</sup>.

A continuación se analizan los principales factores que han contribuido a agravar los grandes problemas de contaminación: La explosión demográfica con sus insaciables necesidades de agua, vestido, educación, servicios de salud y sus respectivos desechos; el fenómeno de la migración urbana que ha modificado radicalmente la proporción en el número de habitantes que habitan en los núcleos urbanos en comparación con los que viven en el campo; la creciente industrialización que nutre a las sociedades de consumo y que es voraz agotadora de energéticos, no habiéndose encontrado hasta el momento una tecnología eficaz para sustituir los combustibles fósiles; las modificaciones en los estilos de vida que determinan que los habitantes del planeta, sobre todo en las ciudades pujantes sean grandes consumidores. El problema se ve aumentado sobre todo a que estos factores no se dan aislados, si no que se presentan interrelacionados, lo cual complica su análisis y por ende su solución.

### La explosión demográfica

El crecimiento acelerado de la población mundial, es un fenómeno relativamente nuevo. Desde épocas remotas hasta principios del siglo XX la población mundial había crecido a ritmos bajos, tanto que los 1000 millones de habitantes se alcanzaron en los inicios del siglo XIX, esto se debía a los altos índices de mortalidad que prevalecían en la época.

Entre 1800 y 1900 la población creció de 1000 millones a 1650 millones de habitantes, es decir tuvo un incremento de aproximadamente el 65%.

Actualmente en el siglo XX se registra un crecimiento aún más acelerado y la población ha pasado de 1650 a 5200 millones de habitantes estimados en 1990 y se esperan 6000 millones al finalizar el presente siglo, es decir la humanidad ha crecido 4 veces más que al iniciar la centuria<sup>(4)</sup>.

Por otra parte, las distintas poblaciones que conforman nuestro mundo han tenido ritmos de crecimiento muy diferentes, mientras que la mayoría de los países de Asia y Africa registran tasas de crecimiento superiores al 3%, los países europeos como Alemania, Dinamarca y Suecia, se encuentran cerca del crecimiento nulo he incluso negativo. Así pues se estima que para el año 2000 las poblaciones de Asia del Sur, de Africa y América Latina representarán el 57% de la población mundial.

En algunos países la situación es aún más extrema, ya que si se toma en cuenta la superficie que ocupan, se observan casos como el de Bangladesh (Octavo país más poblado del mundo y con la mayor densidad geográfica) donde habitan 756 habitantes por km<sup>2</sup>. Una panorámica similar se manifiesta en el interior de cada país, dando por resultado la concentración de la población en pocas áreas metropolitanas y su dispersión en un gran número de pequeñas localidades<sup>(4)</sup>.

En relación a la mortalidad medida por medio de la esperanza de vida al nacimiento, se observa que la población de Asia y Africa tiene (en 1990) una esperanza de vida cercana a los 50 años de edad, comparando este valor con el que se alcanza en países desarrollados significa que los Asiáticos y Africanos vivirán 25 años menos que los Europeos, ya que estos últimos tienen una esperanza de vida de 75 años de edad<sup>(4)</sup>.

Finalmente referente al crecimiento demográfico queda libre la idea comercial de la planificación familiar, no sin antes recordar que generalmente son los pobres los que tienen más hijos, de ahí que con frecuencia surjan los nexos de: Población-Medio Ambiente-Pobreza. Esto es así entre otras cosas, porque es en la pobreza donde se encuentran más enraizadas las tradiciones culturales que revaloran a la familia; principalmente a la familia grande, que en cierta forma se da como razón de supervivencia. De tal forma que la planificación familiar fracasa en los lugares en donde la fuerza de trabajo sigue siendo el único capital disponible, en donde los malos ingresos de unos son complementados con los de otros.

Entonces en términos de acción, una política sólo demográfica (una política que solo busca el menor número de hijos) pocos efectos habrá de redituar en términos del control de la natalidad, si no se atacan también otros aspectos.

En efecto las autoridades y los políticos se preocupan por los efectos que la creciente población ha ocasionado en el medio ambiente, pero: ¿se han preocupado de la misma forma por el nivel de vida al que puede acceder una población con tales carencias?

### Modificación de los estilos de vida (Consumismo)

Dentro de la economía de mercado, simultáneamente al proceso de producción, se presenta el de consumismo; un consumo de elementos que se deben adquirir precisamente para hacer posible la producción: esto suele denominarse como "consumismo productivo".

Se puede considerar al consumo individual, como el que realizan los hombres en la sociedad para sí mismos, para subsistir y cubrir sus necesidades básicas.

Todos somos consumidores y no solo de bienes materiales, sino también de servicios (por ejemplo de salud, educación, cultura, recreación, etc.).

En los países desarrollados, mientras que la capacidad productiva tiende a crecer constantemente, el consumo tiende "relativamente" a restringirse; esta disparidad acaba por convertirse en una crisis de sobreproducción. La publicidad ha sido entonces el mecanismo más importante para amortiguar los efectos de esta crisis, ya que su principal objetivo es alentar el consumo de mercancías y servicios, incluso innecesarios.

Íntimamente relacionado con la problemática de la disposición de los residuos sólidos, se haya el factor suelo. En este trabajo no nos ocuparemos de los rellenos sanitarios, pero no podemos pasar por desapercibidos algunos aspectos importantes:

Durante la década de los sesentas los países como el nuestro tuvieron un aumento de su agricultura mayor que el crecimiento de su población, pero para la década de los setentas este ritmo se estancó e incluso disminuyó. Así pasamos de ser exportadores agrícolas a ser importadores. Por el contrario los países desarrollados se han convertido en los abastecedores de las economías deficitarias en alimentos. En efecto la política económica en México durante los últimos sexenios ha desarrollado la industria a costo de la agricultura.

El suelo en México es uno de los recursos naturales que en nivel jurídico tienen una mayor tradición de regulación, entendiendo a este recurso como el objeto de propiedad territorial, con sus diversas modificaciones:

Rural  
Urbana  
Pública<sup>▼</sup>  
Privada  
Comunal

<sup>▼</sup> Este es el carácter del tipo de suelo que se emplea para depositar los desechos sólidos, ya sea relleno sanitario o un simple tiradero a cielo abierto, se clasifica como público, por la función social que cumple.

Los principales problemas que afectan al suelo (la degradación de su calidad, desertificación, erosión y urbanización), tienen que ver con el impacto de la creciente población para satisfacer sus necesidades de sustento, al presionar el uso del suelo para aprovechamientos que no siempre están de acuerdo con su vocación ecológica.

El constante cambio del uso del suelo genera problemas ambientales alternos, junto con la contaminación creciente de los ecosistemas y la depredación irracional de las especies silvestres, lo que ha acarreado serias transformaciones en el escenario ambiental del territorio.

La pérdida de cubierta forestal según datos de la F.A.O., (Food and Agriculture Foundation; Fondo para la Alimentación y la Agricultura, 1989) en México se tenía una tasa de deforestación anual del 1.4%, tomando en cuenta que la tasa promedio mundial es del orden del 0.6%, nuestros recursos forestales se encuentran en gran peligro de agotarse en unas cuantas décadas más.

Por sus características topográficas y climáticas, México debe ser considerado como un país con un reducido potencial agrícola, ya que el 75% del relieve nacional es montañoso, más del 50% es árido o semiárido y solo el 13.8% del suelo es agrícola.

Por lo que la necesidad de reducir los desechos sólidos es urgente. Y en efecto comienzan a desarrollarse pequeñas compañías o negocios que se dedican a la comercialización de todos estos tipos de desechos principalmente: el cobre, el aluminio, el cartón, papel y el vidrio en menor escala.

Ya en la Cd. de México se cuenta con un directorio<sup>(11)</sup> de centros de recepción de desperdicios, que abarca no solo al D. F., si no también a las áreas conurbadas, en el cual se agrupan los centros de recolección según su localización y el tipo de desperdicio que reciben. A cada centro de recepción le corresponde una ficha que contiene la siguiente información:

- Razón Social.
- Responsable.
- Desperdicio que recibe.
- Precio de compra del desperdicio.
- Cantidad mínima que recibe.
- Posibilidad de recolectar el desecho.
- Destino de los desechos.
- Observaciones.

Además de que por medio de este directorio, en su anexo, se ponen al alcance de los lectores los principales conceptos de la Teoría del Reciclaje. En general el poder contar con una herramienta como estos directorios, será de gran utilidad para todas las familias en las que el reciclar se convierta en un hábito, ya que se puede conocer cual es el centro de recepción más cercano para llevar los desechos sólidos generados y percibir algún ingreso.

No hay que olvidar las complicaciones que produce la recolección cuidadosa de desechos relativamente homogéneos: manipulaciones más numerosas y sobre todo una sostenida vigilancia de los procedimientos de fabricación, desgraciadamente el objetivo primordial de una fabrica es el de surtir a sus diferentes clientes, en condiciones económicas satisfactorias (es decir buscando siempre un precio competitivo) sus productos; mientras que las cuestiones de depuración y reconversión por importantes que sean, para ellos siempre serán vistas en un segundo plano.

Por otra parte se ha calculado que al menos en el D.F. el 52.4 % de los residuos producidos, pertenecen a los desechos de tipo doméstico y el 47.6% restante se debe a los generados por las industrias , fábricas y compañías transformadoras<sup>4)</sup>.

Si bien la generación de residuos orgánicos involucra a ambos sectores (doméstico e industrial), en el nivel doméstico existen grandes posibilidades de reincorporar dichos residuos a los ciclos de producción biológica, ya que del total de los residuos generados en el nivel doméstico el 55% son de tipo orgánico y por lo tanto con posibilidades de utilización. Un primer paso para lograrlo será estimular la concientización de la población hacia la necesidad de seleccionar los desperdicios domésticos en por lo menos 3 grupos: orgánicos, inorgánicos y plásticos.

### 1.3 EXPERIENCIAS DE PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN EN OTRAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

En el presente apartado se ha recopilado un trabajo de investigación de campo que reúne algunos de los mejores programas de clasificación de residuos sólidos que se han logrado mantener en otras instituciones educativas, de las que se han extraído importantes experiencias para la formulación del nuevo programa de recuperación de residuos sólidos en C.U.

Al final del capítulo se muestra una tabla resumen de los programas estudiados, que agrupa las características principales de cada uno de ellos (tabla 1.6).

Para lograr recabar los datos de este apartado, se aplicó el siguiente formato de entrevista:

Fig. 1.4 Formato de entrevista aplicada a los coordinadores de programas de recuperación de residuos sólidos en diversas instituciones educativas.

El siguiente cuestionario, es parte de un estudio para la elaboración de la tesis: "PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA", la cual entre otros puntos procurará brindar el estado actual en el que se encuentran este tipo de programas en México, para ello, es indispensable su participación, por lo que le pedimos su ayuda. Gracias.

INSTITUCIÓN:  
 NOMBRE DEL COORDINADOR:  
 PROFESIÓN:  
 FECHA:

- ¿Cuáles son los antecedentes del programa? <¿cuándo inició?, ¿quiénes lo proyectaron?, ¿porqué?, ...>
- ▽ ¿Actualmente cómo está organizado el programa? <Administrativamente hablando>
- ▽ ¿Con qué recursos económicos, materiales y humanos cuentan para el programa?
- ▽ ¿Cuáles subproductos se separan?
- ▽ Aproximadamente, ¿Qué cantidades se obtienen de cada uno de ellos?
- ▽ ¿Qué se hace con los residuos recolectados?
- ⊗ ¿Cuáles han sido los principales problemas a los que se han enfrentado?
- ⊗ ¿El programa es autosuficiente económicamente?
- ⊗ ¿Cómo considera la respuesta de la gente al programa?
- ⊗ ¿Cuáles han sido los principales logros alcanzados?
- ◆ ¿Tiene contempladas nuevas acciones para fortalecer el programa?
- ◆ ¿Cómo calificaría la tendencia del programa? <disminuye, estable, aumenta>

OBSERVACIONES:.....

**INSTITUCIÓN:** Colegio de Bachilleres (Edo. De Tlaxcala)  
**NOMBRE DEL PROGRAMA:** Capacitación y Reciclaje de Residuos Sólidos en el Subsistema Colegio de Bachilleres del Estado de Tlaxcala.  
**NOMBRE DEL COORDINADOR:** Biólogo Armando Díaz  
**PROFESIÓN:** Profesor y Administrativo del Colegio de Bachilleres  
**FECHA:** Mayo de 1997<sup>(26)</sup>

En el colegio de Bachilleres del Estado de Tlaxcala, por medio del Director General José Luis Flores R., se implementó en 1994 el proyecto "Capacitación y Reciclaje de Residuos Sólidos en el subsistema Colegio de Bachilleres del Estado de Tlaxcala". Apoyándose en las asignaturas de Ecología y medioambiente, Ciencias de la salud, Biología y Química, implementándose actividades que permitan establecer una educación ambiental en la comunidad bachiller.

Como marco general, el Colegio de Bachilleres del estado de Tlaxcala, tiene 21 planteles ubicados en 19 municipios, los cuales cuentan con áreas verdes, de construcción y deportivas, así como unas oficinas centrales ubicadas en la capital del estado, que incluyen la Dirección Administrativa con 17 oficinas, la Dirección Académica con 20 oficinas, la Coordinación Sectorial con 2 oficinas, entre otras.

La población flotante de estudiantes, maestros, directivos, personal administrativo y de servicios, es de 15 000 aproximadamente, lo que nos origina un volumen per cápita de 10 000 a 12 000 kg por día de basura.

**Objetivos:**

- a) Crear una conciencia ambiental entre la comunidad del Colegio de Bachilleres, que se enfoque de manera especial a la clasificación y disposición final de la basura, por medio de pláticas, carteles, proyecciones y prácticas, con el fin de lograr paulatinamente una participación extensiva.
- b) Una vez implementado el proyecto en la comunidad del subsistema, se creará una conciencia ambiental en las comunidades de los municipios donde están ubicados los planteles.

**Metas:**

1. Lograr en el mediano plazo que los alumnos clasifiquen la basura tanto en el plantel como en sus casas.
2. Lograr la recuperación total del papel en las oficinas centrales, así como en las direcciones de cada plantel.
3. Lograr un interés significativo de participación en padres de familia y familiares de los alumnos, así como en docentes y directivos.

**Estrategias:**

- a) Instalación de islas de tambos con los diferentes colores<sup>v</sup> de clasificación, en lugares estratégicos del plantel, para que el alumno clasifique internamente la basura.
- b) Instalación de Centros de Acopio en cada uno de los planteles, para realizar la captación de residuos sólidos, tanto interna como externa.

<sup>v</sup> En este programa se observó que sólo 2 de sus 6 contenedores, cumplen con los colores internacionalmente aceptados, lo que no es bueno para lograr la estandarización y mayor arraigo de este tipo de programas.

c) Formación y capacitación de las brigadas ecológicas, integradas por alumnos que prestan su servicio social en el plantel, para el control de la clasificación de la basura interna y externa, así como del acondicionamiento del centro de acopio.

d) Participación directa de los jefes de grupo, docentes encargados del área de ciencias naturales y directivos en general.

e) Convenios de participación con presidentes municipales para lograr la inserción del proyecto en las actividades municipales.

Dos puntos importantes de este programa se retomaran en la formulación de nuestro nuevo programa de recuperación en C.U: El primero relativo a la participación de los alumnos prestadores del servicio social y el segundo relativo a la calendarización de los transportes recolectores y a la capacidad de los centros de acopio (mínima de 15 días).

Tabla 1.2 Captación de Residuos sólidos en kg en los planteles de Bachilleres del Edo. De Tlaxcala (Mármol, papel, metal y plástico en conjunto).

PLANTEL	1994-B	1995-A	1995-B	TOTAL
1	1805	1788	1771	5364
2	674	606	678	1958
3	724	689	752	2144
4	750	649	785	2184
5	688	586	717	1985
6	1068	977	1088	3133
7	139	176	163	468
8	490	434	584	1508
9	234	184	228	625
10	995	863	1077	2935
11	938	849	1054	2869
12	376	325	383	1084
13	317	289	342	928
14	806	747	912	2465
15	203	174	220	597
16	511	468	536	1515
17	201	195	219	615
18	122	116	110	348
19	338	312	374	1024
20	209	18	238	465
<b>TOTAL/SEM</b>	<b>11614</b>	<b>10375</b>	<b>12225</b>	<b>34214</b>

**INSTITUCIÓN:** U.A.M. Azcapotzalco  
**NOMBRE DEL PROGRAMA:** Acopio de Papel usado dentro de la Universidad.  
**NOMBRE DEL COORDINADOR:** Arturo Sánchez  
**PROFESIÓN:** Estudiante de Ingeniería Industrial.  
**FECHA:** Mayo de 1997<sup>(26)</sup>

Básicamente el proyecto trata de la reorganización del centro de acopio interno de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

Para ello se proponen 3 fases: La primera es de aplicación inmediata, sin inversiones fuertes; en la segunda etapa se expande el mercado y no se requiere de inversión; las 2 primeras etapas sirven como "pilotos" para la tercera; es aquí donde se requiere de una inversión en equipo, que pronto sería recuperada.

**FASE 1:** Se propone recibir de los alumnos papel blanco usado a cambio de crédito para obtener más copias. Con esto se logra:

- Recuperar el papel que tenía como destino final la basura.
- Ingresos directos para la Universidad, al vender el papel acopiado a una planta recicladora .

Con las hojas que han sido utilizadas por un solo lado se alimentan las máquinas copiatoras para obtener copias nuevas y más económicas.

**FASE 2:** Se recibe papel usado de los departamentos de la universidad a cambio de crédito para más copias o para aumentar el presupuesto directo a cada departamento.

**FASE 3:** Se recibe de toda la comunidad universitaria papel, cartón, periódico, aluminio, cobre, bronce, latón, vidrio, etc., a cambio de crédito para el pago de servicios (alimentos de cafetería, copias, libros, inscripciones, colegiaturas, trámites, cursos, seminarios, etc.).

Las justificaciones se muestran a continuación:

Se realizó una encuesta a un grupo representativo de la comunidad universitaria (con un nivel de confianza del 95%) que arrojó los siguientes datos condensados:

1. La demanda de fotocopias que se tiene por parte de los alumnos trimestralmente dentro de la universidad es de:

Demanda unitaria promedio:	382.316 copias/trimestre
Comunidad activa:	14 074 alumnos
Trimestres al año:	3

∴ La demanda total de copias al año es de: 13,996,593 copias

2. ¿Qué opina la comunidad sobre el reciclaje del papel?

92 % opina que es benéfico.  
 7% es indiferente  
 1% opina que es estorboso e infructuoso

3. ¿Que destino final tienen las copias que se sacan al trimestre?

9.87 % Basura  
22.92 % Doble uso  
32.80 % Guardar  
2.22 % Otros  
6.05% Reciclaje  
73.86 % Total

El restante 26.14 % lo forman combinaciones de los porcentajes anteriores. Por lo que es factible rescatar el 51.978% de las copias sacadas en un año, es decir 7,497,741 copias.

4. ¿Está la comunidad dispuesta a intercambiar el papel usado por un equivalente en copias?

89 % está dispuesto  
11% no le parece buena la idea

Por lo que podrán ser captadas solo el 89% de las copias factibles de ser recolectadas en un año, es decir 6,672,990 copias.

El hecho de tener un centro de acopio dentro de la institución facilita la recolección del material; además, la facilidad de entregar pequeñas cantidades de papel (cercanas a 1 kg), se ve retribuida de inmediato en crédito para más copias y no obliga a recorrer grandes distancias para intercambiar sus desechos para obtener algunos pesos, además de que se propondrán precios competitivos para la recepción del papel (y de los demás materiales en las subsecuentes etapas), lo cual hace más atractivo el acopio.

INSTITUCIÓN: F.E.S.-Zaragoza U.N.A.M.  
 NOMBRE DEL PROGRAMA: Programa de manejo Integral de Residuos en la F.E.S.-Zaragoza.  
 NOMBRE DEL COORDINADOR: Bióloga Leticia López  
 PROFESIÓN: Académica  
 FECHA: Mayo de 1997<sup>(26)</sup>

En 1989, dentro del Laboratorio de Contaminación L-301, surge la inquietud de implementar el reaprovechamiento de los residuos sólidos y líquidos generados para continuar con la línea de investigación que se seguía desde 1984 en sitios de disposición final de residuos, debido al grave problema de contaminación que se vivía en este plantel educativo.

Ante este problema se plantearon 2 posibles alternativas:

- Buscar el apoyo de la delegación para la recolección de estos residuos con una mayor frecuencia.
- Implementar el reaprovechamiento de los diferentes tipos de residuos.

A partir de la segunda opción se desarrolló el plan para el Manejo Integral de los Residuos como un modelo de participación de los 3 sectores de esta comunidad escolar: Administrativos, Estudiantes y Académicos, cuyos objetivos son:

- Evitar la generación de contaminación por basura y reactivos químicos.
- Recuperar desde su fuente de generación cada uno de los residuos.
- Capacitar al personal involucrado en la recolección y clasificación de los residuos.
- Establecer mecanismos adecuados para la recolección y almacenamiento de residuos para su posterior reciclaje.
- Concientizar a la comunidad Zaragozana en el cuidado y preservación de su entorno.

En mayo de 1990 se llevó a cabo un estudio preliminar sobre la generación de basura, cuyos resultados se muestran en las gráficas de las figuras 1.8 y 1.9.

Fig. 1.5 Composición de la basura en la F.E.S. Zaragoza, en 1990.

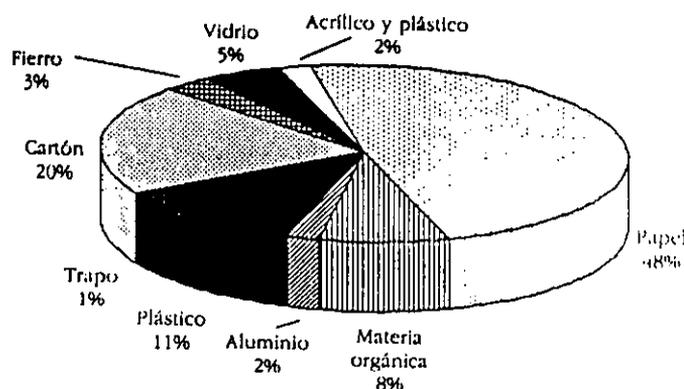
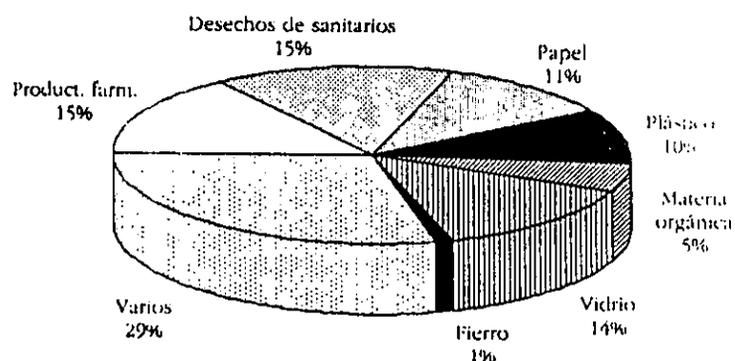


Fig. 1.6 Composición de la basura en la F.E.S. Zaragoza en 1996<sup>(24)</sup>

Con base en lo encontrado, los integrantes del laboratorio invitaron al personal que labora en las diferentes carreras a participar en la separación del papel y cartón de otro tipo de residuos. Y debido a los grandes volúmenes recolectados, se rehabilitó la excafetería del campo II para ser utilizada como centro de Acopio. Dados los resultados obtenidos en la recuperación del papel y cartón se procedió a realizar lo mismo con otros residuos como vidrio, plástico y metal.

El 13 de Agosto de 1991 el centro de Acopio fue formalmente inaugurado por el rector de la U.N.A.M. Dr. Sarukhán Kérmex, considerándose éste como el primero dentro de la Universidad.

Se colocaron isletas de contenedores<sup>7</sup> en pasillos y andadores del campo II, para la separación de los residuos desde su fuente de generación. El material que se colecta en estos contenedores se traslada al centro de acopio, en donde se separa, clasifica y almacena temporalmente.

Desde 1994 se desarrolla dentro del centro de acopio el programa de manejo integral de los residuos, con los siguientes objetivos:

- Concientizar a la comunidad Zaragozana en el cuidado y preservación de su entorno y promover su participación.
- Recuperar desde la fuente de generación cada uno de los residuos.
- Establecer mecanismos adecuados en la recolección y almacenamiento de residuos para su posterior reciclaje, reutilización o disposición final.

Para alcanzar dichos objetivos el programa esta organizado en 9 subprogramas:

1. Reutilización y reciclaje del vidrio.
2. Producción de composta.
3. Reutilización y reciclaje de metales.
4. Horno experimental.
5. Reutilización y reciclaje del papel y cartón.
6. Sustancias químicas.
7. Reutilización y reciclaje de plásticos.
8. Residuos biológicos-infecciosos.
9. Comunicación, extensión y participación comunitaria.

<sup>7</sup> Al comprar los colores que en este programa se utilizaron, se observó que solo 3 de estos coincidían con la clasificación internacional, pero en el simposio se nos comentó que esto se debía al poco presupuesto con el que contaban, por lo que se utilizó pintura que ya existía en el almacén, adaptando los colores faltantes.

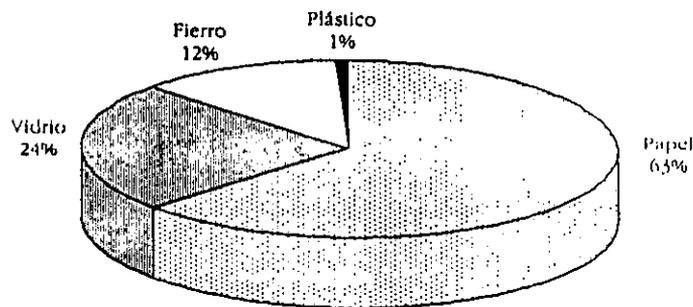
Con respecto al último de estos programas, éste se desarrolla a través de campañas de difusión que se realizan cada semestre, en donde se invita a participar a toda la comunidad. En estas campañas se obsequian folletos, trípticos, se pegan carteles, etc. Mediante estas acciones se ha observado que se pueden recuperar hasta el 78% del total de los residuos.

Hasta febrero de 1997, a través del centro de acopio, se han recuperado las siguientes cantidades de residuos:

Tabla 1.3 Cantidades recuperadas de residuos sólidos hasta Febrero de 1997<sup>(26)</sup>

TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (kg)
vidrio	11982
aluminio	163
	6885

Fig. 1.7 Residuos recuperados en la F.E.S. Zaragoza hasta Febrero de 1997<sup>(26)</sup>



**INSTITUCIÓN:** S.E.P. (Coahuila)  
**NOMBRE DEL PROGRAMA:** Programa de Reciclaje Escolar.  
**NOMBRE DEL COORDINADOR:** Profa. Isabel Morán.  
**PROFESIÓN:** Académica  
**FECHA:** Mayo de 1997<sup>(26)</sup>

El Programa de Reciclaje Escolar promueve la separación de residuos sólidos tanto en la escuela como en el hogar y la formación de un centro de acopio para recibir los desechos: papel y cartón, plástico, aluminio, vidrio y acero. El centro de acopio escolar recibirá los residuos inorgánicos previamente separados, los cuales serán vendidos a otro centro de acopio regional, que a su vez los enviará a las industrias recicladoras para la elaboración de nuevos productos, mientras que en los orgánicos que se generen en la escuela, se transformarán en composta dentro de las mismas instalaciones. Este programa esta dirigido a escuelas preprimarias, primarias y secundarias ya sean públicas o privadas.

**Participan en el programa:**

La Secretaría de Desarrollo Social del estado de Coahuila, a través de la Dirección General de Ecología: a) Instrumenta el programa, b) Establece la comunicación y cooperación de las instituciones participantes, c) Coordina el programa, d) Proporciona la capacitación, e) Realiza las evaluaciones.

La Secretaría de Educación Pública del Estado: a) Autoriza y promueve el programa en todas las escuelas, b) Establece la comunicación escuela -Dirección General de Ecología, c) Supervisa y da seguimiento a través de promotores y coordinadores regionales, d) Participa en las evaluaciones.

La escuela: Adopta y sigue el programa, b) Nombra un encargado del mismo, c) Establece el centro de acopio, d) Lleva registros y formatos.

Centro de acopio local: a) Recolecta los residuos separados al domicilio, b) Paga el material al precio vigente en el mercado, c) aporta estímulos, premios y material de difusión.

Industrias Recicladoras: a) Adquieren el material reciclable, b) Colaboran con apoyo de material divulgativo, contenedores y estímulos a las escuelas participantes.

Comunidad en General: a) Separa y lleva a los centros de acopio escolares los desechos sólidos.

Gobiernos municipales: a) Se ha invitado a las nuevas administraciones municipales a colaborar y promover el programa en su área de influencia.

Importante resulta de este programa el recalcar que se deberá de mantener el interés durante todo el ciclo escolar, además de que aunada a la infraestructura que todos conocemos para las isletas de contenedores y centros de acopio, se deberá de brindar un espacio techado y tableros informativos, donde se colocaran gráficas y carteles para dar información sobre los procesos de reciclaje de los materiales que se reciban, cantidad de desechos acopiados, recursos ahorrados (convertidos en ahorro de recursos naturales de origen: árboles, petróleo, agua, etc.), energía eléctrica, cantidades vendidas, etc. Permitiendo al niño de una manera directa sentirse parte de la solución con sus actitudes.

La escuela deberá poner atención sobre los desechos que se generan principalmente en su región para en su caso poder captarlos. Cuando la escuela haya reunido la cantidad mínima requerida por producto llama al centro de acopio para que recoja el material.

El seguimiento se realiza con la supervisión tanto de las escuelas como de los centros de acopio y de acuerdo con el desarrollo de las actividades para cada etapa, apoyándose siempre en los tableros informativos.

Para la evaluación se han diseñado diversos mecanismos que pretenden establecer en forma real la validez de un programa de este tipo, como son: análisis de composición de la basura, encuestas pre y post, iniciado el programa, y 3 hojas de registro, con el propósito de conocer su impacto tanto en el nivel ambiental como en la conducta de los alumnos, siempre con la consecución de estos 4 objetivos:

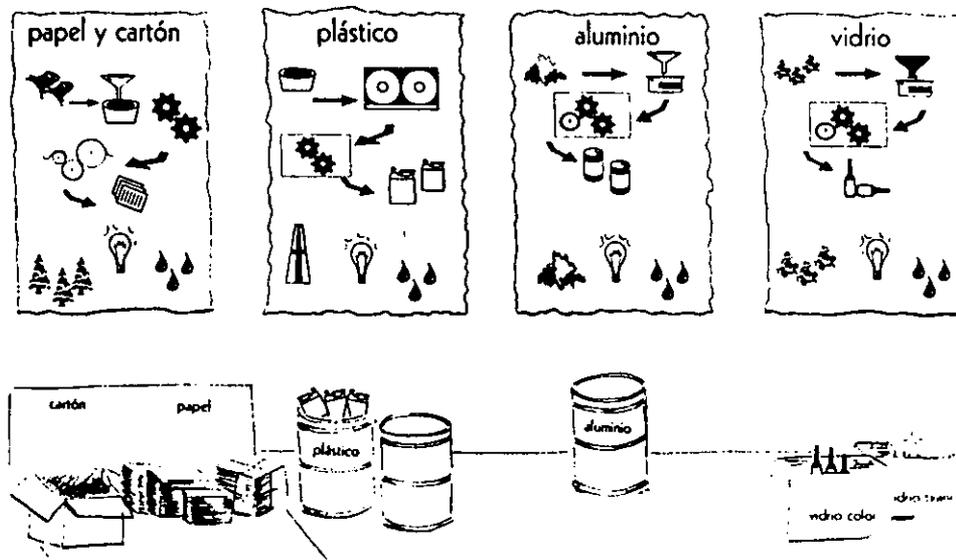
Tabla 1.4 Objetivos básicos del Programa, S.E.P. Coahuila<sup>(26)</sup>

OBJETIVOS	INDICADORES
Reducción de extracción: Recursos naturales.	Hoja de registro, entregas de carteles y tableros informativos.
Cambios de conducta y hábitos.	Encuesta.

Tabla 1.5 Recursos Naturales Ahorrados con el acopio de materiales, S.E.P. Coahuila<sup>(26)</sup>

RECURSO NATURAL DE ORIGEN	AGUA	ELECTRICIDAD	RELLENO
plástico	7.037	281480	24.66
Etileno (kg)	7283	35466	0
<b>TOTAL</b>	<b>1,644,285</b>	<b>250,913</b>	<b>127.130</b>

Fig. 1.8 Centro de Acopio Escolar, S.E.P. Coahuila<sup>(26)</sup>



INSTITUCIÓN: Universidad Iberoamericana (Plantel Golfo-Centro)  
 NOMBRE DEL PROGRAMA: Movimiento Universitario Para la Recuperación del Papel  
 NOMBRE DEL COORDINADOR: Iliana Ayala  
 PROFESIÓN: Coordinadora del M.U.R.P.A.  
 FECHA: Mayo de 1997<sup>(26)</sup>

En la ciudad de Puebla, la vida útil del relleno sanitario está calculada para 15 años, de los cuales ya han transcurrido 3, y el alto costo que representa para la ciudadanía la ubicación, construcción y operación del mismo, lanza la alternativa viable de reducción y reciclaje de los residuos sólidos municipales.

Bajo esta perspectiva la Universidad Iberoamericana, Plantel Golfo-Centro, a través del programa Interdisciplinario de Desarrollo Sustentable y Medioambiente (PIDSMA), crea el Movimiento Universitario para la Recuperación del Papel (MURPA).

Ya desde 1990 se visualiza cierta inquietud en la comunidad universitaria por iniciar el proceso de la separación de los residuos generados en el plantel. Así mismo se detectó que era pertinente únicamente la recuperación del papel, debido a la composición de los residuos generados en el centro, la viabilidad de la venta del mismo para su posterior reciclaje y la relativa facilidad para su separación.

Retomando las experiencias La universidad da origen a MURPA hacia finales de 1993, dicho programa fue concebido como un programa de formación permanente, que dentro de la educación ambiental no formal se constituye como uno de los posibles vehículos hacia el desarrollo sustentable.

Para la descripción del trabajo se consideran las siguientes etapas:

#### PLANEACIÓN (Otoño de 1994)

En esta etapa MURPA es concebido como un ejercicio que finalmente pudiera concluir en un modelo propositivo, el cual planteara una alternativa tanto a instituciones educativas como a la sociedad en general.

Su objetivo principal es el lograr que la comunidad universitaria en general adquiera conciencia de la importancia que tiene la separación del papel como parte del proceso de disminución de la basura generada en la universidad.

En lo concerniente a los recursos humanos, durante todo el proceso han estado participando los coordinadores del PISMA, del MURPA y del área de mantenimiento, así como alumnos prestadores del servicio social, alumnos de la materia "Mejoramiento del Ambiente", algunas coordinaciones de la institución y alumnos e integrantes de la comunidad interesados en el cuidado del Medioambiente.

#### Etapas de Implementación y seguimiento (Primavera de 1995)

En esta etapa se tuvo como objetivo lograr que la comunidad universitaria conociera el programa de separación de papel, así como implementar y probar la operatividad del mismo. Entre las principales actividades destacaron:

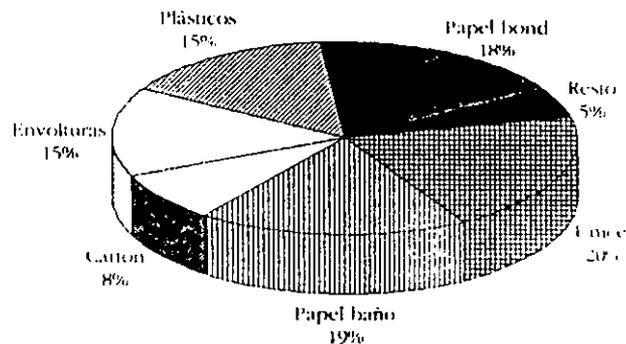
1. Edición de un video promocional.
2. Elaboración de un tríptico que al mismo tiempo funcione como cartel.
3. Selección de los recipientes más adecuados para el depósito del papel tanto en los salones de clase como en las oficinas y demás dependencias: papelería, biblioteca, etc.
4. Diseño de la imagen de la campaña; logotipo, frase ("papel usado aquí"), con una flecha dirigida hacia el contenedor.
5. Elaboración de las placas adheribles con la frase de campaña de los recipientes para depósito del papel.

#### Etapa de Evaluación (Otoño de 1995)

En esta etapa además de darle continuidad a MURPA, se buscó poder evaluar diferentes aspectos con el fin de apreciar la operatividad del mismo y así enriquecerlo con las modificaciones y ajustes necesarios. Lo que se realizó con las siguientes acciones:

- a. Muestreo estadístico de la generación de residuos sólidos:

Fig. 1.9 Porcentaje total de desechos generados en la universidad Iberoamericana<sup>(26)</sup>



2. Encuesta dirigida a los alumnos para detectar de que manera perciben el programa de Acopio y reciclamiento del papel.

En la misma se detectó que la mayoría de los alumnos perciben al programa como una instrucción autoritaria: "papel usado aquí", por lo que se deben de replantear estrategias para concientizar al usuario de la necesidad voluntaria de participar con el programa.

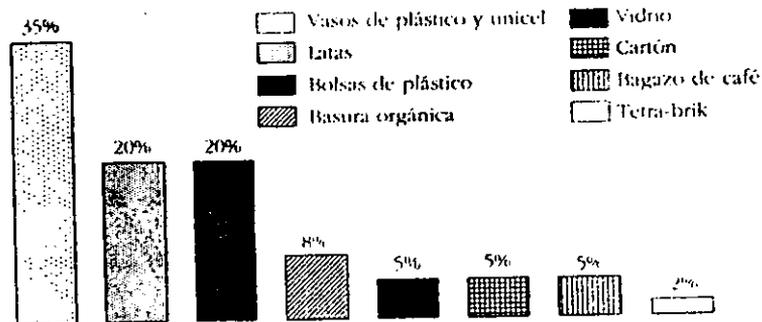
3. Encuesta al personal de oficinas para poder evaluar la operatividad de la charola para acopio del papel.

Etapa de retroalimentación (Primavera de 1996-hasta la fecha)

El objetivo principal es que después de la evaluación se deben replantear las estrategias pertinentes para alcanzar los objetivos deseados.

Durante esta etapa se visualizó la necesidad de diseñar un programa de separación de residuos sólidos en la cafetería de la universidad, con base en un estudio estadístico de los mismos, donde se observó que se debe disminuir el uso del unigel ya que este desperdicio, después del papel representa el mayor porcentaje de basura generada.

Fig. 1.10 Composición de la basura generada en la cafetería de la Universidad Iberoamericana<sup>(26)</sup>



### Obstáculos

Entre los principales obstáculos detectados para la consecución de este proyecto se encuentran:

- Falta de seriedad por parte de los centros de acopio que recogían y compraban el papel.
- El desconocimiento de estrategias de difusión más adecuadas mediante las cuales se logre captar primero el interés del público y posteriormente se procure la reflexión y participación.
- El desinterés por parte de algunos universitarios ante estas problemáticas.
- La falta de credibilidad y la desconfianza que actualmente muestran algunos jóvenes ante programas institucionales bajo el raciocinio de que "nadie hace algo por nada".

En concreto se podría decir que los obstáculos son más bien de índole subjetiva que de carácter operativo; lo cual suena lógico cuando se pretende implementar algo que va "contra corriente".

## 1.4 ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN

Como se puede observar en la tabla 1.6, todos los programas estudiados fueron implementados en la presente década, con lo que se puede pensar que si bien los problemas de contaminación ambiental se han agudizado a partir del desarrollo tecnológico derivado de la segunda guerra mundial, es justamente hasta estos últimos años cuando han comenzado a proponerse alternativas viables para la minimización de los residuos sólidos, mediante la formulación e implementación de proyectos de este tipo.

Los residuos sólidos captados con mayor frecuencia en estos programas fueron: papel, vidrio, plástico y metal.

Resulta importante recalcar que debe impulsarse fuertemente la unificación de los criterios para el desarrollo de este tipo de programas, en especial el aspecto visual o de presentación (tipo de contenedores, colores usados, tipo de letreros, etc.), pues si bien la parte técnica u operativa de cada programa estará gobernada por las condiciones físicas particulares del lugar en el que se piense implementar el programa, el diseño de la imagen deberá apegarse a estudios formales y/o a convenciones vigentes. Tal es el caso del color de los contenedores; el cual deberá ser de acuerdo al tipo de subproducto a captar y a la convención internacional adoptada (ver tabla 4.1), debiendo respetarse, ya que el esfuerzo en conjunto de todos a nivel mundial, promoverá la formación de una cultura ecologista sin barreras y facilitará la acción de los usuarios.

Con respecto a la autosuficiencia de los programas de recuperación, estos han sido evaluados desde el punto de vista económico, y se observa que ninguno de ellos es autofinanciable en su totalidad, ya que se ha partido del entendimiento de la autosuficiencia económica, como aquel programa que para reportar utilidades debe primero cubrir todos los gastos originados de su funcionamiento, luego entonces se observó en los programas estudiados que si bien reportaban pequeños ingresos originados de la comercialización de los subproductos captados, los sueldos de las personas encargadas de operar y coordinar los programas, no eran pagados por estas utilidades, si no más bien por la dependencia correspondiente (y un balance de ingresos vs sueldos seguramente arrojaría un saldo negativo). El problema principal que suele presentarse es que los encargados de estos programas tienen otras actividades laborales que desarrollar (profesores, administradores escolares, etc.) y con frecuencia suelen dar más importancia a estas, relegando las actividades del programa de recuperación, es decir las actividades de coordinar un programa de este tipo aún no se encuentran formalmente explícitas en un contrato de trabajo, por lo que dependerá del grado de responsabilidad de cada persona el seguimiento que se de a estos.

Cabe mencionar que de la columna de estrategias, surgieron nuevas ideas, para que adaptadas al programa propuesto de Recuperación de Residuos Sólidos en Ciudad Universitaria se obtengan mejores resultados.

Tabla 1.6 Comparativo de los programas de recuperación estudiados en otras Instituciones Educativas.

INSTITUCION	Nombre del programa	INICIO	Población cautiva	Subproductos captados	Colores asignados	Cantidad captada (kg)	Cantidad por año (kg)	AUTO-SUFICIENTE	ESTRATEGIAS
<p>Colegio de Bachilleres (Edo. de Tlaxcala)</p>	<p>"Capacitación, clasificación y Reciclaje de R.S. en el subsistema Colegio de Bachilleres del Edo. de Tlaxcala".</p>	1984	15,000	<p>vidrio papel metal plástico</p>	<p>si si si si</p>	<p>33,365 33,365 33,365 33,365</p>	<p>33,365 33,365 33,365 33,365</p>	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Instalación de islas tanto y centros de acopio.</li> <li>* Capacitación interna y Externa.</li> <li>* Brigadas ecológicas con alumnos del servicio social.</li> <li>* Convenio de participación con gobiernos municipales.</li> <li>* Apoyo de las asignaturas de Ecología y Medio Ambiente Ciencias de la salud, biología y Química.</li> <li>* Recolectar papel blanco usado a cambio de crédito para más fotocopias.</li> <li>* Se ampliaron los subproductos captados incluyendo así: cartón, periódico, aluminio, cobre, bronce, latón y vidrio.</li> <li>* Instalación de isletas de contenedores y centro de acopio</li> <li>* Organización de 9 subprogramas de apoyo</li> <li>* Campañas de difusión internas.</li> </ul>
<p>U.A.M. Azcapotzalco</p>	<p>"Acopio de papel usado dentro de la Universidad"</p>	proyecto	14,074	<p>papel</p>	no	33,365	33,365	NO	
<p>F.E.S. Zaragoza</p>	<p>"Programa de manejo integral de Residuos en la F.E.S. Zaragoza"</p>	1991	6,800	<p>plástico desechos orgánicos papel y cartón vidrio desechos sanitarios aluminio fierro</p>	<p>azul verde amarillo café anaranjado no no</p>	<p>1,310 31,864 11,982 - 163 6,885</p>	<p>218 - 5,311 1,997 - 27 1,148</p>	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Campaña de difusión en los medios de difusión locales.</li> <li>* Capacitación de profesores y su seguimiento</li> <li>* Elaboración de material didáctico de apoyo, incluyendo la elaboración de un manual del programa.</li> <li>* Programas paralelos para mantener el interés como son: concurso de topotipos, de carteles auspicios, arte con basura, recitación, oratoria, etc.</li> <li>* Instalación del Centro de acopio, contenedores y tableros</li> <li>* Organización de la primera semana del reciclado</li> </ul>
<p>S.E.P. Coahuila</p>	<p>"Programa de Reciclaje escolar"</p>	1996	111 escuelas	<p>papel cartón periódico plástico aluminio vidrio acero orgánicos</p>	<p>no no no no no no no no</p>	<p>4,733 18,689 27,915 7,037 336 - - -</p>	<p>4,733 18,689 27,915 7,037 336 - - -</p>	NO	
<p>Universidad Iberoamericana (Golfo-Centro)</p>	<p>"Movimiento Universitario para la recuperación del papel"</p>	1993	-	<p>papel</p>	no	4,000	1,000	NO	

## 2. PROGRAMA DE RECICLAJE ANTECEDENTE DE C.U.

## 2.1 ORIGEN DEL PROGRAMA

El importante crecimiento que han tenido las diferentes áreas de la enseñanza, investigación, cultura y de servicios en la UNAM, ha originado un aumento en la generación de residuos sólidos, siendo la eliminación de éstos un tema de actualidad.

Una tonelada de papel representa sacrificar de 15 a 17 árboles, lo que equivale a decir que en la universidad se consumen aproximadamente 102 árboles diariamente (7 torvaía de papel).<sup>(4)</sup>

Con una superficie cercana a los 7,000,000 de m<sup>2</sup> (7 km<sup>2</sup>); una población que supera los 100,000 alumnos, profesores, investigadores y trabajadores (de los que se estima una generación diaria de 200 gr/persona); una reserva ecológica única en su tipo, que abarca más de 1.6 km<sup>2</sup>; y con aproximadamente 43 km de vialidades.<sup>(4)</sup> Ciudad Universitaria es el centro más grande del quehacer educativo y de investigación de América Latina, que demanda toda la gama de servicios como cualquier otra gran metrópoli. Como lo mencionó Ricardo Ramírez (representante de la Dirección General de Obras y Servicios Generales, de la U.N.A.M.) durante la mesa redonda: "Control Ecológico del Campus", celebrada en la primera reunión anual del Programa Universitario del Medio Ambiente en octubre de 1993: *"en Ciudad Universitaria producimos nuestra propia agua potable y depuramos nuestras aguas residuales; recolectamos diariamente 30 toneladas de desechos sólidos, de la cual se intenta reciclar el 10%, eliminamos adecuadamente los desechos clasificados como peligrosos, mantenemos viva una permanente campaña de reforestación y protección de las especies propias del pedregal del sur de la Ciudad de México, entre otras actividades y campañas (como la implantación de muebles sanitarios de bajo consumo de agua, ahorro de energía, limpieza de áreas verdes, etc.)"*<sup>(4)</sup>

La UNAM, como centro educativo, cultural y científico, se dio al establecimiento del PROGRAMA DE MEJORAMIENTO ECOLÓGICO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO, el cual tiene como objetivo encargarse del análisis e implantación de medidas concretas que solucionen la operación de las instalaciones universitarias en condiciones óptimas desde un punto de vista ecológico, además de detectar y establecer proyectos, apoyar los existentes y coordinar las acciones de la comunidad universitaria que conduzcan a hacer de las instalaciones universitarias un modelo ecológico. Para lo que promueve al Programa Universitario del Medio Ambiente (P.U.M.A.) y se apoya en su Dirección General de Obras y Servicios Generales (D.G.O.S.G.).

Tabla 2.1 Subprogramas pertenecientes al Programa de Mejoramiento Ecológico del Campus.<sup>(1,3)</sup>

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Campaña de difusión.</li> <li>2. Ahorro de energía y uso eficiente</li> <li>3. Dignificación de servicios sanitarios.</li> <li>4. Manejo de Residuos Sólidos.</li> <li>5. Mejoramiento continuo de áreas verdes.</li> <li>6. Manejo de Residuos Peligrosos.</li> <li>7. Mejoramiento de vialidad y transporte.</li> <li>8. Manejo del Agua.</li> </ol> |
|--|

De los subprogramas que están realizándose o en espera, interesan para el desarrollo de la presente tesis, los subprogramas de Manejo de Residuos Sólidos y el de Residuos Peligrosos.

Acerca del subprograma del Manejo de los residuos Peligrosos en la UNAM, su sede se halla en la Facultad de Química de C.U. en el Laboratorio 2-D, del edificio A y esta integrado por 3 profesores y un grupo de 15 estudiantes, los cuales ya sea como prestación del servicio social o como temas de tesis, laboran en este departamento. El departamento surge como una necesidad del laboratorio de química orgánica por tratar los residuos de sus prácticas, para no arrojar los reactivos al drenaje de forma directa, posteriormente se extiende a todos los

laboratorios de la Facultad y en la actualidad da servicio no solo a las demás facultades del campus universitario (Facultad de Veterinaria, de Medicina, de Odontología, al Centro de Investigaciones Biomédicas Básicas, Instituto de Fisiología Celular, etc.), si no que también apoya a escuelas preparatorias, secundarias y algunos laboratorios externos.

La forma en que se tratan estos residuos depende del tipo de sustancia en estudio, pero de forma general, se procede a extraer una muestra del residuo considerado como peligroso *in situ*, posteriormente se lleva al laboratorio, donde se analiza y se determinan sus componentes, para establecer la forma en que se tratará de neutralizar, o en caso de ser posible, recuperar ciertos componentes. En el caso de que el residuo no pueda separarse o neutralizarse, entonces se tienen convenios con varias empresas especialistas en el manejo de los residuos peligrosos (CIBA y RIMSA), para que sean ellas, las que de acuerdo a los términos que establece la Ley, se encarguen de su incineración o confinamiento controlado.

El departamento de Residuos Peligrosos surgió en 1984 y entre sus principales logros, destaca la publicación del "Manual de Hojas de Seguridad de Sustancias Peligrosas de uso frecuente en la UNAM".

Dos puntos medulares para lograr los objetivos del subprograma de Manejo de Residuos Sólidos son:

1. El sistema de clasificación y disposición de la basura en C.U., que establece un procedimiento para clasificar la basura en las dependencias y modificar en este sentido su recolección.
2. La concesión que permite a la UNAM entregar la basura que se concentra a empresas particulares para recircularla y obtener papel para sus necesidades.

Dentro de la problemática relevante que se presentó durante 1993 dentro de la Universidad, destacan<sup>(6)</sup>:

- El crecimiento de la generación de residuos sólidos, provocando una mala imagen de las instalaciones, la proliferación de fauna nociva y la contaminación del aire, suelo y mantos freáticos dentro de C.U.
- La recolección interna a dependencias se realizaba en forma inadecuada, ya que no se separaban residuos.
- Las rutas de recolección en artesas que operaban, no respondían a la generación de basura existente en ese momento.
- El equipo con que se contaba satisfacía solamente el 40% de la demanda, ya que se encontraba fuera de servicio la mitad de los activos.

Anteriormente los residuos sólidos generados en las dependencias y vialidades exteriores, comercios y comedores, eran depositados en las artesas asignadas para ello, sin ninguna clasificación, donde la D.G.O.S.G. por medio del personal de transporte, se encargaba de recolectar los residuos de las artesas y transportarlos directamente a la estación de transferencia de la delegación Coyoacán del Distrito Federal.

## 2.2 OBJETIVO<sup>(6)</sup>

El subprograma de manejo de residuos sólidos (establecido en 1993) tiene como objetivo, reducir la corriente de residuos sólidos en el origen de su generación, la recuperación de residuos reciclables para preservar los recursos naturales y darles un destino final adecuado a los no reaprovechables.

## 2.3 METAS<sup>(8)</sup>

De manera general, este programa propone la disminución de los costos de operación en limpieza, recolección, transporte, transbordos y disposición final; la preservación de los recursos naturales, la creación de una conciencia ecológica en la población universitaria; así como el mejoramiento de la imagen de C.U.

- Reducir en un 15% la corriente de basura municipal generada en el campus universitario, mediante la recuperación de desechos reciclables, separándolos en el origen de su generación y dar un destino final adecuado a los desechos no reciclables, de acuerdo a la legislación vigente.
- Lograr un diagnóstico y análisis de la problemática.
- Lograr un manejo eficiente e higiénico.
- Aplicar al 100% las rutas de recolección de residuos sólidos clasificados y de los no reaprovechables.
- Contar con transportes adecuados para la recolección de residuos sólidos clasificados y para los no reaprovechables.
- Comercializar los residuos sólidos.

Ya se ha comprobado la eficacia de este tipo de programas en la universidad, ya que en un año se recuperaron de 23 dependencias 450 toneladas de papel de diferentes calidades, cartón, aluminio y vidrio, con lo que se ha logrado reducir en un 7.5% la corriente de basura (50% de lo esperado)

## 2.4 UNIVERSO DE ACCIÓN<sup>(8)</sup>

Además de las dependencias comprendidas dentro del circuito viejo, se incluye la tienda No. 3 de la U.N.A.M.<sup>∇</sup>.

## 2.5 PARTICIPANTES<sup>(6)</sup>

Como primera acción para la implantación de dicho programa se constituyó una mesa de trabajo general con la participación de representantes de:

- La D.G.O.S.G.
- El P.U.M.A.
- Depto. De Barrido.
- Depto. de viveros y forestación.
- Depto. de transporte.
- M.A.S.D.A. Proyectos y Diseño.

<sup>∇</sup> Para observar a detalle todas las dependencias en las que se instauró este programa ver la tabla 2.2

Con el fin de poder establecer los lineamientos, acuerdos y políticas del programa, puntualizando las bases para el plan de reutilización productiva de los residuos sólidos generados, basados en 3 acciones principales a seguir:

1. Clasificar y separar los residuos.
2. Recolectar los residuos inorgánicos y transportarlos al centro de acopio.
3. Recolectar los orgánicos y producir composta y alimento para animales.

Los participantes en el programa de utilización productiva de los desechos sólidos son los mismos que integraron la mesa de trabajo, para la delimitación de los lineamientos del programa más una empresa particular compradora del material recuperado y la comunidad universitaria en general, estos son:

a) La Dirección General de Obras y Servicios Generales de la UNAM (D.G.O.S.G.):

La Dirección General de Obras se encuentra dividida en 4 direcciones:

1. Dir. de Proyectos.
2. Dir. de Construcción.
3. Dir. de Conservación.
4. Dir. de Servicios Generales.

A su vez la Dirección de Servicios Generales cuenta con 3 áreas sobre las que se responsabiliza:

- \* La coordinación del Control Ecológico del campus.
- \* La coordinación de Áreas Verdes.
- \* La coordinación de Servicios Generales.

Y es precisamente la coordinación de Servicios Generales la encargada de coordinar técnica y operativamente el subprograma de Manejo de Residuos Sólidos separados en Ciudad Universitaria.

b) El Programa Universitario del Medio Ambiente (P.U.M.A): En su participación dentro del PROGRAMA DE MEJORAMIENTO ECOLÓGICO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO, específicamente en el Subprograma del Manejo de los Residuos Sólidos, se ha encargado de brindar apoyo logístico, por medio de sus profesionistas en el área de Ambiental. Realizando estudios de diagnóstico de la situación de los residuos sólidos, antes de la implementación de este programa, así como estudios de factibilidad y labores de educación ambiental en diversas facultades y centros.

c) El personal del departamento de barrido de los talleres de Conservación: Este personal depende de la D.G.O.S.G. y tiene como función primaria el barrido y la recolección de basura en las áreas exteriores para su depósito en las artenas más cercanas a su labor. Entre sus principales acciones se encuentran:

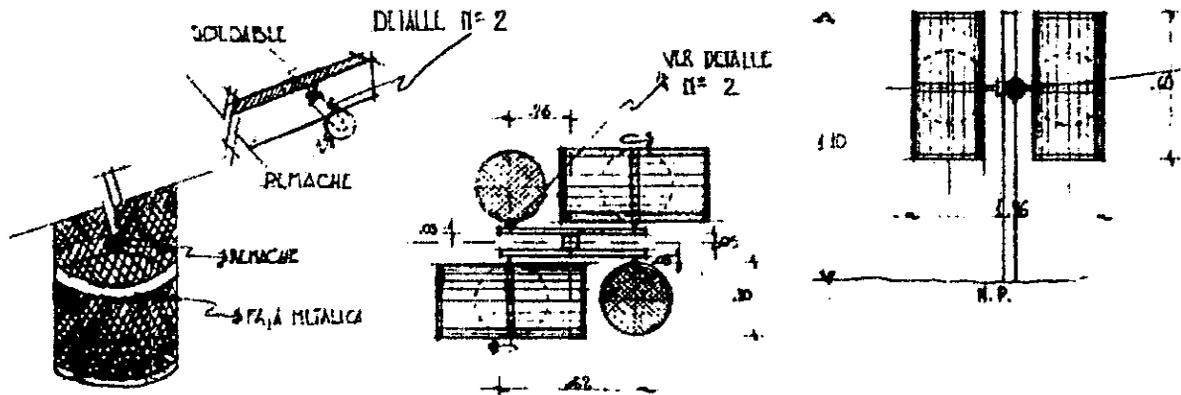
c1. La recolección de los residuos sólidos captados en las canastillas exteriores: deberán de colocar las bolsas nuevas y recolectar la basura de las canastillas exteriores del tipo cuádruples (ver Fig. 2.1) con la agrupación de los siguientes productos:

- Plástico y vidrio
- Metal
- Papel y Cartón
- Desechos orgánicos

c.2 La recolección de lo barrido del suelo: Barriendo, recogiendo manualmente o con varillas trinche y agrupando en la medida de lo posible (tan solo en algunas de las 4 clasificaciones anteriores). Para la ejecución de estas labores, las herramientas que deberán tener los

c.2 La recolección de lo barrido del suelo: Barriendo, recogiendo manualmente o con varillas trinche y agrupando en la medida de lo posible (tan solo en algunas de las 4 clasificaciones anteriores). Para la ejecución de estas labores, las herramientas que deberán tener los trabajadores debe ser: bolsas de clasificación de basura con algún color distintivo, varillas recolectoras tipo trinche, ganchos colgadores de bolsa tipo "S" con varilla de 3/8", carretillas adaptadas con extensiones en el sentido vertical y separadores de lámina deslizables en el interior.

Fig. 2.1 Canastilla tipo cuádruple (proyecto) del programa de 1993. (6)



El personal del departamento de viveros y forestación de los talleres de conservación; También dependen de la D.G.O.S.G. y su función es la de recolectar los residuos orgánicos para su posterior colocación en las artesas especiales, de las que se conducirán a la planta de compostaje de C.U., para crear mejoradores de suelo de alta calidad. Los residuos orgánicos pueden clasificarse desde el punto de vista de su generación en 3 grupos:

- Los originados por la tala de árboles, desrame, deshierbe y poda del césped.
- Los recolectados por el personal de barrido en jardines y vialidades.
- Los embolsados por personal de las dependencias de las estaciones de basura o de los comercios y comedores.

Y todos ellos podrán recolectarse de las contenedores o artesas, por el personal de este departamento para trasladarse a la planta de compostaje de C.U. para su reuso.

Fig. 2.2 Artesas especiales para la recolección de residuos de Jardinería.



e) El personal del departamento de transporte de los talleres de conservación: Estos deberán de recolectar de las artesas las bolsas clasificadas que entreguen las dependencias, los comercios y comedores, el personal de barrido y el de viveros y forestación, para su transporte al centro de acopio o a la planta de compostas o de fabricación de alimento para animales. También dependen de la D.G.O.S.G.

f) Las dependencias educativas, administrativas y recreativas ubicadas dentro del campus universitario: Principalmente las localizadas en el interior del denominado "circuito viejo", ya que éstas fueron consideradas como el universo de acción de la prueba piloto.

Se deberá de responsabilizar al director y al jefe de cada unidad, sobre la difusión y comunicación del programa, de la recolección de contenedores, de bolsas y su recolocación en las estaciones de basura en el interior de cada dependencia, así como el retiro de los residuos en bolsas con su clasificación correspondiente hasta su entrega a los transportes especializados o su depósito en las artesas correspondientes.

g) Los comercios y comedores concesionados dentro del campus universitario: Estos dependen de la Dirección General del Patrimonio Universitario, por lo que se les deberá de regular su participación en el programa y estarán sujetos a fomentar la difusión del programa, a la colocación de estaciones de basura y a la recolección de los residuos generados hasta su transporte a las artesas para ellos asignadas, además de la limpieza total del sitio utilizado entre otros.

h) La empresa particular, compradora de los residuos sólidos captados: Han participado varias compañías entre las que destacan Loreto y Peña Pobre, AMBI de México y Transpac.

i) La comunidad en general: Representan sin duda alguna el principal factor en este tipo de programas, ya que son ellos los que directamente realizarán la separación de la basura.

**2.6 METODOLOGÍA**

El sistema comprende las siguientes etapas de ejecución: <sup>(8)</sup>

**1. Generación:**

Comprende la selección y depósito de los residuos en sus diferentes clasificaciones, donde las especificaciones para cada tipo de desecho separado aceptables son:

**⊗ Papel:**

Papel Blanco	Papel Mezclado	Periódico
Papel bond, papel copia, fotostáticas, tarjetas bristol, papel membretado, sobres sin ventana, papel computadora blanco y de color.	Hojas tabulares, sobres de papel manila, pagares de tarjetas de crédito, papel autocopiante, cartelones, papel bond de color, libros, copias heliográficas, papel kraft y papel termosensible.	Gacetas, periódicos comerciales y papel de estraza.

Los contaminantes aceptables incluyen grapas, clips y pegamentos solubles al agua.

Los contaminantes NO aceptables comprenden etiquetas, cintas autoadheribles, sobres con ventana de plástico, ligas, fotografías, papel con restos de alimentos o grasa, gusanos para engarbolados, servilletas, papel sanitario, pañuelos desechables y papel carbón.

A su vez el papel blanco será considerado como GRADO 1, siempre y cuando no contenga más de un 5% de contaminantes NO aceptables por kg de peso y será considerado de GRADO 2, cuando contenga más del 5% y no más del 10% de contaminantes NO aceptables por kg de peso. Tanto el papel blanco como el mezclado se consideraran como "papel cesto" (sin valor comercial), cuando contengan mas del 10 % por kg de peso de cualquier otro residuo contaminante.

⊗ **Cartón:** Corrugado, papel ilustración, papel cascara, cajas, etc.

⊗ **Vidrio:** Blanco, verde, ámbar, vidrio templado (tubos de ensaye, matraces, vasos de precipitado, etc.).

⊗ **Plásticos:** Rígidos, película, termomoldeados (bolsas de comida chatarra, envases de Yoghurt, vasos para café de unicel<sup>∇</sup>, botellas de refresco, etc.)

⊗ **Metal:** Fierro, hojalata, aluminio, (clips, grapas, broches baco, etc.).

⊗ **Materia orgánica:** Desechos de comida, frutas y materia putrescible.

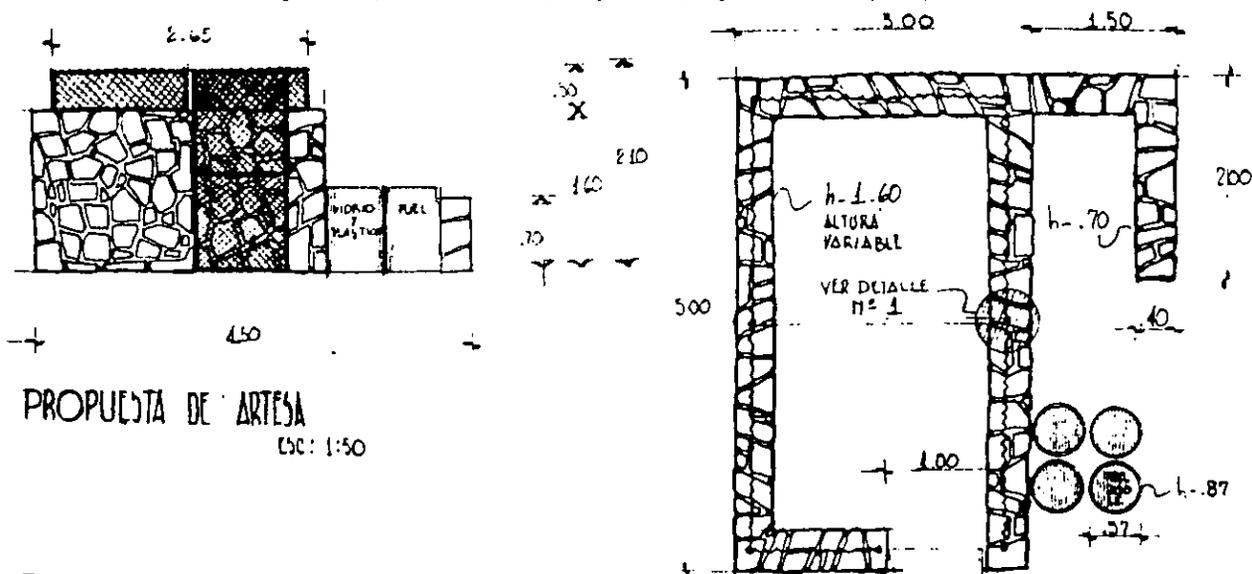
⊗ **Todo lo demás:** Pañuelos desechables, servilletas, papel celofán, papel encerado, etiquetas, papel autoadherible, papel carbón, pañales, toallas sanitarias, aerosoles, polvo de toner, cenizas, colillas, teflón de disquetes, pilas, etc.

Todos estos desechos serán recolectados mediante la colaboración de los usuarios-generadores, en los contenedores específicamente diseñados para ello y que serán colocados en estaciones de basura, ubicados estratégicamente, para que con el apoyo del personal de la dependencia sean embolsados y depositados en las artesas acondicionadas en cada una de las dependencias.

2. Recolección y transporte al centro de acopio:

Las bolsas con productos inorgánicos deben ser recolectadas de las artesas (las cuales deben estar protegidas) de cada dependencia por personal de transporte, ya sea en presencia del personal de la dependencia o sin él, llevando así un registro de las bolsas retiradas, contenido y peso aproximado, para posteriormente llevarse al centro de acopio.

Fig. 2.3 Propuesta de artesa protegida del programa anterior (1993)<sup>(6)</sup>



<sup>∇</sup> Según FUNDEA <sup>(1)</sup> el unicel es un producto No aceptable dentro de la clasificación de plásticos.

### 3. Manejo dentro del centro de acopio:

Comprende la recepción de bolsas con residuos inorgánicos en el centro de acopio, donde se podrá llevar a cabo una segunda clasificación, para posteriormente disponer de los residuos recolectados para venderlos a la(s) empresa(s) elegida(s), o para que en su caso se dispongan a la estación de transferencia más cercana.

Fig. 2.4 Estado actual del Centro de Acopio (antiguo incinerador).



### 4. Revolvencia de recursos a las dependencias:

Esta es generada por la comercialización de los desechos inorgánicos, con el consiguiente beneficio económico a las dependencias participantes, y será proporcional a la cantidad de residuos sólidos separados que cada dependencia haya brindado. El beneficio económico en la actualidad se da mediante la entrega de papel nuevo reciclado a las dependencias participantes.

Los objetivos del programa deben ser ampliamente conocidos y manejados por parte de todos los participantes, para garantizar así su colaboración, para lo cual será necesario la impresión de folletos explicativos, carteles promocionales, la proyección de videos en las dependencias, la impresión constante de artículos en la gaceta UNAM, la implementación de programas explicativos y comerciales en Radio UNAM y T.V. UNAM, así como la asignación de responsables del programa por zonas geográficas que se encarguen de capacitar continuamente a todos los participantes entre otras tareas.

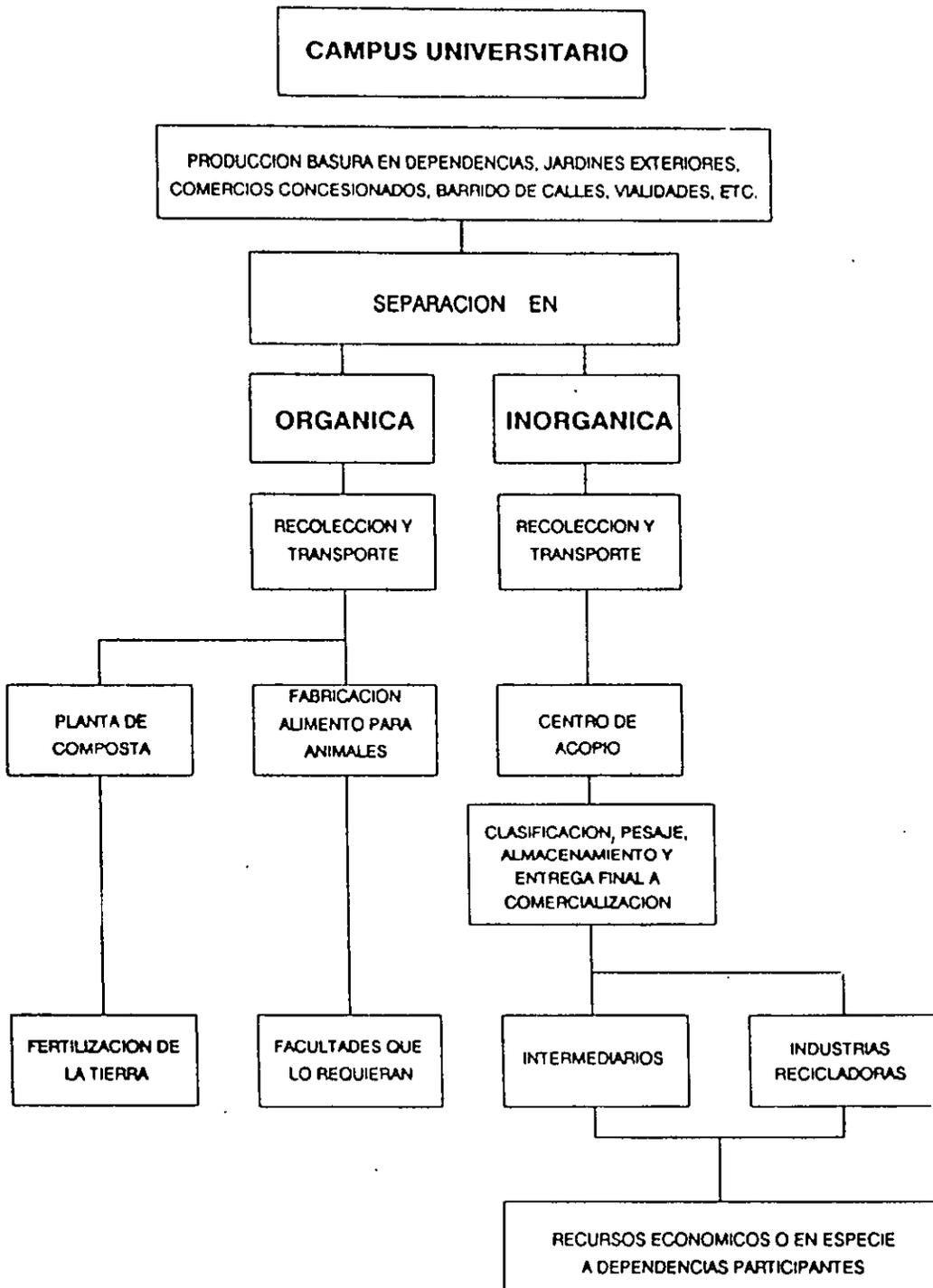
En la práctica real esta metodología ha cambiado, debido a las características que han aflorado en C.U. y a la escasez de recursos económicos destinados al programa. En un principio las labores vistas anteriormente eran realizadas por personal y equipo de la Universidad Nacional, se atacaban muchos frentes y el programa era ampliamente conocido. En la actualidad el programa prácticamente se ha privatizado a la empresa "Loreto y Peña Pobre", ya que solo hay dos personas encargadas de coordinar el programa por parte de la UNAM, la recolección es realizada por personal y en transportes de la empresa, donde una persona por parte de la Universidad realiza únicamente labores de supervisión. Solo se recoge el papel y cartón de ciertas dependencias (generalmente oficinas administrativas).

Según los estudios efectuados por los encargados del programa se ha propuesto el siguiente modelo:

- 1.- Se requiere de una estación de depósito por cada 50 usuarios, al interior de cada dependencia.
- 2.- Se requieren de 1,500 estaciones de depósito para las dependencias del circuito viejo.
- 3.- Se requieren de 7,000 contenedores de plástico para toda C.U.
- 4.- Se requiere de 1 centro de acopio dentro de C.U. para la comercialización de los desechos recuperados.
- 5.- Se requiere modificar las artesas para el almacenamiento temporal de las materias primas recuperadas.
- 6.- En las tiendas y kioscos se deberán separar un mínimo de 7 subproductos reciclables a saber: orgánicos, papel, cartón, vidrio, plástico, metal, y madera.
- 7.- En las dependencias académicas, administrativas, de investigación y difusión cultural se deberán separar un mínimo de 2 subproductos reciclables a saber: papel y cartón.



Fig. 2.7 Propuesta del programa de aprovechamiento de residuos sólidos vigente (1993)<sup>(6)</sup>



**Procedimientos para la medición del avance<sup>(13)</sup>****1. "Procedimiento para establecer el peso real de la basura generada, antes de iniciar el sistema de recuperación de desechos reciclables"**

- 1.1 El recorrido se iniciará a las 6:00 A.M.
- 1.2 Se usarán 2 camiones recolectores compactadores.
- 1.3 Una vez llenos se trasladarán a la báscula que se localiza en avenida Aztecas y eje 10 SUR.
- 1.4 Del total del peso se descontará el peso propio de la unidad (TARA) para obtener el peso de la basura recolectada.
- 1.5 Este mismo procedimiento se seguirá durante 10 días (exceptuando los domingos que no hay labores)
- 1.6 Los pesos obtenidos durante los 10 días se vaciarán en un formato especial.
- 1.7 Se obtendrá un peso promedio de generación diaria.

**2. "Procedimiento para medir y monitorear la separación de los desechos"**

- 2.1 Se utilizarán los mismos 2 camiones recolectores que en el procedimiento anterior.
- 2.2 La recolección será selectiva, haciendo 1 recorrido por cada tipo de desecho recuperado.
- 2.3 Los camiones descargarán en el centro de acopio localizado en el antiguo incinerador de C.U.
- 2.4 Cada tipo de desecho será pesado y evaluado en cuanto a su contenido de mezcla con otros tipos de desechos.
- 2.5 Los datos así obtenidos serán vaciados en formatos específicos.
- 2.6 Este procedimiento se seguirá durante 10 días continuos (exceptuando los domingos que no hay labores).
- 2.7 Se obtendrá un peso promedio de generación diaria por tipo de desecho y el contenido máximo de mezcla permisible.

La venta a industriales evidentemente es la mejor solución que se le puede dar a los desechos sólidos, ya que ellos se encargarán de reciclarlos e insertarlos nuevamente en los circuitos de producción y consumo.

Los desechos clasificados y eventualmente acondicionados (caso de chatarras prensadas y convertidas en lingotes, vidrio separado por color, o cartones prensados y aglutinados en pacas, etc.) deben venderse a los industriales interesados, que podrán ser los utilizadores de aquella materia prima o intermediarios que comercialicen a su vez los productos que fabriquen, pero quedan por solucionar algunos puntos delicados:

- La regularidad de las entregas.
- Los gastos de transporte que pronto se vuelven demasiado caros para materiales cuyo valor siempre será modesto.
- La calidad de los productos; un industrial desea siempre una materia prima tan pura como sea posible, mientras que los recuperadores solo les ofrecen mezclas de composición variable.
- La variabilidad en los precios de compra, debido a la ley de la oferta y la demanda.

2.7 ACCIONES<sup>(13)</sup>

De acuerdo a los estudios realizados por el P.U.M.A. y la mesa de trabajo se determinó realizar las siguientes acciones para apoyar al programa de separación de los residuos sólidos en C.U.:

- Caracterización de la basura de C.U.
- Establecimiento de depósitos temporales, recolección exterior de residuos clasificados y rutas de transporte. Colocación de 300 contenedores de 1 m<sup>3</sup>, para sustituir las artesas no funcionales.
- Mejoramiento de la redistribución de estaciones y número de contenedores internos a dependencias.
- Campaña de educación ambiental.
- Organización de brigadas de barrido, se cuenta con 13 cuadrillas de barrido, alternadas con las 3 máquinas de barrido, cubriendo una superficie de 235 ha.
- El centro de acopio se encuentra en desuso.
- Se recolectaron y comercializaron 62 ton de residuos sólidos clasificados, para apoyar el inicio del programa en varias dependencias.
- Se adquirieron 3 camiones compactadores para apoyar la recolección de los residuos no aprovechables y efficientar el servicio.
- Establecimiento de estaciones y colocación de 7000 contenedores para la clasificación de los residuos sólidos dentro de las siguientes dependencias:

Tabla 2.2 Dependencias en las que se instauró el programa en 1993. <sup>(6)</sup>

Fac. De Derecho	Torre II
Universum	M.U.C.A.
Dir. Gral. de Orientación vocacional	Coordinación de Asuntos Laborales
Programa de Servicio Social Multidisciplinario	Dir. Gral. de Tiendas
Dir. Gral. de Proveduría	Dir. Gral. de Servicios Médicos
Fac. de Filosofía y Letras	Fac. de Economía
Centro de Coordinación y Difusión de Estudios	Fac. de Odontología
Lat.	
Fac. de Medicina	Fac. de química
T. V. UNAM	Fac. de Ingeniería
C.E.L.E.	C.E.P.E.
Rectoría	Instituto de Investigaciones Biomédicas
Jardín de Niños de C.U.	Dir. Gral. de Bibliotecas
Dir. Gral. de Información	Dir. Gral. de Personal
Dir. Gral. de Actividades Deportivas	Fac. de Arquitectura
Coordinación Gral. de Estudios de Posgrado	Dir. Gral. de Intercambio Académico
Fac. de Veterinaria	Fac. de Psicología
Dir. Gral. de Actividades Cinematográficas	Instituto de Química

## 2.8 RESULTADOS OBTENIDOS

Según las autoridades encargadas del programa, se alcanzaron los siguientes resultados:<sup>161</sup>

- Se ha logrado con el nuevo sistema mecanizado la reducción del 50% del personal asignado a la recolección, así mismo disminuyeron enfermedades y lesiones en los trabajadores de dichas tareas.
- Erradicación de un alto porcentaje de la fauna nociva y malos olores de las artesas con la sustitución de contenedores.
- La imagen universitaria ha mejorado en el aspecto de limpieza.
- Se logró que la recolección sea más eficiente.
- Se ha logrado aumentar la frecuencia de recolección en algunas dependencias hasta 2 veces por día.
- Se han estado estableciendo diferentes contratos de comercialización de los desechos.
- El total del papel retirado a septiembre de 1995 es de 65 toneladas (de las cuales la empresa Loreto y Peña Pobre retiró 51, AMBI de México retiró 7 y Transpac lleva 7 toneladas).
- Las tiendas No. 1 y No. 3 retiran un promedio de 5 toneladas semanales.
- Las siguientes cantidades fueron obtenidas de la antigua empresa comercializadora (Transpac), que se encargaba de recolectar el papel de las dependencias participantes en el programa y nos muestra cuales son las que han tenido una mejor respuesta:

Tabla 2.3 Desglose de la cantidad de papel recolectado por la empresa Transpac en C.U. ▽

DEPENDENCIA	PESO APROXIMADO (kg)
Faculta de Química	2000
Facultad de Ciencias	1000
Anexo de Ingeniería	400
Instituto de Investigación de Materiales	100
Instituto de Astronomía	300
Instituto de Investigaciones Estéticas	200
Dirección General de Orientación Vocacional	800
Dirección de Apoyo y Servicios a la comunidad	100
Dirección Gral. de Incorporación y Revalidación de estudios	1800
Dirección Gral. de Personal	300
Centro de Innovación Tecnológica	0
Facultad de Medicina	0
Talleres de Conservación	0
Dirección General de Proveduría	100
<b>TOTAL</b>	<b>7000</b>

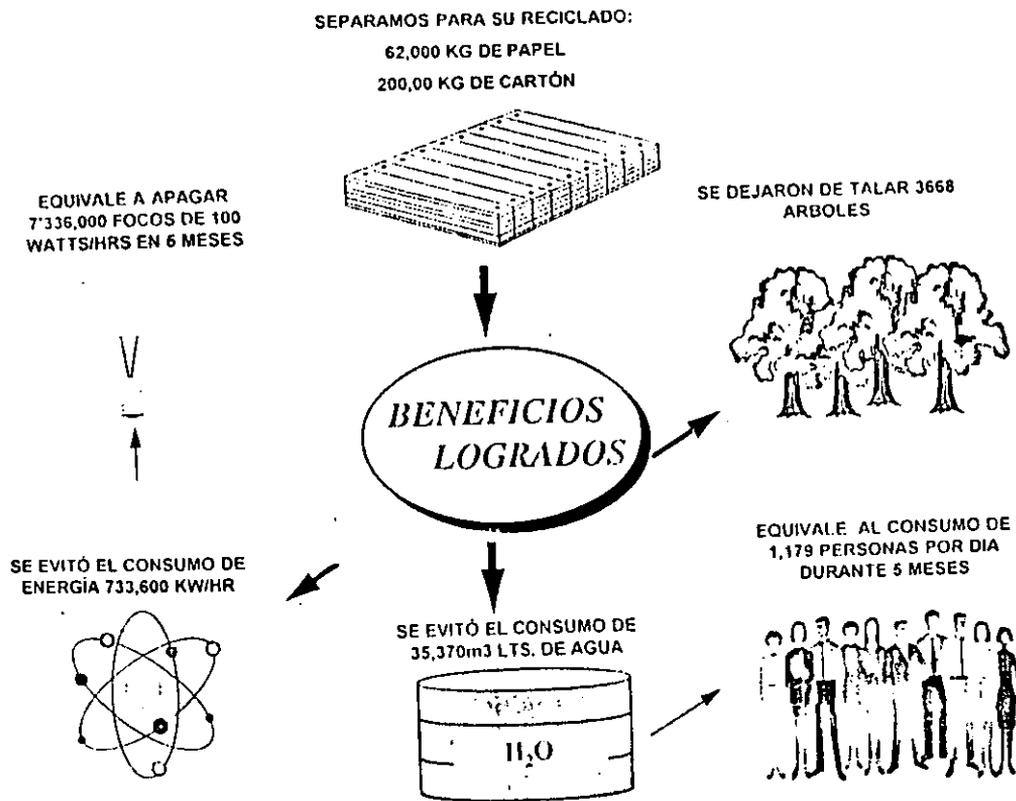
▽ Todas las dependencias que aparecen en la Fig. 2.2 y que no aparecen en la Fig. 2.3 no son consideradas dentro de los recorridos de recolección por esta empresa debido a que se considera a que en ellas el programa no funciona. El nivel más alto se encuentra en la Facultad de Química y aunque en la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios se observa también una gran cantidad de papel, esta es solo un producto temporal debido al retiro de catálogos y archivos muertos.

La siguiente tabla muestra las cantidades de papel que se han retirado de C.U. durante la vida del Subprograma del Manejo de los Residuos Sólidos por Separado, los datos fueron recabados mediante entrevista con el Arquitecto Aurelio López, Coordinador del Subprograma. Obsérvese que si bien el subprograma no se ha difundido a los grandes espacios de la Universidad, la captación de papel ha aumentado.

Tabla 2.3.A Cantidad de papel retirada durante la vida del Subprograma del Manejo de los Residuos Sólidos en C.U.

AÑO	CANTIDAD DE PAPEL RETIRADA (ton)
1994	51
1995	26
1996	105
1997	188
hasta Marzo 1998	50
	420

Fig. 2.8 Beneficios logrados por el programa de recuperación de Residuos Sólidos en C.U. según Autoridades



2.9 DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CIUDAD UNIVERSITARIA

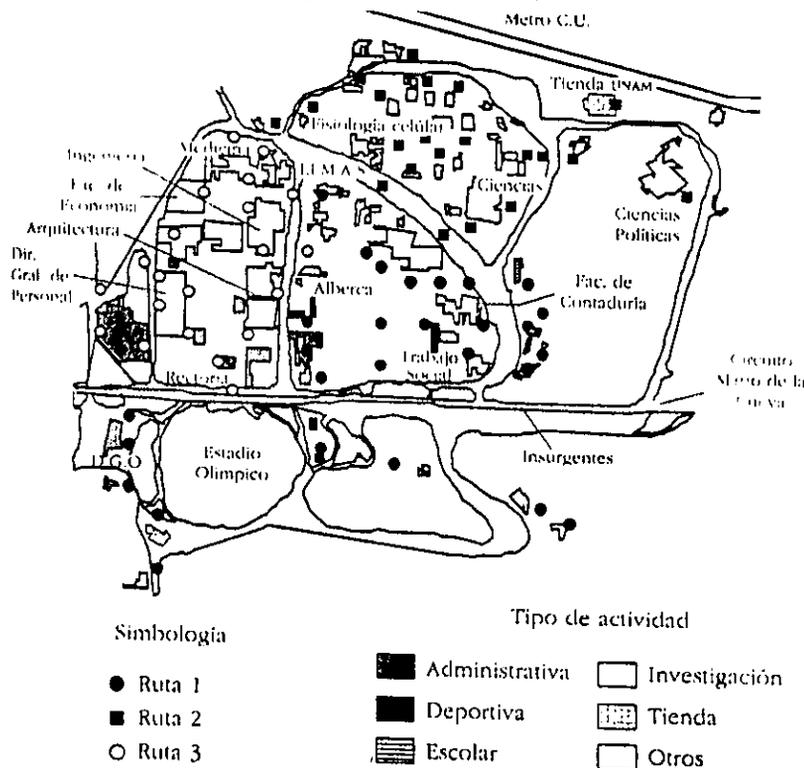
El Programa Universitario del Medio Ambiente, con la finalidad de ampliar los programas de educación para la recuperación del papel, realizó un diagnóstico de residuos sólidos en C.U.<sup>(3)</sup>, con el objeto principal de estimar la producción de residuos sólidos y seleccionar dependencias en las cuales se pudiera aplicar un programa de recuperación de papel y tener un mayor impacto para optimizar los recursos y concentrar esfuerzos.

El diagnóstico se realizó en 1997, después de que se realizaron las acciones de mejoramiento propuestas en las conclusiones del programa de 1993 y se llevó a cabo en las siguientes etapas:

- a) Caracterización del manejo de los residuos sólidos en C.U. ; Consistió en identificar las características particulares del proceso de recolección, transporte, y de disposición final de los residuos sólidos.
- b) Elaboración y aplicación de un muestreo; En él se determinó la distribución, número y tamaño de las muestras; también se seleccionaron las técnicas y materiales de trabajo en la separación y pesaje de los residuos sólidos y la fecha apropiada para llevar a cabo dicha actividad.
- c) Análisis de los resultados; Se analizaron y evaluaron los resultados obtenidos del muestreo con lo que se determinó la cantidad y tipo de residuos sólidos que se producen en C.U.

En la caracterización del sistema de recolección se identificaron 2 zonas: La primera esta formada por la zona escolar donde el sistema consta de 3 rutas de recolección y la basura es depositada en 300 contenedores de 1 m<sup>3</sup> distribuidos en 70 sitios (ver Fig. 2.9); la recolección es realizada por 3 camiones con dispositivos mecánicos de volteo de contenedores, lo que hace que el sistema sea dinámico y eficiente. Estos recorridos se hacen en 2 turnos al día y posteriormente los residuos son llevados a la estación de transferencia del estadio Azteca. La segunda zona está conformada por la zona cultural, donde los residuos son depositados en 11 artesas; la recolección la realiza un camión cilíndrico mediante el llenado de tambos de 200 l que son transportados y vaciados manualmente en el camión; este sistema es mucho más lento que el anterior ya que emplean todo el día en recorrer las artesas.

Fig. 2.9 Dependencias de C.U. según tipo de actividades y localización de contenedores<sup>(3)</sup>



Una vez caracterizado el sistema de recolección se obtuvieron los elementos para realizar el muestreo. Se seleccionó la zona escolar por ser el área de mayor densidad de población y con una mayor diversidad de actividades de tipo escolar, administrativo y de investigación. Para la muestra se seleccionaron en forma aleatoria 21 sitios de los que se recogió un contenedor, equivaliendo esto al 9% del total de contenedores en Ciudad Universitaria; este muestreo se realizó durante la semana del 4 al 8 de noviembre de 1996, siendo una etapa donde se realizan actividades normales durante el periodo semestral. Los principales materiales que se emplearon para la separación fueron: palas, bieldos, báscula electrónica de 300 kg, guantes, cubrebocas, botas, bolsas de polietileno, marcadores y etiquetas.

El contenido de estos 21 contenedores se vació diariamente en bolsas de plástico y se transportaron al antiguo incinerador donde fueron separados y pesados en fracciones de papel, vidrio, plástico, metal, materia orgánica y todo lo demás.

Para estimar la cantidad de residuos sólidos que se produce en C.U., solamente en la zona escolar, se empleó 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

### Resultados

Es importante señalar que los resultados obtenidos y que se presentan a continuación sólo se refieren a las dependencias que fueron muestreadas; no obstante, estos datos son representativos para comprender y estimar la producción de residuos sólidos en C.U. Cabe señalar que los datos sólo se obtuvieron en peso por lo que la proporción volumétrica es diferente.

El total de la basura encontrada fue de 4,162.84 kg durante la semana de muestreo, para un promedio por día de 832.45 kg. La cantidad de residuos por fracciones se observa en la siguiente tabla<sup>(3)</sup>:

Tabla 2.4 Cantidad de residuos sólidos por fracciones en C.U. <sup>(3)</sup>

FRACCIÓN/RESIDUO	DOMINGOS	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	TOTAL
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Papel	121.45	88.30	110.71	91.55	144.65	452.65
Vidrio	167.95	176.75	148.60	164.00	58.90	716.20
Metal	9.40	9.15	7.05	10.25	14.00	36.75
Plástico	42.30	48.45	44.85	45.15	16.25	197.00
Materia orgánica	188.45	42.37	135.73	102.17	101.54	570.26
Todo lo demás	411.03	580.38	528.11	565.60	104.96	2190.08
TOTAL	832.45	946.40	971.04	976.72	330.30	4162.84

<sup>3</sup> El viernes solo se separó la tercera parte de la muestra.

Fig. 2.5 Proporción de residuos de las dependencias muestreadas en C.U. <sup>(3)</sup>

DEPENDENCIA	PAPEL (%)	VIDRIO (%)	PLASTICO (%)	METAL (%)	MATERIA ORGANICA (%)	LO DEMÁS (%)
Biomédicas	10.60	55.80	11.25	2.75	9.67	141.36
Ciencias Políticas	37.15	19.45	12.60	0.80	10.40	67.15
Contaduría	13.75	43.40	7.75	0.40	27.32	71.78
Derecho	14.55	55.45	7.80	1.65	33.50	109.35
Filosofía	39.00	31.80	6.90	1.30	58.40	82.00
Geografía	9.85	30.30	5.80	1.90	1.35	129.70
I.I.M.A.S.	11.50	29.40	17.90	3.85	8.60	120.65
Odontología	9.85	38.25	9.25	0.60	66.05	147.52
Rectoría	29.80	20.10	8.75	1.55	1.01	44.54
Trabajo Social	11.95	31.45	11.30	1.60	0.00	101.90

### Conclusiones del diagnóstico

Con los resultados obtenidos de este muestreo se ha podido estimar el total de la producción de residuos sólidos en C.U. Así se tuvo que tomando como base los 260 contenedores que se encuentran colocados en las 3 rutas, se determinó que la cantidad de residuos sólidos que se produce en la zona escolar de la Ciudad Universitaria es de 24,374 kg/día aproximadamente (sin incluir la generación de residuos en la zona cultural) de los cuales se estima están constituidos de la siguiente forma:

Tabla 2.6 Constitución de la basura muestreada en la zona escolar: <sup>(3)</sup>

BASURA EN C.U.	
COMPONENTES	%
PAPEL	40.6
VIDRIO	17.2
METAL	0.88
PLASTICO	4.7
MATERIA ORGANICA	13.7
TODO LO DEMÁS	52.6
	99.88 <sup>v</sup>

<sup>v</sup> Obsérvese que se ha perdido 0.12% del total de la basura recolectada en errores al cuantificarla, porcentaje seguramente de residuos finos.

Cabe señalar que esta última fracción incluye materiales que ya no se pueden separar ni reciclar (caso de materia orgánica, cascajo, papel sanitario, envolturas metálicas, unicel, etc.) y residuos peligrosos (jeringas, sustancias químicas y otras).

Otro aspecto que es importante indicar es la diferencia en proporción de cada fracción que se presenta en las dependencias y que esta dado por el tipo de actividad que se lleva a cabo en cada una de ellas y la cantidad de trabajadores, estudiantes y usuarios que se encuentran en esos lugares.

Aún cuando existen programas de separación de papel en varias dependencias de Ciudad Universitaria (caso de las oficinas del P.U.M.A.), la cantidad de papel que se va a la basura es extremadamente alta, pudiendo ser recuperado.

La producción de basura refleja patrones de comportamiento en la comunidad universitaria, ya que por ejemplo, aún cuando el papel es un material importante (por la cantidad tirada y su carácter de reciclable) y su generación responde a actividades administrativas y escolares, el mayor porcentaje de materiales que hay en la basura son empaques de varios productos.

La cantidad de materiales que se podrían recuperar de la basura en C.U. harían posible sostener un centro de acopio.

## 2.10 ENCUESTAS A USUARIOS, sobre el Programa de Clasificación y Recolección de Residuos Sólidos en C.U.

Con el fin de conocer la opinión de la comunidad universitaria respecto al actual programa de Clasificación y Recuperación de Residuos Sólidos que se está llevando a cabo en la Ciudad Universitaria (por parte del P.U.M.A. y la D.G.S.O.G. de la U.N.A.M.) y sobre los programas de reciclaje en general, se formuló un formato de encuesta (ver fig. 2.11) que se aplicó tanto a estudiantes, profesores, trabajadores y personas en general de cada una de las facultades de la Ciudad Universitaria, de donde se extrajeron valiosas opiniones para reforzar dicho programa y se obtuvieron conclusiones importantes sobre las deficiencias que han hecho que este programa no funcione como se pensó en un principio.

Debido a las limitaciones físicas y temporales a las que el presente trabajo se encuentra sujeto, el universo de estudio y acción se limitó (de la misma forma que el programa piloto del actual programa de recuperación de materiales en C.U. lo hizo) a un área de estudio que abarca exclusivamente a todas las facultades ubicadas dentro de Ciudad Universitaria, quedando así excluidas las escuelas, los edificios de posgrado, los centros de investigación, las oficinas administrativas, las áreas deportivas y recreativas, las tiendas, etc.

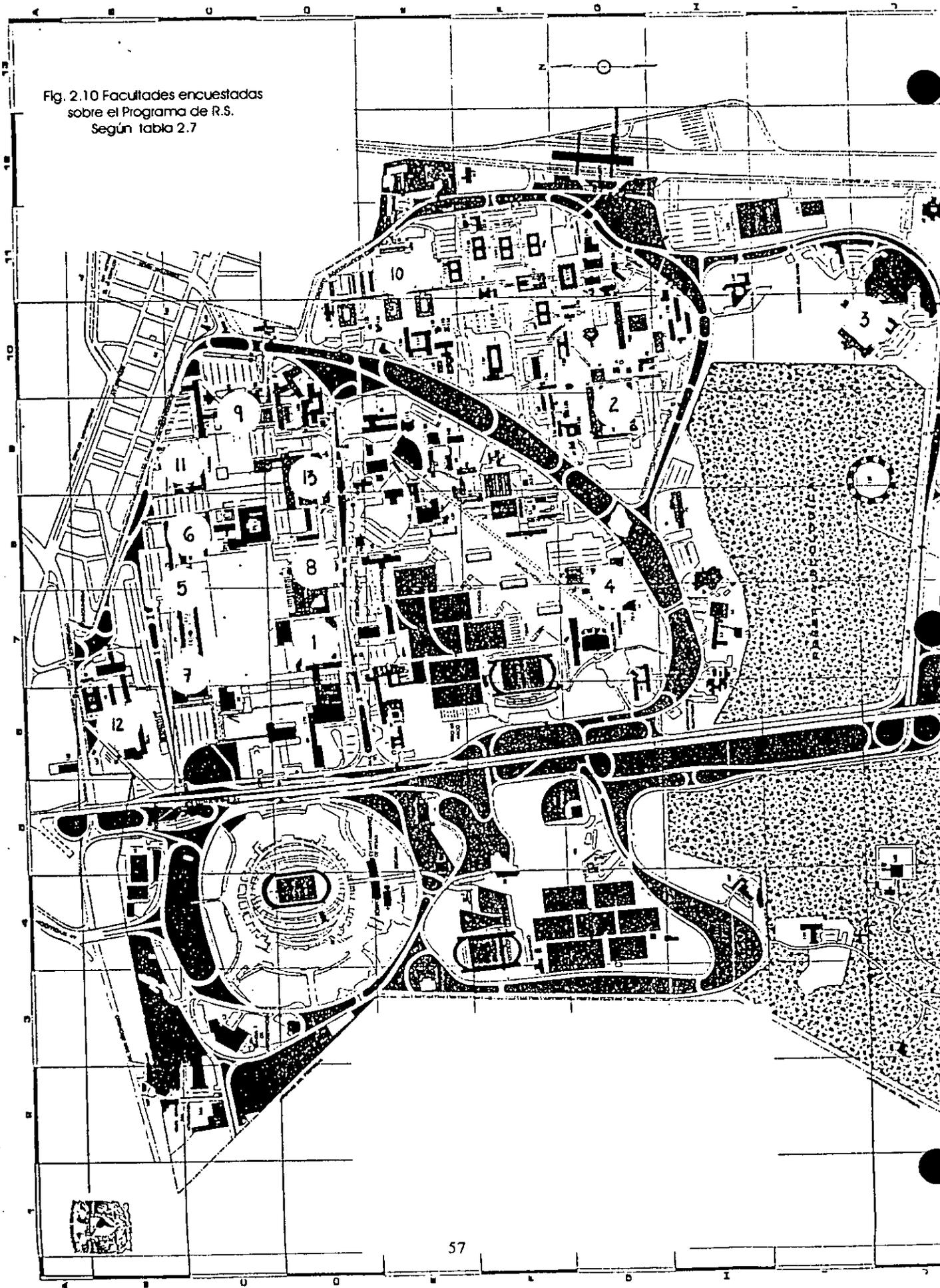
Posteriormente (ver capítulo 4) el enfoque que tendrá el nuevo programa propuesto de Recuperación de Residuos Sólidos en C.U., será básicamente educativo, tratando de optimizarlo en aquellos lugares que concentran a la mayor cantidad de usuarios (ver tabla 2.7) dentro del campus universitario.

Tabla 2.7 Distribución de los estudiantes y profesores de las Facultades de C.U.<sup>(9)</sup>

No.	FACULTAD	ALUMNOS	PROFESORES	TOTAL	EST.
1	de Arquitectura	3733	630	4363	4.9
2	de Ciencias	4183	1396	5579	6.0
3	de Ciencias Políticas y Sociales	5753	1078	6829	7.3
4	de Contaduría y Administración	15831	935	16766	18.0
5	de Derecho	10346	571	10917	12.2
6	de Economía	3185	602	3787	4.1
7	de Filosofía y Letras	6231	886	7117	7.6
8	de Ingeniería	11378	1559	12937	13.9
9	de Medicina	6209	4113	10322	11.1
10	de Veterinaria y Zootecnia	2318	520	2838	3.0
11	de Filosofía	1976	742	2718	2.9
12	de Psicología	2602	529	3131	3.4
13	de Química	4263	957	5220	5.6
T O T A L		78,303	14,816	93119	100.0
		PROMEDIO		7163	

Para visualizar cada una de las anteriores facultades, véase el plano de la Fig. 2.10.

Fig. 2.10 Facultades encuestadas sobre el Programa de R.S. Según tabla 2.7



A partir de los datos anteriores, debe decidirse el tamaño de la muestra, tomándose para ello al conjunto de las facultades de la Ciudad Universitaria como el conjunto Universo y a cada una de las facultades como subconjuntos con características propias y que serán encuestadas de acuerdo a la proporción que guardan con el conjunto universo.

Sabiendo que el tamaño de la muestra (n) que se recomienda para poblaciones (N) mayores de 8000 individuos es de:

$$n \leq (5 \%) N$$

donde N = tamaño de la población a muestrear = 93,119

y debido a la escasez de los recursos con que se cuenta para recabar la información, se escoge:

$$n = (0.25 \%) N$$

sustituyendo:

$$n = (0.0025) 93119$$

$$n = 232.797$$

que redondeando del lado de la seguridad, se tiene que:

$$n=n1 = 250 \text{ encuestas}$$

Verificando el resultado del número de muestras con otro método estadístico<sup>(2)</sup>: se sabe que una muestra demasiado grande, implica un gasto excesivo de recursos, mientras que una muy pequeña disminuye la utilidad de los resultados. Entonces al estudiar a las personas que laboran dentro de Ciudad Universitaria, se debe obtener el tamaño de la muestra necesaria y suficiente, que sea representativa de los verdaderos usuarios de los servicios de recolección de la basura, buscando obtener respuestas confiables y ricas en información, que serán utilizadas en el capítulo 4 de esta tesis.

Cabe señalar que aún tomando una "n" (tamaño de la muestra) lo bastante grande, siempre existirá la posibilidad de que el error sea más grande que el error aceptable (en este caso el porcentaje de error aceptable corresponde al 5%, es decir se ha tomado un grado de confiabilidad de la muestra del 95%).

Para simplificar los cálculos, en la teoría del muestreo existe un factor conocido como "f.p.c" finite population correction (corrección de poblaciones finitas), el cual será despreciado<sup>3</sup>, y el porcentaje de muestreo "p", será asumido como normalmente distribuido. Si estas afirmaciones son razonables, podrán ser verificadas cuando conozcamos la "n" inicial.

De la teoría de el muestreo , se tiene la siguiente fórmula:

$$n = 4PQ / 25 \dots \dots \dots \alpha$$

Donde P = Porcentaje de variación de la población perteneciente a alguna respuesta, por lo que el producto PQ, será menor conforme la proporción de respuestas sea más uniforme (ver tabla 3.1 de la bibliografía 2).

<sup>3</sup>Para una muestra aleatoria de tamaño "n", de una población finita "N", el "f.p.c.", corresponde al siguiente factor:  $\sqrt{(N-n)/N}$ , dicho factor es generalmente cercano a la unidad, puesto que "n" suele ser pequeña, debido a la búsqueda del ahorro de muestras, por lo que el tamaño de la muestra no se verá directamente afectado.

La "n" depende de alguna propiedad de la población que tiene que ser previamente conocida o por lo menos tener una idea clara de su tendencia, en este caso la propiedad es la cantidad "P" que nosotros deseamos medir y que serían los rangos de variación de las respuestas, es decir debemos conocer si los rangos de variabilidad serán muy grandes o se tiene una idea cercana de las posibles respuestas de los encuestados.

Y debido a que en realidad si se tiene una idea clara sobre los resultados esperados, entonces se propone que:

$$20 \leq P \leq 40 \%$$

Por lo que según la tabla 3.1 de la bibliografía 2 (ver anexo 5), el producto PQ se encontrará entre:

$$1600 \leq PQ \leq 2100$$

tomando:  $P=1600$  y sustituyendo en  $\alpha$ :

$$n = 4(1600)/25$$

$$n = 256$$

y nuevamente redondeando del lado de la seguridad, se tiene:

$$n = n_2 = 260 \text{ encuestas}$$

finalmente comparando los resultados de los dos métodos:  $n_1 = 250$  y  $n_2 = 260$  se tiene que:

$$n_2 > n_1$$

Entonces:

$$n = n_2 = 260$$

$$n = 260 \text{ encuestas a realizar.}$$

Que de acuerdo a la proporción que cada matrícula escolar guarda con el conjunto Universo, se tienen el siguiente número de encuestas a realizar en cada facultad:

Tabla 2.8 Número de encuestas correspondientes a cada Facultad.

No.	FACULTAD	TOTAL	%	No de Encuestas
1	de Medicina	7589	81.99	113
2	de Ciencias	5579	6.0	16
3	de Artes, Letras y Sociales	6829	7.3	19
4	de Contaduría y Administración	16766	18.0	47
5	de Derecho	11309	12.1	32
6	de Economía	3787	4.1	11
7	de Filosofía y Letras	7420	7.9	20
8	de Ingeniería	12937	13.9	36
9	de Arquitectura	10322	11.1	29
10	de Veterinaria y Zootecnia	2838	3.0	8
11	de Educación	2716	2.9	8
12	de Psicología	3131	3.4	9
13	de Química	5220	5.6	15
<b>TOTAL:</b>		<b>93119</b>	<b>100.0</b>	<b>263</b>

∇ Los porcentajes se han redondeado nuevamente del lado de la seguridad por lo que el total final es de 263 encuestas.

El formato de encuesta que se aplicó es el que se muestra a continuación, donde la información principal hacia la que se orientó la encuesta fue la recopilación de la opinión de los usuarios en general sobre el desempeño del actual programa de recuperación de residuos sólidos que se lleva a cabo en nuestra Universidad y la determinación del grado de concientización y participación de los usuarios para poder establecer si es factible desarrollar hoy este tipo de proyectos.

Fig. 2.11 Formato de encuesta a los usuarios del programa de recuperación de residuos sólidos en C.U.

**FORMATO DE ENCUESTA A LOS USUARIOS DEL PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN C.U.**

Tu colaboración es muy importante para mejorar la imagen de nuestra Universidad, por lo que te pedimos de favor, contestes las siguientes preguntas (tacha la opción con la que estes de acuerdo y escribe tus comentarios en las líneas punteadas, si tienes alguna duda, pregunta al encuestador):

**1. OCUPACIÓN**

- estudiante
- profesor
- trabajador
- otra

**2. ¿Conoces el PROGRAMA DE CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS que se lleva a cabo en la Universidad? (En caso de ser negativa tu respuesta, pasa a la pregunta 5)**

SI                       NO

**3. ¿Participas con este programa?, ¿porqué?**

SI  .....

NO  .....

**4. ¿Cómo calificarías su desempeño? ¿y porqué?**

- excelente  .....
- bueno  .....
- regular  .....
- deficiente  .....
- nulo  .....

**5. ¿Conoces programas de recuperación de residuos en otras Instituciones?, ¿dónde?**

.....

**6. ¿Te interesaría participar en un programa de recuperación de residuos sólidos aquí en tu Universidad?**

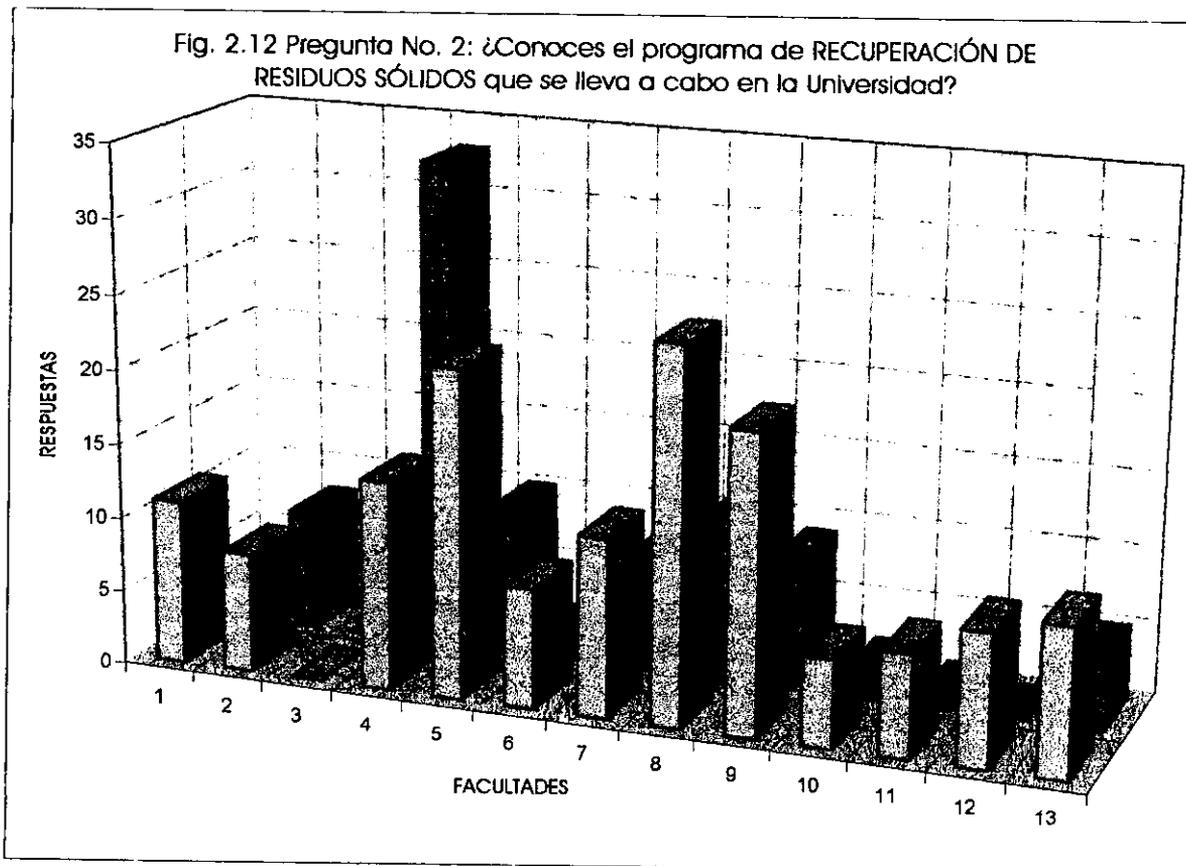
°Si                      °No                      °Tal vez

**7. ¿Podrías aportarnos alguna idea o propuesta para mejorar este programa?.....**

.....

En las siguientes figuras se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de las encuestas que se realizaron de forma aleatoria en cada una de las facultades:

ENCUESTAS A USUARIOS DEL PROGRAMA DE CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN C.U.



No.	FACULTAD DE	Tabla 2.9 PREGUNTA 2		TOTAL
		SI	NO	
1	Arquitectura	11	2	13
2	Ciencias	8	8	16
3	Ciencias Políticas y Sociales	*	*	19
4	Contaduría y Administración	14	33	47
5	Derecho	22	10	32
6	Economía	8	3	11
7	Filosofía y Letras	12	8	20
8	Ingeniería	25	11	36
9	Medicina	20	9	29
10	Veterinaria y Zootecnia	6	2	8
11	Odontología	7	1	8
12	Psicología	9	0	9
13	Química	10	5	15
		152	92	263

\* No se obtuvieron datos.

ENCUESTAS A USUARIOS DEL PROGRAMA DE CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN C.U.

Fig. 2.13 Pregunta No. 3 ¿Participas con el programa de clasificación y recolección de residuos sólidos de la Universidad?

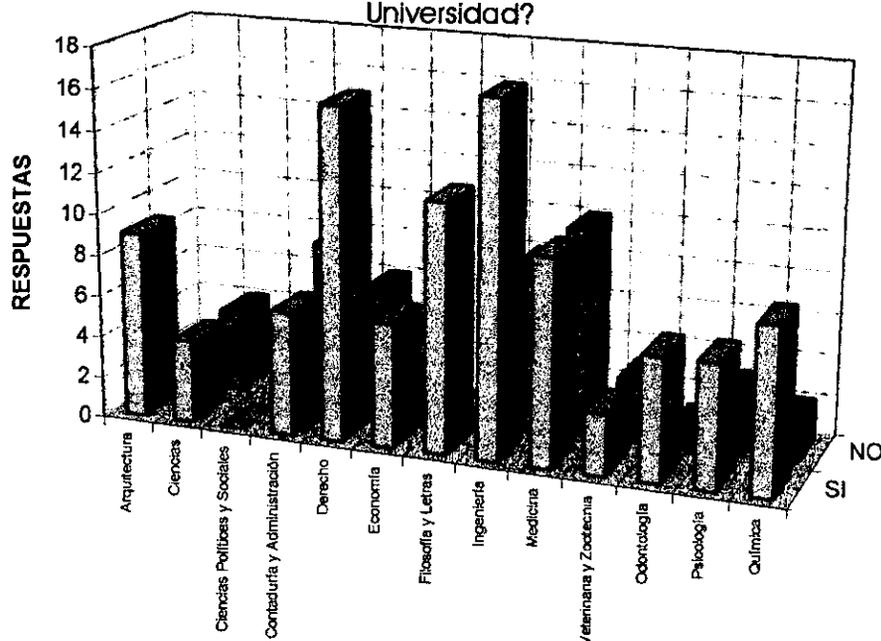
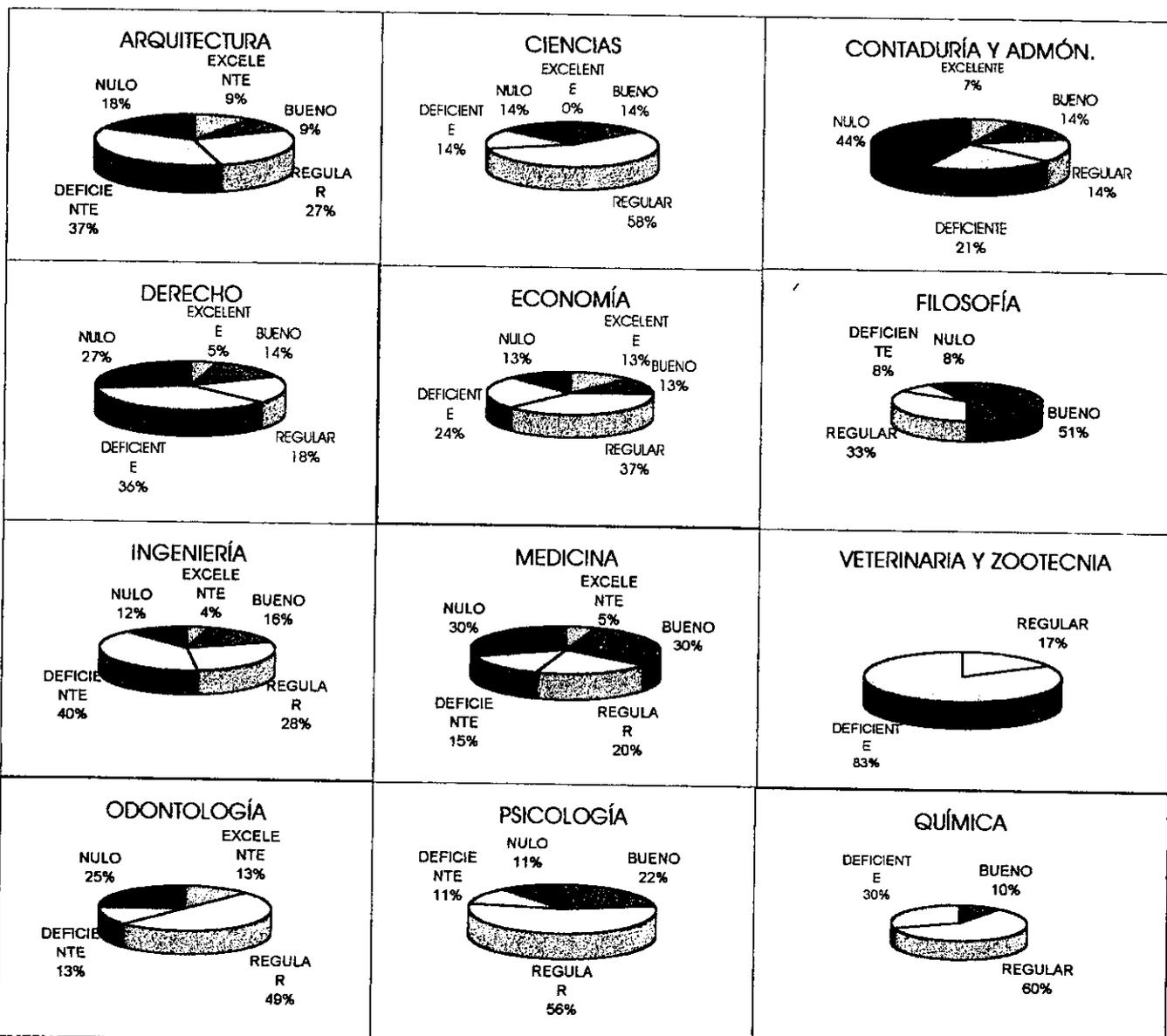


Tabla 2.10 PARTICIPACIÓN ?			
Nº	FACULTAD	SI	NO
1	Arquitectura	9	2
2	Ciencias	4	4
3	Ciencias Políticas y Sociales	*	*
4	Contaduría y Administración	6	8
5	Derecho	16	6
6	Economía	6	2
7	Filosofía y Letras	12	0
8	Ingeniería	17	8
9	Medicina	10	10
10	Veterinaria y Zootecnia	3	3
11	Odontología	6	1
12	Psicología	6	3
13	Química	8	2
		103	49
			152

\* No se obtuvieron datos.

ENCUESTAS A USUARIOS DEL PROGRAMA DE CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN C.U.

Fig. 2.14 Pregunta No.4 ¿Cómo calificarías el desempeño del programa de Clasificación y recolección de residuos sólidos que se lleva a cabo en la Universidad?

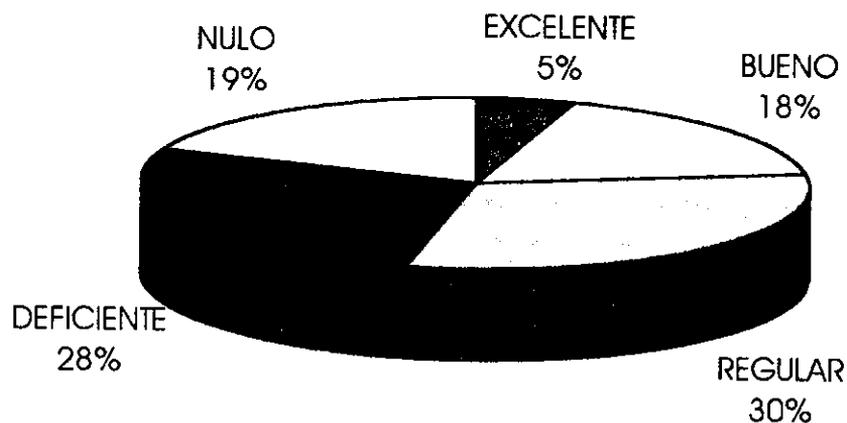


No.	FACULTAD DE	Tabla 2.11. PREGUNTA 4					TOTAL
		DEFICIENTE	BUENO	REGULAR	EXCELENTE	NULO	
1	Arquitectura	1	1	3	4	2	11
2	Ciencias	0	1	4	1	1	8
3	Ciencias Políticas y Sociales	0	0	0	0	0	0
4	Contaduría y Administración	1	2	2	3	6	14
5	Derecho	1	3	4	8	6	22
6	Economía	1	1	3	2	1	8
7	Filosofía y Letras	0	6	4	1	1	12
8	Ingeniería	1	4	7	10	3	25
9	Medicina	1	6	4	3	6	20
10	Veterinaria y Zootecnia	0	0	1	5	0	6
11	Odontología	1	0	4	1	2	7
12	Psicología	0	2	5	1	1	9
13	Química	0	1	6	3	0	10
		7	27	47	42	29	152

\* No se obtuvieron datos.

ENCUESTAS A USUARIOS DEL PROGRAMA DE CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN C.U.

Fig. 2.15 Porcentajes totales de los resultados obtenidos de la pregunta No. 4: ¿Cómo calificarías el desempeño del programa de clasificación y recolección de residuos sólidos que se lleva a cabo en la Universidad?



ENCUESTAS A USUARIOS DEL PROGRAMA DE CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN C.U.

Fig. 2.16 Pregunta 6: ¿Te interesaría participar en un programa de recuperación de residuos sólidos, aquí en tu Universidad?

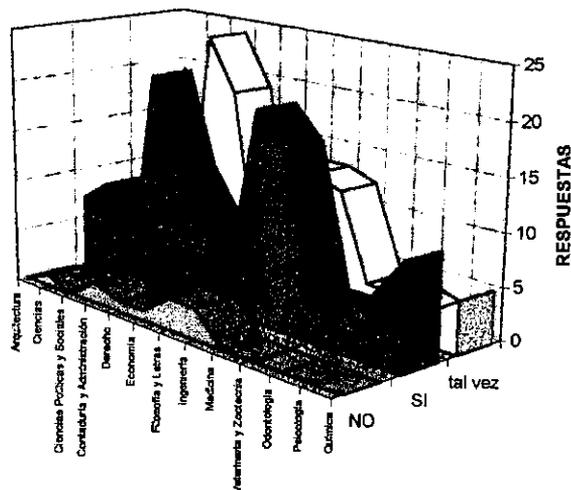
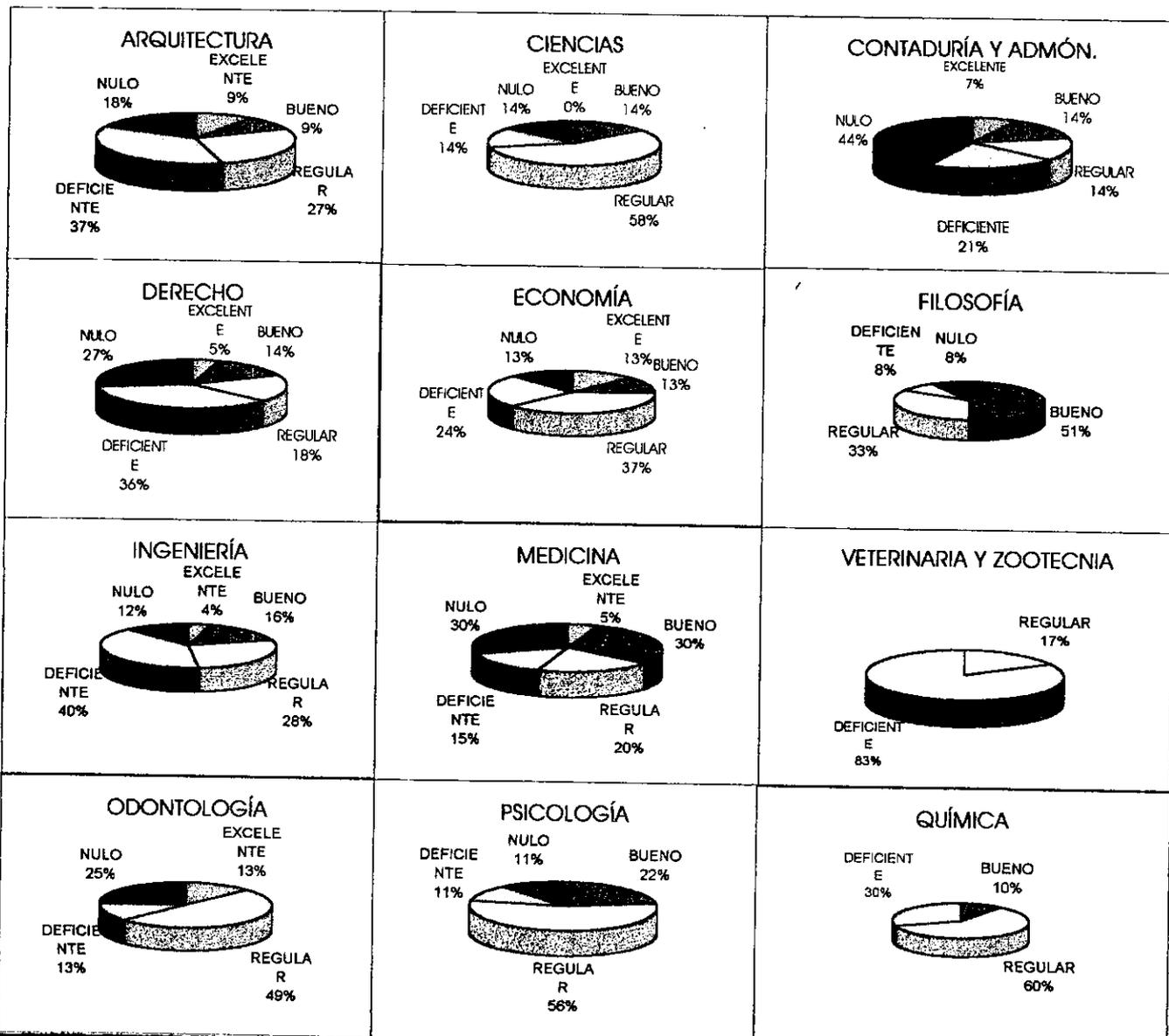


Tabla 2.16 PREGUNTA 6					
No.	FACULTAD	NO	SI	tal vez	TOTAL
1	Arquitectura	0	7	6	13
2	Ciencias	1	9	6	15
3	Ciencias Políticas y Sociales	*	*	*	19
4	Contaduría y Administración	2	21	24	45
5	Derecho	1	12	19	31
6	Economía	1	8	2	10
7	Filosofía y Letras	3	4	13	17
8	Ingeniería	3	20	13	33
9	Medicina	0	17	12	29
10	Veterinaria y Zootecnia	0	4	4	8
11	Odontología	0	4	4	8
12	Psicología	0	6	3	9
13	Química	0	10	5	15
<b>PORCENTAJES</b>		4.18%	46.39%	42.20%	100%

\* No se obtuvieron datos.

ENCUESTAS A USUARIOS DEL PROGRAMA DE CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN C.U.

Fig. 2.14 Pregunta No.4 ¿Cómo calificarías el desempeño del programa de Clasificación y recolección de residuos sólidos que se lleva a cabo en la Universidad?

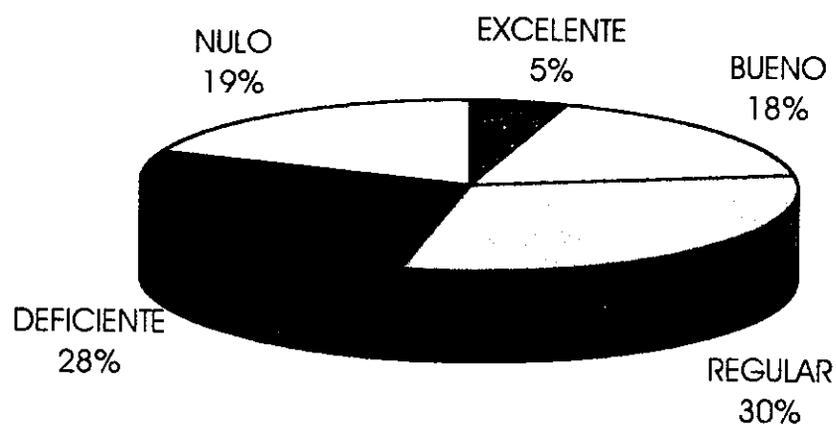


No.	CARRERAS DE	Tabla 2.11 - PREGUNTA 4					TOTAL
		EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE	NULO	
1	Arquitectura	1	1	3	4	2	11
2	Ciencias	0	1	4	1	1	8
3	Ciencias Políticas y Sociales	0	0	0	0	0	0
4	Contaduría y Administración	1	2	2	3	6	14
5	Derecho	1	3	4	8	6	22
6	Economía	1	1	3	2	1	8
7	Filosofía y Letras	0	6	4	1	1	12
8	Ingeniería	1	4	7	10	3	25
9	Medicina	1	6	4	3	6	20
10	Veterinaria y Zootecnia	0	0	1	5	0	6
11	Odontología	1	0	4	1	2	7
12	Psicología	0	2	5	1	1	9
13	Química	0	1	6	3	0	10
		7	27	47	42	29	152

\* No se obtuvieron datos.

ENCUESTAS A USUARIOS DEL PROGRAMA DE CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN C.U.

Fig. 2.15 Porcentajes totales de los resultados obtenidos de la pregunta No. 4: ¿Cómo calificarías el desempeño del programa de clasificación y recolección de residuos sólidos que se lleva a cabo en la Universidad?



ENCUESTAS A USUARIOS DEL PROGRAMA DE CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN C.U.

Fig. 2.16 Pregunta 6: ¿Te interesaría participar en un programa de recuperación de residuos sólidos, aquí en tu Universidad?

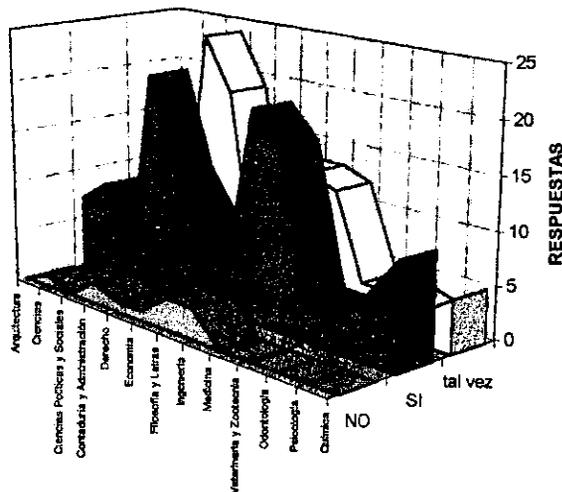


Tabla 2.16. PORCENTAJES					
No.	FACULTAD	NO	SI	Rel. vez	TOTAL
1	Arquitectura	0	7	6	13
2	Ciencias	1	9	6	15
3	Ciencias Políticas y Sociales	*	*	*	19
4	Contaduría y Administración	2	21	24	45
5	Derecho	1	12	19	31
6	Economía	1	8	2	10
7	Filosofía y Letras	3	4	13	17
8	Ingeniería	3	20	13	33
9	Medicina	0	17	12	29
10	Veterinaria y Zootecnia	0	4	4	8
11	Odontología	0	4	4	8
12	Psicología	0	6	3	9
13	Química	0	10	5	15
<b>PORCENTAJES</b>		11	122	111	263
		4.18%	46.39%	42.20%	100%

\* No se obtuvieron datos.

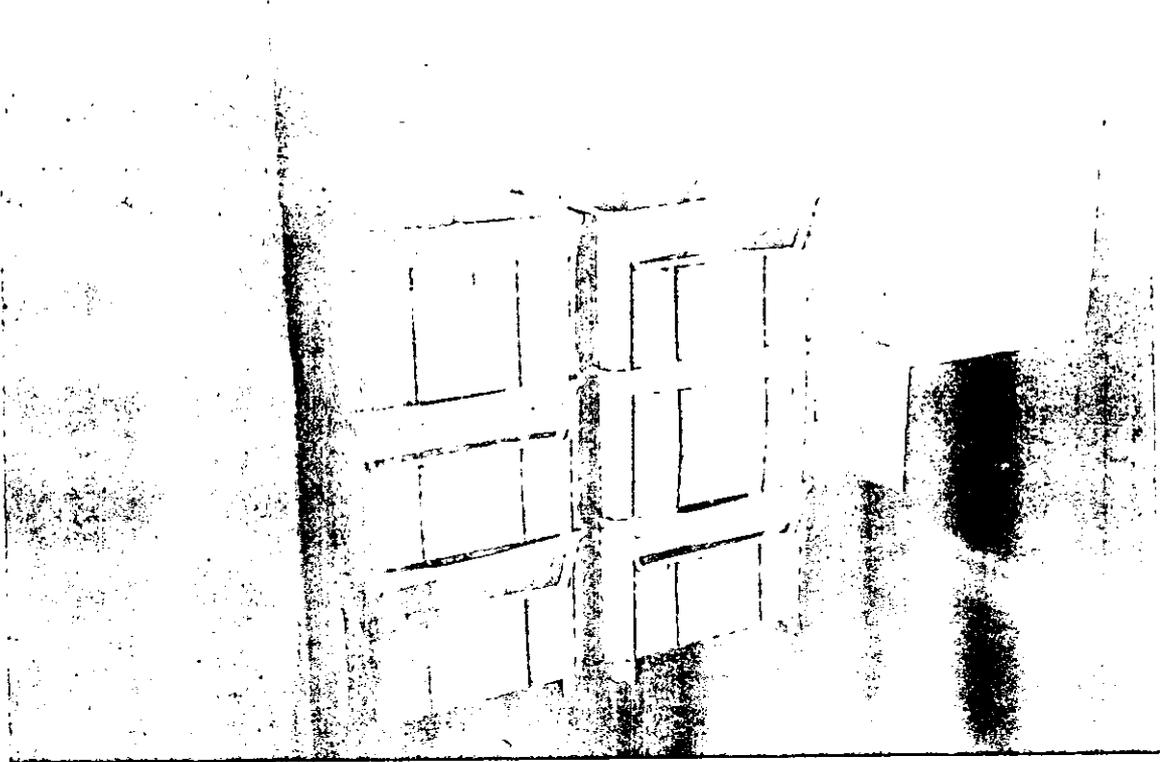
## 2.11 DEFICIENCIAS DETECTADAS EN EL PROGRAMA

Como se ha visto, el programa de manejo de residuos sólidos implementado en la Universidad es en realidad un proyecto muy joven, ya que al ser puesto en marcha en 1993, lleva 5 años funcionando<sup>∇</sup>, durante los cuales se han detectado problemas operativos y deficiencias técnicas en sus propuestas, de los que solo se han corregido algunos. Es labor de este trabajo mostrar las deficiencias detectadas durante un estudio teórico y de campo, así como proponer las mejoras necesarias para su mejor desempeño.

- **Gran cantidad de subproductos:** En el programa de recuperación de residuos sólidos lanzado en 1993, se pretendieron clasificar 7 diferentes subproductos (papel, cartón, vidrio, plástico, metal, orgánicos y todo lo demás), lo que complicó el manejo del programa desde sus inicios y desalentó la participación de los usuarios, puesto que éstos al ver tal gama de contenedores y el consumo de tiempo que requerían para clasificar su desecho, preferían depositar el desecho en el contenedor más cercano, sin importarles colaborar con el programa. Por lo que deberán eliminarse algunos de éstos subproductos, manteniendo solo aquellos que sea viable su captación
- **Deficiente preparación del personal encargado de la recolección:** El manejo de los residuos sólidos captados en cada una de las isletas de contenedores, por parte de los trabajadores de Intendencia y del personal del departamento de transporte de la D.G.S.O.G., encargados de la recolección, resultó con el tiempo una labor difícil para ellos, puesto que al observar la escasa participación de algunos estudiantes, optaron por realizar la recolección en forma de una mezcla intempestiva de todos los residuos en una sola bolsa, lo que les facilitaba su trabajo, esto repercutió en la pérdida de credibilidad en el programa por parte de los alumnos. Con la situación anterior se propició un círculo vicioso en la que los alumnos culpaban a los trabajadores encargados de la recolección, de mezclar los subproductos, mientras que los trabajadores acusaban a los alumnos de su falta de participación en la separación de los desechos sólidos.
- **Diseño de los contenedores:** Debido a que en los contenedores del programa de clasificación de residuos sólidos de 1993, se recolecta materia orgánica, la frecuencia de recolección debe de ser diaria, razón por la que las dimensiones de estos contenedores son en realidad pequeñas, luego al estar localizadas muchos de estas isletas de contenedores en zonas de gran circulación, su capacidad se ve con frecuencia colmada. Por lo que el nuevo programa propuesto en este trabajo, no contempla la captación de materia orgánica, logrando así que la frecuencia de recolección disminuya, además de que los volúmenes de los contenedores serán mayores.

<sup>∇</sup> Difícil sería afirmar que el programa ha funcionado como se esperaba, ya que en realidad ha sufrido grandes tropiezos y en la actualidad el programa de recolección de residuos sólidos sólo se está llevando a cabo en algunos institutos o centros de manera aislada.

Fig. 2.17 Contenedores tipo del programa. El tipo de botellas de vidrio que se captan en estos contenedores es el tipo de desecho por contenedor utilizado en las casas utilizadas para el estudio. El tamaño de los contenedores es de 0,35x0,35x0,54725 m.



Otro requerimiento que no cumplen los contenedores del programa estudiado es que no son estéticamente atractivos, razón por la que no motivan la participación de los usuarios. Su forma de cajón no ofrece ninguna innovación al almacenaje de los residuos, y cuando estos se encuentran localizados en espacios exteriores permiten que la lluvia moje los subproductos, perdiendo así su valor comercial. La manera en que se apilan (uno sobre otro), formando una torre de hasta casi 2 m que resulta incómoda para la aportación de los residuos, puesto que el usuario debe agacharse casi a ras de suelo para introducir sus desperdicios en el primer contenedor, mientras que un niño no alcanzaría a depositar su desecho en el último contenedor (ver fig. 2.19).

La falta de colores distintivos en los contenedores, según el tipo de desecho (convención internacional, ver tabla 4.1) dificultan la clasificación de los residuos sólidos, ya que en este programa todos los contenedores tienen un tono grisáceo que lejos de motivar a la gente hacen difícil la localización de los módulos de contenedores.

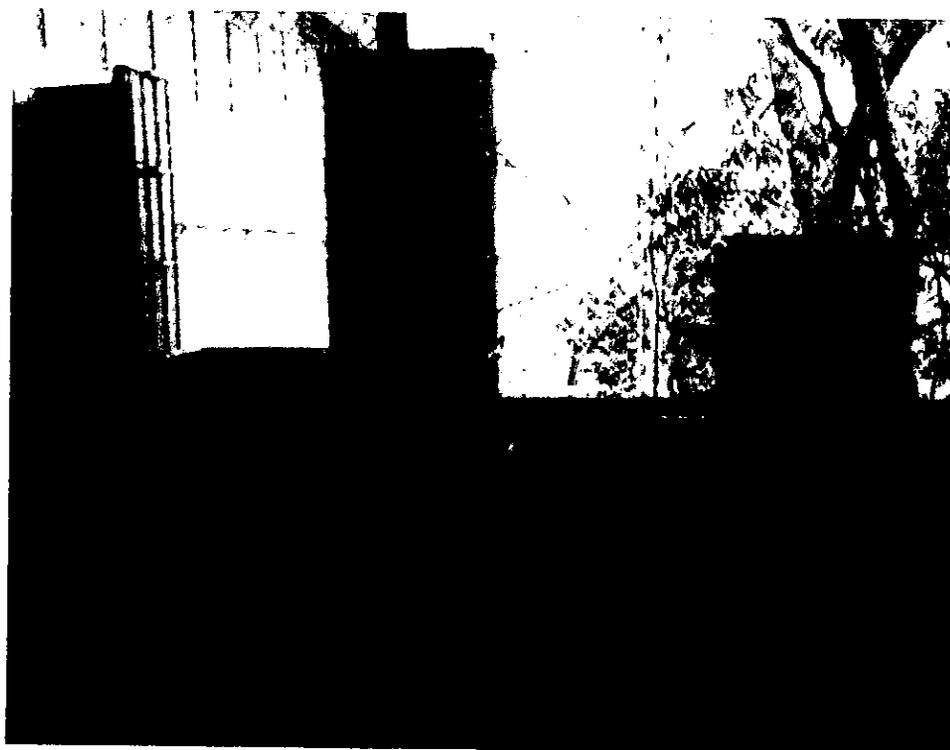
- Mala señalización de los contenedores: Los letreros de clasificación de los contenedores no son resistentes, ya que fueron hechos sobre papel bond, desprendiéndose fácilmente, debido a la simple manipulación o inclemencias del tiempo, además de que no se muestra ninguna información al usuario sobre los objetos que se quieren captar o no restringen aquellos residuos no deseables que pudieran contaminar a los subproductos captados (ver fig. 2.17).

Un problema que se observó con mucha frecuencia fue la repetición de contenedores con el mismo letrero de clasificación, dentro del mismo módulo de recepción, lo que provocaba la ausencia de otros contenedores para captar los demás subproductos, todo esto le restaba seriedad al programa y hacía resaltar su falta de organización durante la operación.

Fig. 2.18 Contenedores tipo del programa de 1993, obsérvese la duplicidad en los letreros de clasificación o su ausencia



Fig. 2.19 Contenedores tipo del programa de 1993. Obsérvese la altura a la que pueden llegar a apliarse.



- **Concientización social y promoción:** La campaña para difundir el programa en sus inicios fue acertada, ya que en diversos espacios universitarios se constató la existencia del programa, pero conforme fue transcurriendo el tiempo, la promoción del programa fue perdiendo fuerza, hasta la actualidad que no se sabe si el programa continúa o ha dejado de existir.

Los contenedores se encuentran aislados, sin ninguna información que muestre el grado de avance del programa, o que aliente la participación del público o algún tema ecológico de interés.

La promoción de este programa debe realizarse a través de todos los espacios de comunicación universitaria que existen sin excepción (folletos, carteles, gaceta universitaria, Radio Universidad, TV-UNAM, página en Internet, etc.), además de posibles conferencias sobre los avances del programa y temas de ecología en todas las dependencias en las que el programa se instaure.

- **La acción de los pepenadores:** Existe en C.U. un gran número de personas que se dedican de manera informal a la recolección de ciertos residuos sólidos que poseen valor comercial. Estas personas acuden generalmente a las artesas de cada dependencia o deambulan por los contenedores de los patios y jardines. Al instaurarse un programa de recolección y clasificación de residuos sólidos en la Universidad, el valor comercial de los subproductos recuperados de la basura generada en esta institución educativa debe pasar a manos del patronato de la Universidad, para que éste disponga cual será la dependencia encargada de administrar los fondos y lograr que estos puedan transformarse en mejoras directas para la Universidad.

Desafortunadamente la acción de estas personas no beneficia a la comunidad universitaria, ya que suelen desordenar las artesas y volcar los contenedores provisionales para hallar los materiales valiosos, propiciando la dispersión de los contaminantes, así como una imagen negativa en la Universidad (ver fig. 2.20).

Fig. 2.20 Acción de los pepenadores en C.U.



- **Mala ubicación de los contenedores:** La distribución inicial que se propuso para los contenedores puede mejorarse estudiando cuales son los principales corredores de circulación dentro de cada dependencia, para dotar de nuevos contenedores a aquellos sitios en los que la captación pueda verse enriquecida, sin descuidar las partes de menos circulación procurando en estos últimos sitios, brindar por lo menos el contenedor que albergue la clasificación de "todo lo demás". Deberán cuidarse aspectos especiales como el vandalismo, intemperismo, contexto arquitectónico, mantenimiento, etc.

Otro tipo de distribución de los contenedores que se presenta frecuentemente en algunas facultades y que en nada beneficia al programa es la dispersa como se puede apreciar en la siguiente figura, ya que los usuarios deben de caminar largas distancias para encontrar el depósito de basura adecuado al desecho que quieren eliminar, lo que se facilitaría si los contenedores se encontraran agrupados en una "isleta de contenedores" o estación de captación.

Fig. 2.21 Distribución dispersa de los contenedores del programa de clasificación de residuos sólidos lanzado en 1993.



- **Presencia de animales:** Esta se da generalmente en las artesas de cada dependencia que en su mayoría se encuentran abiertas y aunque recientemente se adquirieron contenedores de plástico rodantes, la mayoría de los desperdicios no son almacenados correctamente (ver fig. 2.22), quedando muchos de ellos esparcidos alrededor, propiciando que animales como perros, gatos y ratas rondan alrededor de esta basura.

- El programa pretendió abarcar a toda la Universidad en un primer intento: Si bien es cierto que se realizó una prueba piloto sobre el funcionamiento del programa, en las dependencias localizadas dentro del denominado circuito escolar, probablemente ésta no arrojó resultados claros sobre las perspectivas del mismo, ya que posteriormente, el programa en su fase operativa abarcó toda la Ciudad Universitaria, implicando esto una muy fuerte erogación de recursos y problemas para su seguimiento detallado, lo cual finalizó con un abandono del mismo en muchas dependencias. El programa debió ir creciendo conforme a los resultados que se fueran obteniendo, planteando metas consecutivas a corto plazo.
- El manejo de los residuos orgánicos: La producción de composta como mejorador de suelos o la creación de alimento para animales, dificultó enormemente el manejo de los residuos sólidos por separado, ya que para ello se necesitan instrumentos, infraestructura y personal especializado. Además de que obliga a una frecuencia de recolección diaria y a una limpieza más rigurosa de los contenedores.
- Falta de participación por parte de los usuarios: Como se mencionó anteriormente muchos alumnos no participaron con el programa, lo cual puede deberse a que no están consientes de la problemática que generan los residuos sólidos y la importancia de su reducción. Puesto que este programa no brindó la información suficiente y constante al respecto. Por lo que deben de reforzarse los mecanismos que propicien la participación de los usuarios.
- Marginación de las artesas: Como puede observarse en la figura 2.22, gran cantidad de las artesas o zonas de concentración temporal de la basura, se encuentran desprotegidas (en el caso de que capten residuos reciclables recuperados) y sucias (ya que no se lavan, ni da mantenimiento regular).
- La implementación de los contenedores de plástico de 1 m<sup>3</sup>: en sustitución de las antiguas artesas de piedra, ya que estos contenedores no se pueden proteger, se rompen en muchos casos, ya que son manipulados por el camión, no se les ha dado el mantenimiento adecuado, ni se han lavado, con lo que han deteriorado la imagen universitaria (ver fig. 2.22)

Fig. 2.22 Contenedores de plástico verde de 1 m<sup>3</sup> en sustitución de las antiguas artesas, obsérvese el desorden total e incluso la pepena que se esta realizando.



## 2.12 CONCLUSIONES SOBRE EL PROGRAMA DE RECICLAJE ANTECEDENTE EN C.U.

A continuación se presentan dos tipos de conclusiones, las primeras son las conclusiones a las que llegaron los coordinadores del programa en una primera evaluación del mismo, las que se obtuvieron de las referencias bibliográficas 6 y 13, mientras que las segundas son las derivadas del propio análisis del presente capítulo.

### 2.12.1 Conclusiones de los coordinadores del programa:

1. El programa de clasificación y recolección de residuos sólidos implementado en C.U., no solo puede ser autofinanciable, sino que la U.N.A.M. puede obtener beneficios económicos del correcto funcionamiento del mismo.
2. De los recursos derivados del programa, es recomendable renovar la planta vehicular, especialmente con transportes adecuados para el manejo de los residuos sólidos por separado.
3. Es necesario poder adaptar el programa según las necesidades que se vayan presentando; es decir el programa debe de ser flexible.
4. Se debe de mantener una supervisión permanente, que resuelva dudas, escuche sugerencias y en general que se mantenga una buena comunicación con los encargados del programa dentro de cada dependencia.
5. Es necesario dar una amplia y permanente difusión del programa, sus avances, objetivos y acciones a todo el personal de intendencia, de barrido, de jardinería, transporte y administrativos encargados del programa en cada dependencia.
6. Es recomendable imprimir cartelones con la información básica del programa, para motivar a toda la comunidad universitaria a que participen activamente en las acciones de separación de residuos sólidos, además de realizar una campaña de difusión masiva y permanente por medio de folletos, revistas, carteles, gaceta U.N.A.M., Radio U.N.A.M. y T.V.-U.N.A.M.
7. Se deben de planear los mejores controles que efficienten el manejo de los residuos sólidos, por parte del personal universitario encargado (principalmente al personal de transportes y del centro de acopio), por medio de el registro en formatos de recepción y cuantificación de los residuos sólidos.
8. Es conveniente adaptar las artesas, de tal forma que queden cerradas y bajo control del personal universitario, con el fin de evitar la extracción de los subproductos recuperados por parte de los pepenadores y evitar la intromisión de animales.
9. Se deberán establecer las rutas y horarios de recolección de acuerdo a los volúmenes de generación de los residuos y a las facilidades de acceso.
10. Debe existir un manual de operación completo de todo el sistema.
11. Para un mayor aprovechamiento de las unidades de transporte de la U.N.A.M. y evitar un mayor desgaste de las mismas, se recomienda que estas solo se utilicen en el interior de C.U. y no intervengan en la comercialización externa de los subproductos recuperados, definiendo claramente las condiciones y características de la comercialización con la empresa concesionada para ello. Además de efectuar un ondeo periódico del precio real de los subproductos comercializados.
12. Sería conveniente dejar fuera del programa los desechos producto de investigaciones de las áreas biomédicas, ya que algunos de ellos son de alta peligrosidad (compuestos químicos, jeringas, etc.), contaminados con excremento o diversos tipos de sustancias que solo el personal especializado conoce su manejo.
13. Debe promoverse que la separación de los residuos sólidos de los comercios y comedores (regulados por la Dirección General del Patronato Universitario), se realice en su lugar de origen.

## 2.12.2 Conclusiones derivadas de la investigación (propias)

1. La mayoría de las Facultades aún conocen el Programa de Clasificación y Recolección de Residuos Sólidos Implementado en 1993 (10/13 Facultades si lo conocen). En la Facultad de Contaduría y Administración y en la de Ciencias (2/13 Facultades) el programa ya no existe, ni tampoco su remanente; esto debido a que en estas facultades se cuenta con contenedores fijos que forman parte de la Arquitectura de cada facultad, además de que su número es elevado, lo que hace innecesaria la colocación de otro tipo de contenedores, sobre todo si estos no se encuentran controlados como se observó en la mayoría de las facultades estudiadas en el caso del programa de recuperación de residuos sólidos actual. En la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales no se obtuvieron datos (1/13 facultades).

2. Aunque las autoridades encargadas del programa mencionan que *"En la U.N.A.M. existe un proyecto interno de reciclaje de materiales, el cual inició hace 3.5 años y gracias al cual, durante los últimos meses se han reusado y comercializado muchas toneladas de papel..."*<sup>(27)</sup>, la realidad es que en todas las facultades que se visitaron, dicho programa no se encuentra funcionando. El programa de Residuos Sólidos que se está llevando actualmente se ha restringido únicamente a ciertos edificios administrativos específicos.

3. Las nuevas generaciones de estudiantes universitarios ingresados a C.U. después de 1996, de manera general, no conocen el programa de recolección y clasificación de residuos sólidos implementado en 1993, ya que lo que hoy únicamente pueden observar es una gran cantidad de contenedores grises en forma de cajón, dispersos por toda la universidad (es decir sólo se observan los remanentes de lo que fuera el programa implementado en 1993).

4. Parte de la tendencia de estudiantes que opina que el Programa de Recolección de Residuos Sólidos llevado a cabo en la Universidad es bueno, confundió la pregunta No. 4. Específicamente confundió la acción por la intención, ya que al leer las justificaciones de sus respuestas positivas, argumentan que: *"estos programas son buenos puesto que benefician al medio ambiente"*, este tipo de respuestas no son representativas del verdadero sentido de la pregunta.

5. La mayoría de los usuarios que conoce el programa, piensa que este ya no continúa funcionando, mientras que las autoridades encargadas del mismo comentan que sí se cuenta con un programa de este tipo.

6. Se observó la falta de integración de una comunidad universitaria participativa ante la problemática de la captación de los residuos sólidos separados, ya que al interrogar a estudiantes y trabajadores, los primeros acusaban a los trabajadores de revolver en la parte final de la recolección todos los residuos clasificados, dando un mal ejemplo y perdiendo el trabajo de separación de los usuarios. Mientras que los trabajadores afirman que los estudiantes carecen de una cultura ecológica porque señalan que son ellos los que no separan sus residuos.

7. Dentro de las personas que sí conocen el programa, la mayoría de ellas tiende a participar (67.76%), mientras que el restante (32.24%) no lo hace en su mayoría porque juzgan inútil al programa.

8. El apartado anterior demuestra que en realidad la gente sí tiene deseos de participar en este tipo de programas, pero desgraciadamente el mal funcionamiento de éste los desalienta.

9. Las calificaciones que más se asignaron al programa fueron: DEFICIENTE y REGULAR, lo que significa que de manera general existe un disgusto con el actual programa de recuperación de materiales.

10. La mayoría de las personas encuestadas (46.39%) afirman que si les gustaría participar en un programa de recuperación de residuos sólidos en la Universidad, el 42.20% de los encuestados no está segura si desea hacerlo y solo el 4.18% no quiere saber del asunto.

11. De los siete subproductos que se captaban en un inicio del programa, en la actualidad solo se recolecta el papel (en sus diversos tipos), cartón y vidrio.

12. El programa actual ha perdido fuerza y no se ha desarrollado como se planeó, se ha tendido a privatizarlo, por lo que debe reestructurarse para difundirlo por todo el campus universitario y lograr cumplir las metas propuestas.

### 3. SISTEMA DE RECOLECCIÓN ACTUAL EN C. U.

### 3.1 MARCO GENERAL.

El terreno que comprende la Ciudad Universitaria tiene alrededor de 711 ha (7,110,000 m<sup>2</sup>), donde se han construido más de 856,000 m<sup>2</sup> en interiores y 793,000 m<sup>2</sup> en exteriores. El campus universitario es atravesado por la principal avenida del Distrito Federal, además de que se cuenta con 1 estación terminal del sistema colectivo de transporte metro (Estación Universidad línea 3.), en su conjunto Ciudad Universitaria recibe a más de 100,000 personas diariamente. En dicha ciudad se atienden 321 edificios, 42.4 km de vialidades y andadores, 1,006,600 m<sup>2</sup> de áreas verdes y jardines, así como 198,000 m<sup>2</sup> de áreas deportivas <sup>(4)</sup>. Por consiguiente la numerosa población flotante origina entre otros problemas, el de los desechos sólidos. Según cuantificaciones recientes en C.U. se generan aproximadamente 25 ton de basura diariamente<sup>(4)</sup>.

Dejar de recolectar los desechos sólidos por más de 3 días, puede representar un grave problema (movilizar más de 100 ton de basura, descomposición de residuos orgánicos, procreación de fauna nociva, etc.).

### 3.2 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LA BASURA EN C.U.

La basura se colecta de diversas formas en Ciudad Universitaria:

- Mediante el bote de basura que se encuentra dentro de salones, cubículos y oficinas (ver fig. 3.0).
- El bote de basura que se encuentra en pasillos y andadores de las dependencias (ver fig. 3.2)
- Las campanas exteriores que se localizan en explanadas, corredores y vialidades (ver fig. 3.3)
- Las artesas que se encuentran distribuidas en toda C.U. (ver fig. 3.4)

Fig. 3.0 Bote de basura ubicado en el interior de un salón, observe su diseño moderno (Foto tomada en el Centro de Investigaciones de Diseño Industrial de la U.N.A.M.)

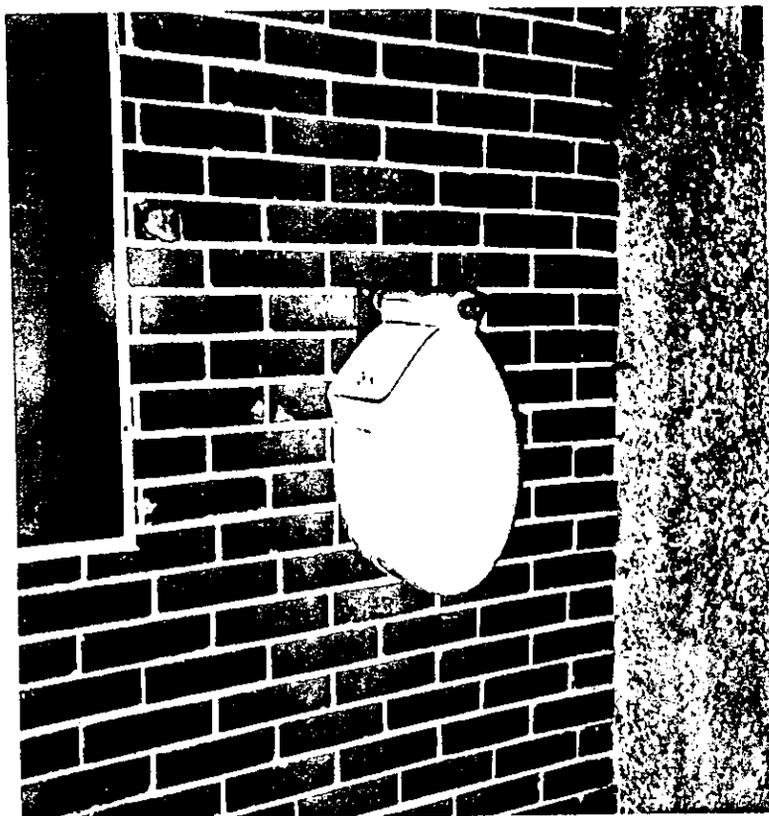


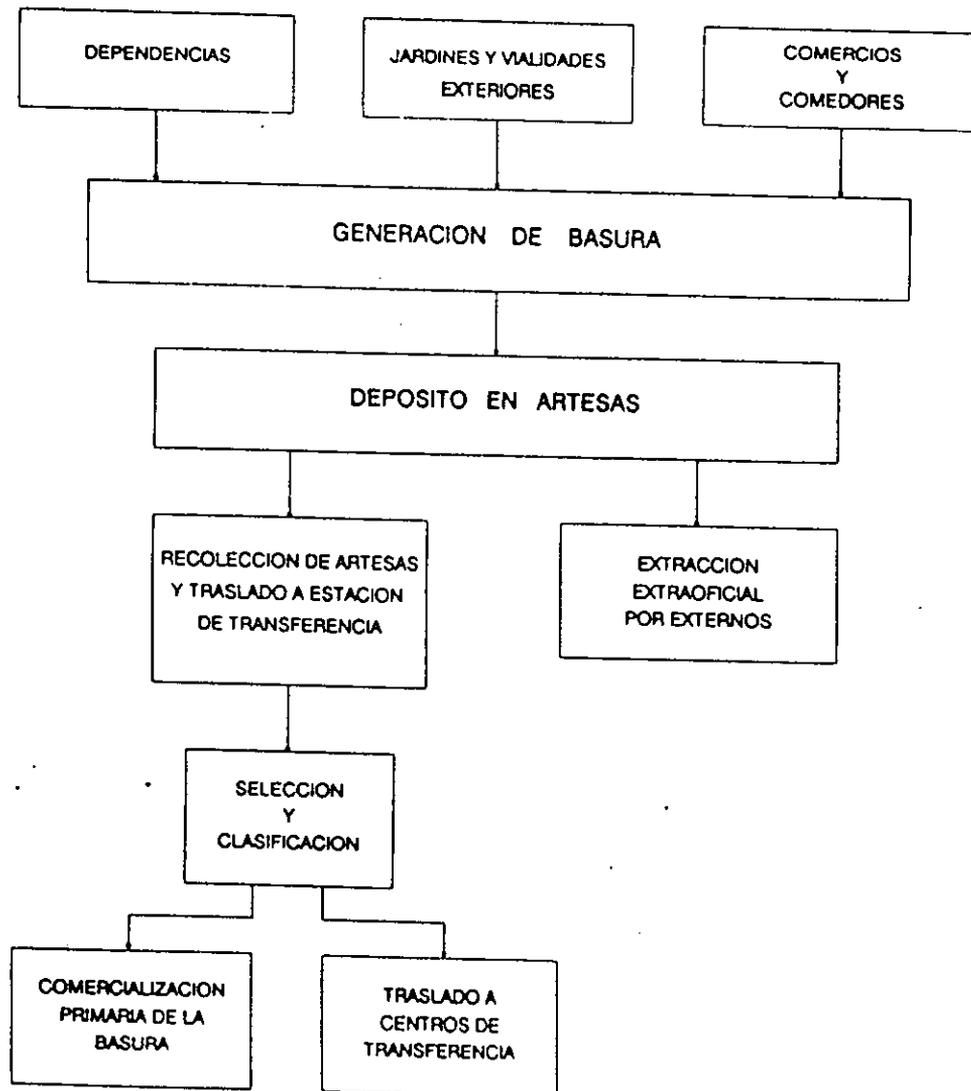
Fig. 3.1 Diagrama del proceso de recolección de la basura del actual sistema <sup>(6)</sup>

Fig. 3.2 Botes de basura ubicados en la Facultad de Ciencias en pasillos Internos, obsérvese como tratan de armonizar con la Arquitectura de la construcción ( $V=0.3(0.3)0.3=0.027 \text{ m}^3$ )



Fig. 3.3 Campanas típicas para la recolección de la basura, en espacios exteriores de C.U. ( $V=0.37(0.5)0.7=0.1295 \text{ m}^3$ )

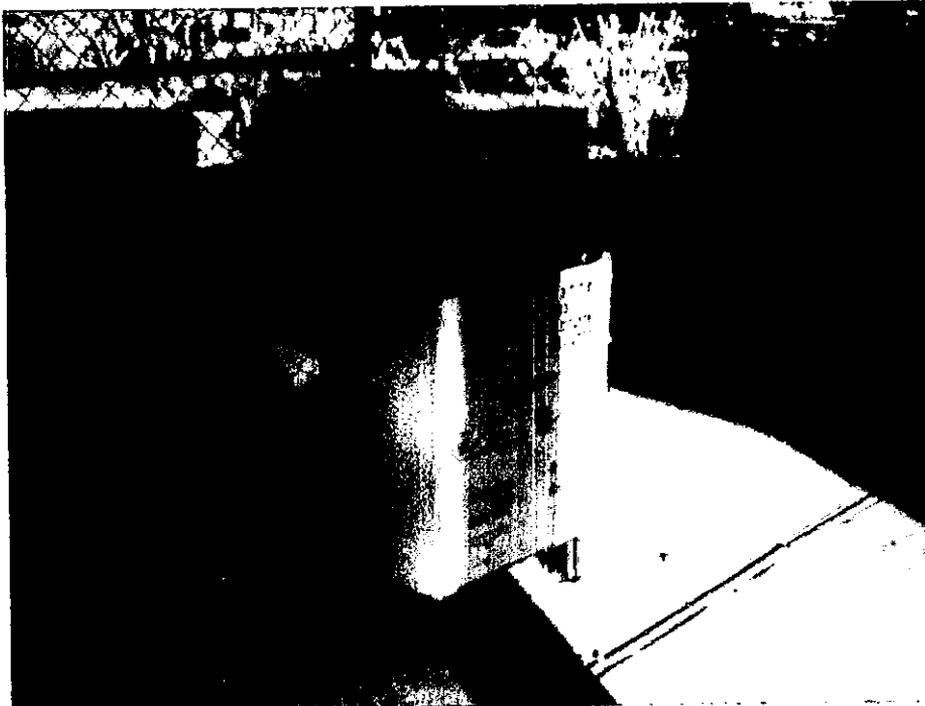


Fig. 3.4 Artesa localizada a un colectivo del C.E.L.E., donde hay contenedores de plástico verde (150 l) (200 l) (300 l)



La basura recolectada en botes de basura interiores, así como los desechos generados de la limpieza y barrido de cada dependencia, son transportados por personal de intendencia de dicho centro hasta la artesa que le corresponda, en algunas de ellas existen contenedores de plástico verdes rodantes (ver fig. 3.4), que se encuentran especialmente diseñados para que por medio de un camión recolector de carga trasera adaptado con brazos mecánicos, realice automáticamente la operación de vaciado de los mismos (acción que demora aproximadamente 1 minuto por contenedor, lo que agiliza enormemente las acciones del personal de recolección, pero no contribuye a la separación de los desechos sólidos). La brigada de recolección necesaria para recolectar la basura de esta forma está constituida por 1 chofer y 2 oficiales, aunque en realidad esta brigada podría simplificarse a 2 personas.

La basura recolectada en las campanas es recogida por personal del Departamento de Recolección de la Dirección General de Obras y Servicios Generales (D.G.O.S.G.) y llevada directamente a los camiones recolectores.

Los camiones recolectores entonces recolectan la basura de las campanas y artesas (denominadas contenedores finales), para que una vez que se encuentran colmados la transporten a la estación de transferencia de la delegación Coyoacán o Tlalpan.

En algunas ocasiones y dependiendo de la carga de trabajo, los camiones descargan la basura en el centro de acopio (antiguo incinerador de basura de C.U.), para poder cargar mas durante sus horas de trabajo. Más tarde podrán regresar, en caso de ser necesario para recogerla toda y llevarla a la estación de transferencia.

Fig. 3.5 Estado actual del centro de acopio de residuos sólidos (antiguo incinerador de basura) de C. U.



Las áreas verdes, se mantienen gracias al personal específico del departamento de Jardinería de la D.G.O.S.G., que recolecta los desechos vegetales, producto de la poda de arboles, arbustos y plantas, colocándolos en los depósitos específicos que para ello se encuentran distribuidos a lo largo de las vialidades universitarias (ver fig. 3.6), donde se recuperan para trasladarlos a digestores biológicos ubicados en la planta de compostaje de C.U. para la producción de composta vegetal de alta calidad. En la actualidad se tienen 40 de estos contenedores con capacidad de 4 m<sup>3</sup>. La planta de compostaje se localiza en el costado sur de C.U., muy cerca de las instalaciones para trámites de los aspirantes a nuevo ingreso (Av. Del Iman) y cuenta con una superficie de 1.5 ha.

En la planta de compostaje, los residuos de jardinería son triturados mediante maquinaria automática hasta un tamaño de partícula de 2" y mezclados con estiércol y residuos alimenticios de los comedores, posteriormente son apilados mediante el empleo de pequeños cargadores frontales o "bobcats" en largas filas, que guardan la relación de 2h (el ancho de la fila) por 1h (de altura), sin importar el largo de la fila. Luego gracias a la acción del sol y de las bacterias y hongos, aunado a la aireación mecánica, proporcionada por los cargadores frontales, las pilas sufren una transformación que reduce el tamaño de sus partículas y altera sus propiedades físicas, ya que el follaje comienza a desintegrarse y el color de los residuos se oscurece hasta tomar una tonalidad negra. Así después de 3 meses se tiene como resultado un mejorador de suelos de alta calidad (que no es lo mismo que la tierra negra vegetal).

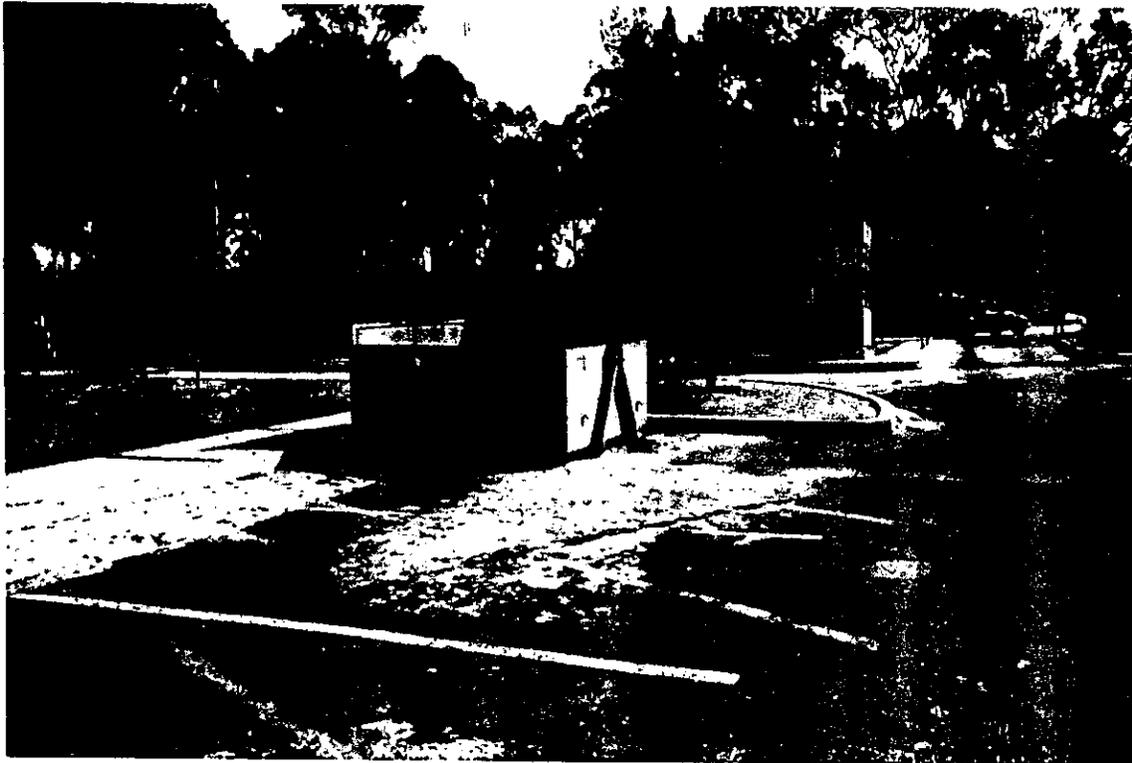
La planta de compostaje de C.U. tiene diferentes rendimientos, esto debido a las condiciones naturales que influyen directamente en el crecimiento de mayor o menor cantidad de plantas; es decir en épocas de lluvia se pueden llegar a recolectar hasta 20 contenedores de 4 m<sup>3</sup> cada, mientras que en temporada de estiaje en promedio tan solo se recolectan 5 contenedores de 4 m<sup>3</sup> cada.

De 1 m<sup>3</sup> de follaje recolectado y tratado en la planta de compostaje tan solo se obtienen aproximadamente 15 cm<sup>3</sup> de composta. Un problema adicional es la mezcla de basura con los residuos de jardinería.

Los principales factores que es necesario controlar durante el proceso de compostaje son: la temperatura, la humedad, el oxígeno y la relación carbono-nitrogeno.

La planta de compostaje de la Universidad Nacional, lleva más de cinco años trabajando y produce un promedio de 11 camiones de 6 m<sup>3</sup>/mes de composta de alta calidad.

Fig. 3.6 Contenedor especial para la recolección de residuos de jardinería (7 x 4 m<sup>2</sup>)



### 3.3 EQUIPAMIENTO.

La Dirección General de Obras de Ciudad Universitaria, cuenta con 9 vehículos recolectores

- 2 camiones tipo volteo.
- 1 camión tipo volteo modificado.
- 1 camión tipo cilindro con capacidad de 12 m<sup>3</sup>.
- 2 camiones tipo cilindro con capacidad de 15 m<sup>3</sup>.
- 3 camiones compactadores de carga trasera.

Cada uno tiene una ruta asignada, en la cual van visitando los artefactos y campanas correspondientes, para vaciarlas y limpiarlas. Además se cuenta con:

- 3 maquinas barredoras.
- 200 contenedores rodantes de plástico verde de 1 m<sup>3</sup>.
- 40 contenedores metálicos de 4 m<sup>3</sup> para residuos orgánicos.

### 3.4 RUTAS DE RECOLECCIÓN

Actualmente la recolección de basura se realiza en 6 rutas que son:

1. Estadio Olímpico / Reserva ecológica.
2. Circuito Interior.
3. Circuito Exterior.
4. Circuito Escolar.
5. Circuito de la Investigación científica.
6. Centro Cultural.

En las tablas 1 a 5 compiladas en el anexo 4, se muestran en detalle cada una de las rutas de recolección, pudiéndose observar la localización de cada artesa, el número de tambos que genera, su volumen respectivo, el total por semana y algunas observaciones particulares.

### 3.5 CUANTIFICACIÓN DE LA BASURA GENERADA EN C.U.

El siguiente estudio fue realizado por personal del P.U.M.A. miembros del área de Educación Ambiental, debiéndose incorporar a las actividades diarias del personal de recolección de la D.G.O.S.G. Las actividades se realizaron del 4 al 8 de Julio de 1994. Debido a problemas con el personal sindicalizado y por falta de apoyo de su parte, la cuantificación de la basura en el Centro Cultural no fue realizada, por lo que las cantidades de basura solo fueron estimadas.

La basura que se encuentra en las artesas se vierte por medio de palas manuales, en tambos metálicos de 200 l, los cuales se cargan para ser vaciados a los camiones tipo cilindro por 1 o 2 personas hasta la altura de carga del camión, que nunca es inferior a 1.6 m del piso (dependiendo del tipo del camión la altura de carga varía de 1.6 hasta 2.2 m). Con base en la experiencia de estudios realizados en la Universidad se determinó que el peso medio de estos tambos es de 30 kg, lo que permite estimar la densidad promedio de la basura recolectada en C.U. sin prensar en  $0.15 \text{ ton/m}^3$  (0.15 kg/l).

En una artesa se pudieron contar 100 movimientos de carga (llenado de 100 tambos) desde la artesa hasta el camión con altura de carga de 2.1 m, lo que demanda un gran esfuerzo físico del personal y además implica el contacto directo de las partes del cuerpo con la basura. Se pudo comprobar que las rutas seguidas por los camiones no corresponden fielmente con las descritas en el plano de la D.G.O.S.G.

## 3.6 RESULTADOS

Las tablas 1 a 5 que se muestran en el anexo, indican los valores obtenidos en cada artesa, por cada una de las rutas, durante la semana de recolección. Es importante hacer notar que en 3 de las 5 rutas no se completo el recorrido de las artesas previsto, ya que la capacidad de trabajo del personal y del equipo se vio superada.

En la siguiente figura se puede observar que la mayor cantidad de basura se recolecta en el Circuito de la Investigación Científica y la menor cantidad en el Circuito Escolar. El volumen semanal de basura colectada (sin prensar) en las 5 rutas indicadas es de 562 m<sup>3</sup>, lo cual equivale a 89 toneladas. Esto corresponde a promedios diarios de 112 m<sup>3</sup> o 18 toneladas.

Se estima que esta cantidad corresponde al 75% de toda la basura colectada, si se incluye un margen de error del 10% por mediciones, más la aportación que no fue medida en la ruta del Centro Cultural, entonces las cantidades diarias son de aproximadamente 25 toneladas de residuos, lo que equivale a un volumen sin prensar de 149 m<sup>3</sup> y prensado (por el camión) de 52 m<sup>3</sup> (35% del volumen sin prensar).

Tabla 3.1 Resumen de la basura colectada en cada una de las Rutas de recolección en C.U.<sup>(6)</sup>

RUTAS	VOLUMEN COLECTADO	PESO
	m <sup>3</sup>	ton
1. Estadio Olímpico/Reserva ecológica	85.30	12.80
2. Circuito Interior	131.10	19.67
3. Circuito Exterior	145.60	21.84
4. Circuito Escolar	77.30	11.60
5. Circuito de la Investigación Científica	152.70	22.91
<b>S U M A</b>	<b>592.00</b>	<b>88.82</b>

Una observación importante que debe ser resaltada es que en C.U. se recolectan enormes cantidades de basura de origen doméstico, se estima que esto representa el 40% del total.

También se obtuvieron datos sobre las cantidades de materiales reciclables con interés comercial que podían ser captados, así pues la fig. 3.2 muestra los valores de toda la semana de residuos separados y los porcentajes que representa cada fracción con respecto al total de la basura recolectada. Se puede observar que las cantidades obtenidas son bajas. En total solamente 3.03 ton (3.37%) del montón original de basura tiene algún valor comercial, por lo que se estima que el beneficio comercial del material separado no es suficiente para pagar el salario mínimo de 10 personas que se dedicarán a la pepena.

Tabla 3.2 Fracciones y cantidades separadas de la basura recolectada en C. U.<sup>(6)</sup>

FRACCIONES	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES Y VIERNES	SUMA	SUMA	% reciclable del montón original
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	ton	
Vidrio	439.0	317.6	334.9	340.7	1432.20	1.43	1.60
Papel	22.7	145.8	104.6	86.7	359.80	0.36	0.40
Cartón	281.9	246.0	251.3	120.0	899.20	0.90	1.00
Aluminio	11.8	12.2	13.8	5.6	43.40	0.04	0.05
Metal	29.4	0.0	25.4	20.8	75.60	0.08	0.08
Plástico	99.2	27.2	57.3	33.6	217.30	0.22	0.24
					<b>SUMA: 3027.50</b>	<b>3.03</b>	<b>3.37</b>

## 3.7 CONCLUSIONES

- El estudio se realizó en 1994, por lo que la situación actual del manejo de los residuos sólidos a cambiado, principalmente debido a que se han comprado nuevos equipos (camiones compactadores de carga trasera, que permiten cargar automáticamente los contenedores de plástico que se han dispuesto en sustitución de las artesas).
- C.U. produce aproximadamente 25 ton diarias de basura, lo que equivale a un volumen sin prensar de 150 m<sup>3</sup> y prensado de 55 m<sup>3</sup>.
- Se recomienda que todos los vehículos de recolección sean de carga posterior y que la tolva colectorora no se encuentre a más de 1 m de altura del piso, además de que deberán de contar con sistema de compactación o prensado de la basura.
- Deberán de ser eliminadas las campanas colocadas cerca de vialidades y en zonas de jardines con muy poca afluencia de visitantes y en su lugar deberán ser colocados letreros que indiquen que el arrojar basura en la vía pública es un delito y hacer un llamado a la colaboración. El personal de vigilancia deberán ser instruidos para que realmente vigilen y ayuden a evitar este tipo de anomalías.
- La basura llega ya pepenada al Centro de Acopio. Las cantidades separadas de materiales reciclables comercialmente interesantes alcanzaron solamente el 3.37% del total, lo que hace que hoy no sea rentable el esfuerzo de separar los residuos en el Centro de Acopio.
- Algunas dependencias<sup>(A)</sup> como las tiendas 1 y 3 de la Universidad, la Dirección General de Publicaciones y Diseño Industrial, deberán considerarse como casos excepcionales ya que generan una gran cantidad de residuos susceptibles de ser reciclados o tienden a descomponerse rápidamente.
- Se estima que aproximadamente el 40% de la basura recolectada es de origen doméstico.
- Aunque se adquirieron contenedores de plástico verde de 1 m<sup>3</sup> de volumen, con tapas y ruedas, la verdad es que no se les ha dado el mantenimiento adecuado, no se han lavado y no ha mejorado la situación que se presentaba en las artesas de concentración.

Fig. 3.7 Situación actual de las antiguas artesas en C.U.



4. PROGRAMA PROPUESTO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN C.U.

#### 4.1 ORIGEN DEL NUEVO PROGRAMA

Como se observó en los capítulos anteriores, la U.N.A.M. en su principal campus (Ciudad Universitaria) hoy no cuenta con un sistema de captación de residuos sólidos separados en su generación, capaz de satisfacer las condiciones particulares que aquí se presentan. Si bien se han promovido propuestas de programas en varias etapas, ninguna ha podido cumplir en su totalidad las necesidades de los diversos espacios universitarios y se ha tendido más bien a la independencia por parte de cada dependencia para manejar este tipo de proyectos; lo que aumenta el costo del manejo de los residuos sólidos y complica las relaciones laborales. Ejemplo de lo anterior es el sistema de recolección de residuos sólidos separados que en muchos edificios de la zona de institutos se lleva acabo.

Si bien el estudio y manejo de la basura siempre han sido despreciados de alguna forma, hoy debemos comenzar a hablar más de residuos que de basura, puesto que dichos residuos poseen un valor intrínseco que es posible recuperar gracias por un lado a la escasez de los recursos naturales vírgenes y por otro al desarrollo de tecnologías para su reciclamiento.

En C.U. ha comenzado hace algunos años un proceso de control y vigilancia más intenso, debido principalmente a los problemas de seguridad (se han bardeado los límites de muchas dependencias), pero han olvidado proteger o incluir sus respectivas artesas, tal vez debido a que fueron construidas en zonas alejadas del tráfico humano (para evitar así problemas de salud y estética) y para no interferir con los recorridos realizados por el personal de recolección, o simplemente porque no consideraron que la basura podría tener valor algún día.

Este nuevo programa pretende subsanar las deficiencias del programa de reciclaje actual que se detectaron durante el estudio del mismo (ver capítulo 2, apartado 2.11), así como complementar dicho programa en aquellos puntos que no se han contemplado. Para lo que se pretenden vaciar los conocimientos adquiridos de otras experiencias en diversas instituciones educativas, junto con los conocimientos teóricos recibidos durante la carrera.

Si bien es cierto que en 1993 se puso en marcha el programa de recuperación de residuos sólidos por parte de la Universidad (P.U.M.A y D.G.O.S.G.), el presente trabajo busca una integración total de la comunidad universitaria, para luchar contra la contaminación, es decir, busca trabajar en forma conjunta, ya que el programa anterior trabaja solo de manera aislada en diversos centros universitarios.

#### 4.2 OBJETIVO

Al igual que el programa anterior, el objetivo primordial es el de reciclar la corriente de residuos sólidos en el origen de su generación, logrando la recuperación de residuos reciclables para preservar así los recursos naturales. Además de ser un programa formativo para la cultura ambiental de los estudiantes.

#### 4.3 METAS

- Reducir en un 20% la corriente de basura generada en el campus universitario específicamente en la zona escolar, mediante la recuperación de desechos reciclables (papel, plástico y vidrio).
- Integrar un departamento (de Residuos Reciclables) autónomo en sus actividades, encargado de la implementación, operación, administración y mantenimiento del programa propuesto, dependiente de la D.G.O.S.G. y con asesoría externa del P.U.M.A.
- Aplicar al 100% las (2) rutas de recolección propuestas.

- Contar con personal de todos los niveles realmente capacitados y conscientes de sus responsabilidades.
- Comercializar los residuos sólidos captados para poder ser a mediano plazo, un programa autofinanciable.

#### 4.4 UNIVERSO DE ACCIÓN

Se incorporarán para los alcances de este proyecto exclusivamente a todas las facultades de C.U. (ver tabla 2.7). En el plano de la fig. 2.10 se puede observar que la mayoría de las facultades (9/13) se encuentran concentradas dentro del circuito viejo y solo (4/13) las facultades de Veterinaria, Ciencias Políticas, de Ciencias y de Contaduría y Administración se encuentran más alejadas; sin embargo todas las facultades se encuentran del lado oriente de la Avenida Insurgentes.

#### 4.5 PARTICIPANTES

- Los estudiantes: Por representar estos la mayoría de los usuarios de C.U. (con aproximadamente 78,300 jóvenes<sup>(9)</sup>), el enfoque con el que fue concebido este proyecto es precisamente educativo, buscando la formación de universitarios comprometidos con el cuidado del medio ambiente.
- Los académicos: Estos llegan a ser la segunda fuerza en importancia (con 14,816 profesores<sup>(9)</sup>), donde su posible influencia sobre sus alumnos, propicia a solicitar su colaboración para la concientización del resto de la comunidad universitaria.
- Los administrativos: son un grupo importante ya que casi todos trabajan tiempo completo dentro de la universidad, lo que los obliga a realizar diversas actividades dentro de C.U. y por consiguiente a generar una gran diversidad de residuos.
- Los trabajadores sindicalizados: En particular los trabajadores del departamento de intendencia que se relacionarán directamente con el programa, ya que serán ellos los que dentro de cada facultad se encargarán de operar el programa, recogiendo diariamente los residuos captados en las isletas de contenedores y trasladándolos a la artesa protegida correspondiente a su facultad. Además de que supervisarán el retiro del material acumulado en dicha artesa, llevando un control estadístico con fines de estudio y revolvencia de los recursos.
- El P.U.M.A: Actuará exclusivamente como asesor externo del programa y podrá efectuar labores de supervisión en caso de que alguna autoridad universitaria así lo determine.
- El público en general: Existe una gran cantidad de personas que visitan diariamente C.U. sin formar parte de su población regular. El nuevo programa está diseñado para lograr la participación de cualquier tipo de gente, incluyendo niños que aún no saben leer.
- Un nuevo Departamento de Residuos Reciclables: que si bien dependerían de la D.G.O.S.G., tendrían libertad en sus acciones por lo que será muy importante la designación del responsable del departamento, además de que contarán con recursos propios para lograr las metas estipuladas.
- Compañía recicladora: será designada por el jefe del nuevo Departamento de Residuos Reciclables con base a las experiencias que se han vivido a partir de 1993, tomando en cuenta la seriedad de la empresa, así como los beneficios que esta pudiera reportar a la Universidad (precio competitivo de los residuos, equipo y transportes adecuados para la recolección de los residuos, regularidad y puntualidad en los retiros, etc.).

#### 4.6 RESIDUOS SÓLIDOS A CAPTAR

Gracias a la experiencia sufrida con el programa de recuperación de desechos sólidos separados en el origen de su generación implantado en Ciudad Universitaria en 1993, se observó que el tratar de manejar 7 subproductos o tipos de desperdicio, dificulta enormemente el desarrollo de este tipo de programas, principalmente durante la fase inicial. Por lo que para esta nueva propuesta se propone trabajar exclusivamente con los 3 principales residuos generados en Ciudad Universitaria, a saber: Papel, Vidrio y Plástico.

En todas las experiencias registradas en los centros escolares el común denominador fue la captación del papel, por ser este indispensable en las actividades educativas y de administración, además de que los procesos para su reciclado ya se encuentran perfeccionados, logrando obtener cartones para cajas o embalajes de alta calidad.

De la tabla 2.6 del presente trabajo<sup>(3)</sup>: "Constitución de la basura muestreada en la zona escolar de C.U.", se obtuvieron los siguientes valores:

VIDRIO	= 17.2 % del total de la basura generada.
MAT. ORGÁNICA	= 13.7 % del total de la basura generada.
PAPEL	= 10.8 % del total de la basura generada.
PLÁSTICO	= 4.7 % del total de la basura generada.
METAL	= 0.88 % del total de la basura generada.
TODO LO DEMÁS <sup>v</sup>	= 52.6 % del total de la basura generada.

Dada la dificultad que representa el manejar la materia orgánica, su precaria comercialización y a que el trabajar con ella implicaría la elaboración de contenedores muy especiales y la necesidad de una frecuencia de recolección diaria, se ha optado por no considerarla para este proyecto, de donde solo restan 4 subproductos comercialmente interesantes por decidir. Por otro lado el bajo porcentaje de residuos metálicos susceptibles de ser captados también permite descartar esta opción, por lo que finalmente los residuos sólidos a captar serán:

1. PAPEL<sup>vv</sup>
2. VIDRIO<sup>vv</sup>
3. PLÁSTICO<sup>vv</sup>

Siendo importante el número progresivo ya que indica la importancia en términos de generación esperada (volumen esperado por captar) por parte de cada subproducto.

<sup>v</sup> En la clasificación de todo lo demás, se agrupan todos los subproductos que no fueron incluidos en alguna de las clasificaciones anteriores, por ejemplo: desechos sanitarios, unicel, trapos, etc.

<sup>vv</sup> Para obtener mayor información sobre el reciclaje de estos materiales, consultar los anexos 1, 2 y 3.

Actualmente se reconocen 7 categorías de desperdicios, para cuya identificación se ha adoptado la siguiente convención internacional de colores, señalada en el primer Simposio Nacional sobre Reducción y Reciclaje<sup>31</sup>, mismos que se utilizarán para reconocer los diferentes contenedores:

Tabla 4.1 Sistema de colores para identificación de los Residuos Sólidos<sup>31</sup>

DESPERDICIO	COLOR DEL CONTENEDOR
Papel y cartón	Amarillo
Vidrio	Blanco
Metal	Crisol
Plástico	Azul
Materia Orgánica	Verde
Desechos Sanitarios	Rojo
Varios	Negro

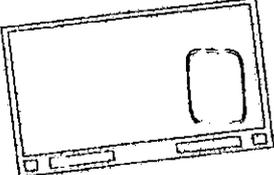
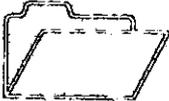
De la tabla anterior interesan para la implementación de este programa el papel, el vidrio y el plástico (amarillo, blanco y azul respectivamente), para los que se han diseñado los letreros de la fig. 4.1, que identifican a cada contenedor, respetando siempre la convención internacional de colores.

Además se ha optado por utilizar un vocabulario coloquial y accesible, en lugar de uno técnico, ya que estudios recientes han demostrado que éste facilita la clasificación de los contenedores y los residuos a captar (por ejemplo se nombra: "papel" en lugar de "productos de celulosa"). Más aún dentro de esta clasificación por conceptos (clasificación general: papel, vidrio y plástico), se ha utilizado también una clasificación por objetos (por ejemplo: papel bond, cartón, cartulina, etc.) para eliminar en la medida de lo posible todas aquellas variables que pudieran dificultar la conducta de vertimiento del usuario. Finalmente se han incluido dibujos de ejemplos de aquellos subproductos aceptables para motivar la participación y facilitar la clasificación en especial por parte de los niños.

En síntesis se busca que la acción del individuo participante sea en un inicio consciente, para que con el tiempo asimile un aprendizaje que beneficie la recuperación de los residuos sólidos, mediante una manipulación y desecho correctos.

<sup>31</sup> En efecto existen cierto tipo de residuos que su clasificación comúnmente es confusa: tal es el caso del papel celofán, que mucha gente podría depositarlo en el contenedor de plásticos, cuando en realidad debería incluirse en el depósito de papel (ya que es un producto que contiene celulosa y al quemarlo produce ceniza), otro producto que aunque deriva del petróleo y cae dentro de la clasificación de los plásticos, no se incluye en esta es el unicel (poliestireno expansible), esto debido a que los procesos para su reciclaje no han sido perfeccionados aún.

Fig. 4.1 Letreros de clasificación; obsérvese los colores de la convención internacional, la clasificación general, por objetos aceptables y no aceptables y las figuras explicativas.

 <h1>P A P E L</h1> 	
<p>papel bond copias fotostáticas sobres sin ventana impresiones computadora tarjetas Bristol hojas tabulares periódicos papel estraza planos heliográficos cartón papel manila folders cartulina propagandas</p>	       <p><i>¡sí gracias!</i></p>
<p><b>NO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>envases de leche</li> <li>cartones de jugos</li> <li>papel encerado</li> <li>pañuelos faciales</li> <li>papel de fax</li> <li>papel carbón</li> <li>papel engomado</li> <li>toallas de papel</li> <li>servilletas</li> </ul>	

 <h1>V I D R I O</h1> 	
<p>botellas de jugos y refrescos envases tubos de ensayo, portaobjetos, matraces, etc cristales de ventanas botellas de vino y cerveza. frascos de medicina. vasos</p>	       <p><i>¡sí gracias!</i></p>
<p><b>NO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tapas de botellas</li> <li>vidrios con cubierta Plástica.</li> <li>Popotes.</li> <li>Cerámica</li> </ul>	

 <h1>P L A S T I C O</h1> 	
<p>envases de jugos bolsas de plástico fundas de cassettes plumas de plástico folders de plástico botellas de refresco gigantes Popotes</p>	     <p><i>¡sí gracias!</i></p>
<p><b>NO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>cartones de jugos</li> <li>platos desechables</li> <li>vasos desechables</li> <li>papel celofán</li> <li>unicel</li> <li>bolsas metalizadas</li> <li>hule</li> </ul>	

## 4.7 DISEÑO DE CONTENEDORES

Debido principalmente a razones de economía y del entorno del paisaje universitario, en la presente propuesta se optó por utilizar como contenedores a las canastillas típicas (ver fig. 3.2) que se usan no solo en C.U., si no en la mayoría de los campus universitarios (sean C.C.H., Preparatorias, E.N.E.P., F.E.S, etc.), además de que existen unidades existentes en almacenes universitarios y que con algunas modificaciones, podrán integrarse fácilmente a la isleta de contenedores diseñada. La canastilla típica cuenta con las siguientes dimensiones:

$$\text{Largo} = 70 \text{ cm, Ancho} = 50 \text{ cm, Profundidad} = 40 \text{ cm}$$

Lo que proporciona un volumen de la canastilla típica de:  $V=0.70(0.50)0.40=0.14 \text{ m}^3$

Que es un volumen suficiente<sup>∇</sup>, considerando que la recolección será cada tercer día y esperando una captación de residuos bien clasificados.

A partir de estos contenedores (o canastillas típicas) se propone la formación de estaciones de captación, que son precisamente un conjunto de contenedores pintados cada uno con un color característico de acuerdo al tipo de residuo que cada uno espera captar y a la convención internacional mostrada en la tabla 4.1. En estas isletas (ver fig. 4.3) se pondrán 4 contenedores donde los 3 primeros de ellos son los que interesarán a este programa y el cuarto de ellos podrá ser usado en una primera fase como el contenedor que almacene todo tipo de desechos que no entre en las clasificaciones propuestas, o si en el futuro fuese necesario incrementar otro subproducto a la clasificación (como metales) podría entonces utilizarse.

Además las estaciones de transferencia contarán con una mampara, en la cual se pegará información relativa a la facultad correspondiente, carteles con temas ecológicos y el avance de el programa (ver figs. 4.2 y 4.7):

Fig. 4.2 Ejemplo de cartel ecológico que deberá ser pegado en las mamparas para promover la participación.

**¡LA BASURA VALE SIEMPRE QUE LA SEPARES!**

TIPO DE RESIDUO	CONTENEDOR	PROCESO	Porcentaje
PLASTICO, PAPEL, METAL, CARTON, CABLE COBRE, CABLE ALUMINUM	RECYCLABLES	PROCESOS DE RECICLAJE	30%
COMIDA, VIDRIO, ACEITE USADO, PILES DE HERBAS, PASTAS, CASCARILLAS, DISTRIBUIDAS, PILES	MATERIAL ORGANICO	COMPOSTA	55%
CERAMICA ROTA, VIDRIO SUCIO, PLASTICO SUCIO, PAPELES Y PASTOS, DESECHABLES, CARTON CON UN ENTORNO DE AGUA SUCIA	BASURA	RELLENO SANITARIO	15%

**100%**

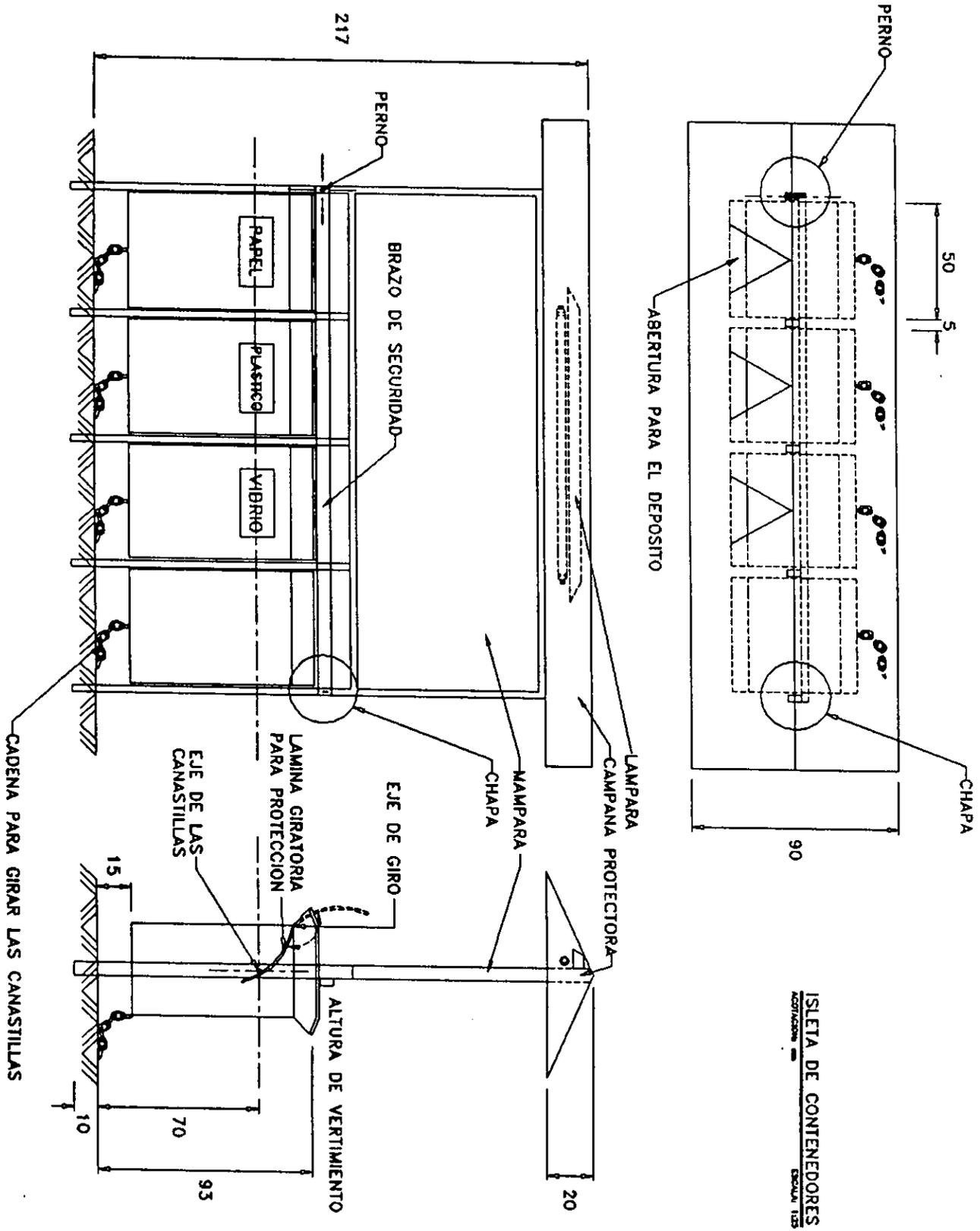
RECICLAJE  
COMPOSTA  
RELLENO SANITARIO

PROCESOS DE RECICLAJE 30%  
COMPOSTA 55%  
RELLENO SANITARIO 15%

100%

<sup>∇</sup> Comparando este volumen con el de los recipientes del programa anterior (ver fig. 2.17), se tiene 3 veces más capacidad que los anteriores, lo que impedirá que se colme su capacidad tan rápidamente como solía suceder.

Fig. 4.3 Estación de captación de residuos sólidos separados en el origen de su generación.  
Propuesta para el nuevo programa (1998) en C.U.

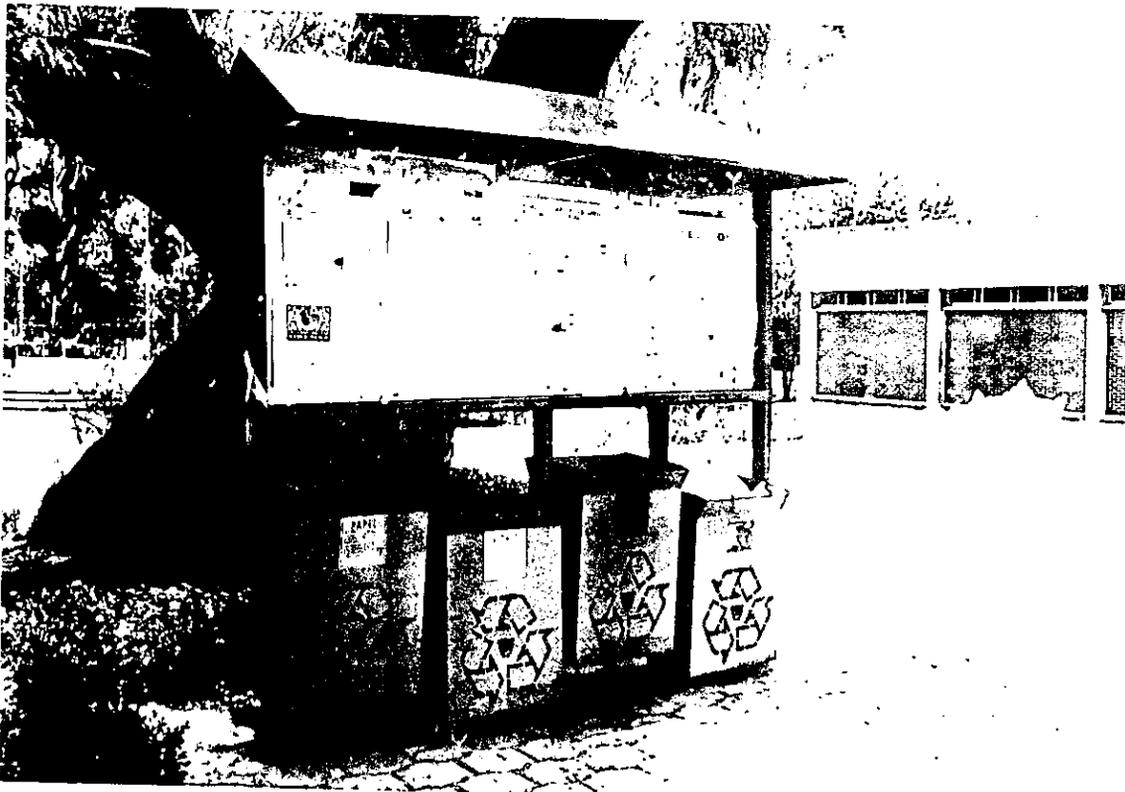


Debido a que en C.U. se presenta especialmente el problema de extracción por parte de personas ajenas a la institución de los materiales valiosos de la basura, estas canastillas deberán contar con tapas de seguridad especialmente diseñadas, que funcionarían en base a pernos en la parte posterior de la tapa y todas ellas serán controladas con un brazo de seguridad que solo podrá ser retirado con llave por el personal del nuevo departamento de Residuos Reciclables.

Finalmente y pensando en las actividades que se realizan en la universidad en horas en las que el sol no es lo suficientemente luminoso para alumbrar dichas mamparas, se propone la utilización de una lámpara de luz blanca, la cual quedará protegida por la campana contra lluvia (dicha campana es importante ya que los residuos sólidos captados pueden perder su valor si se encuentran húmedos, además de que también protege a los carteles de sombra a los usuarios o lectores y es atractiva desde el punto de vista estético).

Importante resulta señalar que los residuos no deberán tener contacto directo con los contenedores, ya que estos deberán contar con una bolsa de plástico (de ser posible del mismo color que el contenedor correspondiente, de dimensiones de 60 X 90 cm y de calibre no menor al #300) en su interior, la cual será retirada y trasladada manualmente a la artesa protegida correspondiente, en espera de que el personal del nuevo Departamento de Residuos Reciclables pase a recogerla.

Fig. 4.4 Estación de captación muy parecida a la propuesta en la Fig. 4.3 (sin el brazo de seguridad) en la que los contenedores se encuentran sin ninguna protección y no cuentan con ningún tipo de iluminación.



#### 4.8 DISEÑO DE ARTESAS

Una vez que los residuos sólidos han sido colectados en las estaciones de captación, estas deben vaciarse por el personal de intendencia asignado de cada facultad, mediante bolsas de plástico, para que los contenedores (o canastillas típicas) se encuentren nuevamente en posición de recibir más subproductos. Tomando en cuenta que el periodo de recolección que se propone para este tipo de residuos reciclables es de cada tercer día, se propone la construcción de artesas especiales para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos en general y de los subproductos clasificados, con lo que el periodo de recolección de los residuos sólidos clasificados, puede extenderse hasta casi una semana.

Del plano de la figura 4.5, pueden observarse los siguientes volúmenes para el almacenamiento de los residuos sólidos:

$$\text{Volumen para residuos en general} = 4.8(1.5)1.0 = 7.2 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para papel} = 1.2(2.05)1.4 = 3.444 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para plástico} = 3.444 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para vidrio} = 3.444 \text{ m}^3$$

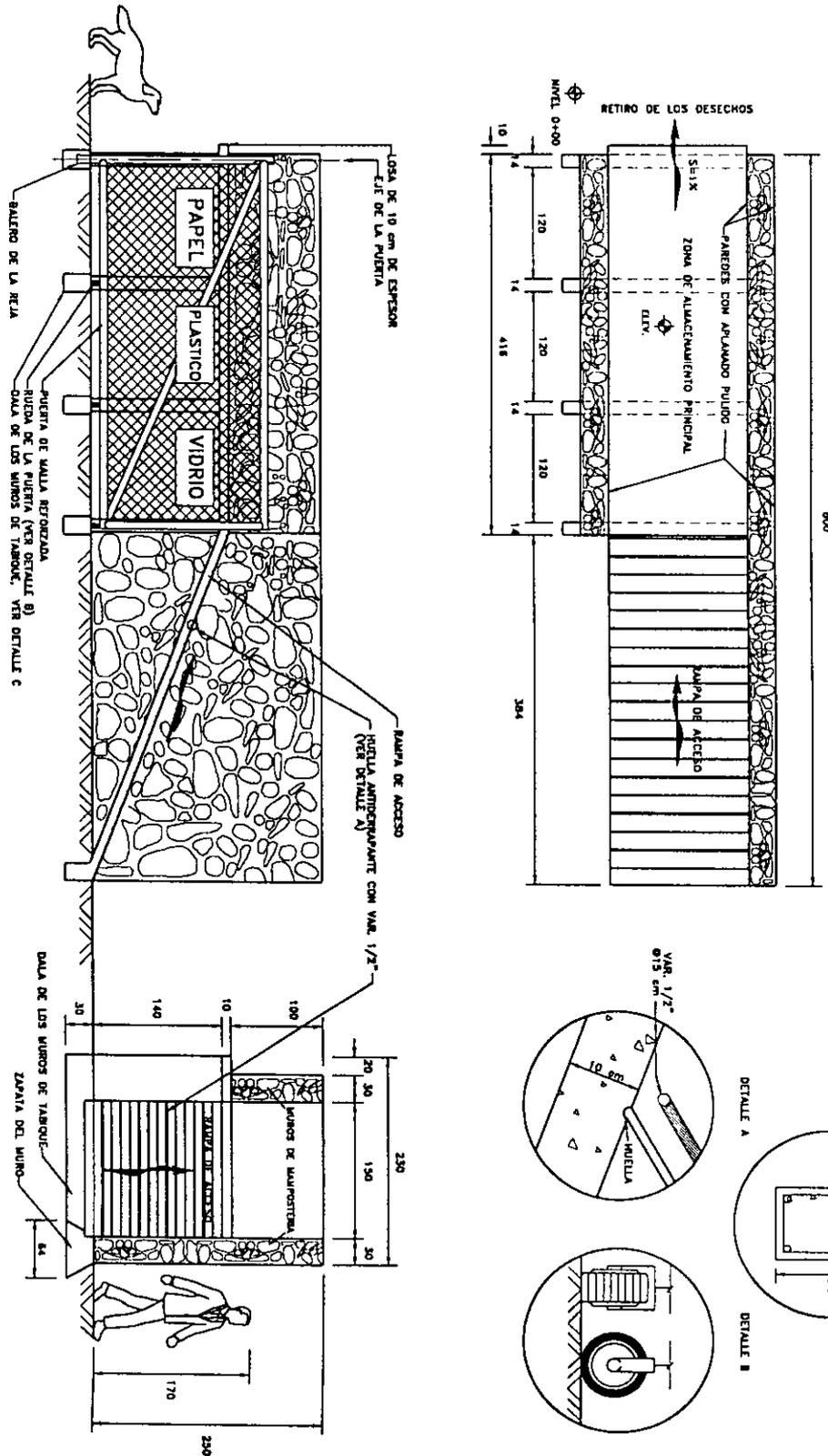
Donde los residuos en general se almacenarán en la parte superior de la artesa mediante una rampa de acceso que permitirá la entrada de carretillas o contenedores rodantes. De esta forma se tendrán a los residuos denominados como "basura" a una altura de 1.50 m sobre el nivel del piso, lo que permitirá su fácil vaciado al interior del camión recolector de basura (ya que la altura de carga del camión compactador de carga trasera es de aprox. 1 m) o podrán disponerse fácilmente en los contenedores rodantes de plástico verde, esta es una manera más sencilla que la tradicionalmente ocupada.

Las paredes a pesar de ser de mampostería deberán tener un aplanado pulido de cemento-arena fina, para evitar la acumulación de residuos en los intersticios y huecos del muro y para restringir la entrada a roedores u otro tipo de animales.

La losa que se observa en la fig. 4.5 tiene un espesor de 10 cm y es de concreto reforzado con varillas corrugadas de acero de 1/2" de Ø @ 15 cm en ambos sentidos (longitudinal y transversal) y cuenta con una pendiente del 1%, hacia la zona de retiro de materiales lo que facilitará el escurrimiento del agua cuando se lave la artesa o en caso de lluvia.

Los residuos reciclables se almacenarán por tipo en cada casilla para ello construida, donde una puerta de malla ciclónica reforzada los protegerá contra la sustracción por parte de personas ajenas a la Universidad, cada casilla contará con un letrero de clasificación igual al usado en las canastilla típicas de las estaciones de captación y se ha dejado un espacio mínimo (25 cm) entre la puerta y el muro divisor de tabique, para que en caso de necesitarse, se pueda realizar una clasificación a los residuos generales, pudiendo dejar caer los residuos separados por dicho hueco hacia la canastilla correspondiente sin necesidad de abrir la puerta o también para que en caso de que algún usuario que transitara cerca de la artesa pueda participar con el programa de clasificación depositando su residuo en la casilla correspondiente.

Fig. 4.5 Artesa tipo para el almacenamiento de los residuos sólidos clasificados y en general, de cada Facultad.  
Propuesta para el nuevo programa (1998) en C.U.



PROPUESTA DE ARTESA TIPO  
ESCALA: 1:75  
ACOTAR

Como puede observarse del plano anterior, los principales materiales de construcción de la artesa tipo son: piedra braza (roca ígnea del lugar), tabique y concreto. A continuación se muestra la cuantificación de los materiales usados y de los conceptos de trabajo requeridos, dando así lugar al presupuesto base para la construcción de este tipo de artesas. Los costos se tomaron del Tabulador General de precios Unitarios de 1995 del D.D.F.

Fig. 4.2 Presupuesto base para la construcción de la artesa tipo<sup>(18)</sup>

No	CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)
1	Trazo y nivelación para el desplante de la estructura, incluyendo materiales para señalamiento.	m <sup>2</sup>	18.5	\$ 1.00	\$ 18.50
2	Cortes con sierra en pavimento de concreto asfáltico de 10 cm de profundidad.	m	33.5	\$ 5.00	\$ 167.00
3	Excavación en zona B (zona urbana sin instalaciones peligrosas) en material de clase III (roca con equipo neumático o de gasolina).	m <sup>3</sup>	1.2	\$ 100.00	\$ 120.00
4	Acarreo en carretilla de carpeta demolida, tierra y material mixto producto de la excavación. Medido en banco a estación a una distancia menor a los 20 m.	m <sup>3</sup>	1.2	\$ 8.00	\$ 9.60
5	Concreto simple fabricado en obra con cemento de R.N. para cadenas y castillos. Incluye acarreo, colado, vibrado, curado, desperdicio y equipo. Con $f_c=150 \text{ kg/cm}^2$ y T.M.A.=20 mm.	m <sup>3</sup>	2.1	\$ 550.00	\$ 1,155.00
6	Muro de piedra braza limpia (roca ígnea del lugar), asentada con mortero de cemento-arena 1:5. Incluye acarreos necesarios hasta 2.5 m de altura. Acabado común.	m <sup>2</sup>	7.3	\$ 280.00	\$ 2,044.00
7	Muro de tabique rojo recocido de 14 cm de espesor con acabado común, asentado con mortero cemento-arena 1:5. Incluye desperdicio.	m <sup>2</sup>	11.2	\$ 60.00	\$ 672.00
8	Cimbra de losas y trabes.	m <sup>2</sup>	14.0	\$ 60.00	\$ 840.00
9	Acero de refuerzo grado 42, incluye suministro en obra acarreos, habilitado, colocación, amarre, ganchos, traslapes y desperdicio.	ton	0.230	\$ 5,990.76	\$ 1,377.87
10	Aplanado pulido con llana metálica en muros con mortero cemento-arena 1:6, en cualquier nivel, incluye boquillas.	m <sup>2</sup>	32.0	\$ 25.00	\$ 800.00
11	Reja metálica giratoria hecha con galla de ónica reforzada, incluye ruedas y seguro.	Pz	1.0	\$ 750.00	\$ 750.00
<b>TOTAL</b>					\$ 7,935.47

Las artesas deberán estar repartidas dentro de los límites de cada una de las 13 facultades, donde de acuerdo a las condiciones físicas de cada facultad podrán construirse de 1 a 3 artesas; por ejemplo para la facultad de Ingeniería se proponen 2 artesas: Una estará ubicada dentro de los límites correspondientes al edificio principal y la segunda se ubicará en las instalaciones de la División de Ciencias Básicas (ver Rutas de Recolección, Capítulo 4).

Finalmente solo resta aclarar que el control de estas artesas junto con el de las estaciones de captación, será llevado por el personal del Departamento de Intendencia de cada facultad que se haya elegido y de manera general por el personal del nuevo Departamento de Residuos Reciclables.

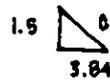
A continuación se muestra la Memoria Descriptiva de la cuantificación de los volúmenes de obra considerados en la construcción de la artesa tipo:

1  $8(2.3) = 18.4 \doteq 18.5 \text{ m}^2$

2  $8(2) + 0.3(2) + 2(8) + 0.2(4) = 33.4 \doteq 33.5 \text{ m}$

3 4  $[8(0.3) + 2(0.2)4]0.3 = 1.2 \text{ m}^3$

5  $\underbrace{[2(0.2)0.3]4}_{\text{cadenas}} + \underbrace{4.26(2)0.1}_{\text{losa}} + \underbrace{4.15(1.8)0.1}_{\text{rampa}} = 2.079 \doteq 2.1 \text{ m}^3$



$c = \sqrt{150^2 + 384^2} = 4.122$

$c \doteq 4.15$

6  $8(0.3)2.5 + 4.16(0.3)1 = 7.248 \doteq 7.3 \text{ m}^3$

7  $2(1.4)4 = 11.2 \text{ m}^2$

8  $4.26(1.8) + 4.15(1.5) = 13.893 \text{ m}^2 \doteq 14 \text{ m}^2$

9  $A_{\text{losa}} = 4.16(2) = 8.32 \text{ m}^2$   
 $A_{\text{rampa}} = 1.50(4.1) = 6.15 \text{ m}^2$

$\frac{14.47 \text{ m}^2}{\rightarrow} A = b(h)$

$1.95 \text{ m} = h \rightarrow 48 \text{ var. de } 1.95 \text{ m} = 93.6 \text{ m}$

$7.20 \text{ m} = b \rightarrow 13 \text{ var. de } 7.20 \text{ m} = 93.6 \text{ m}$

187.2 m

+ 40.0 m

227.2 m

DALAS = 4 vars. (5 DALAS) 2 m = 40 m

tomando en cuenta que la var. 1/2" pesa  $0.996 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

$P = 227.2 \text{ m} (0.996 \frac{\text{kg}}{\text{m}})$

$P = 226.29$

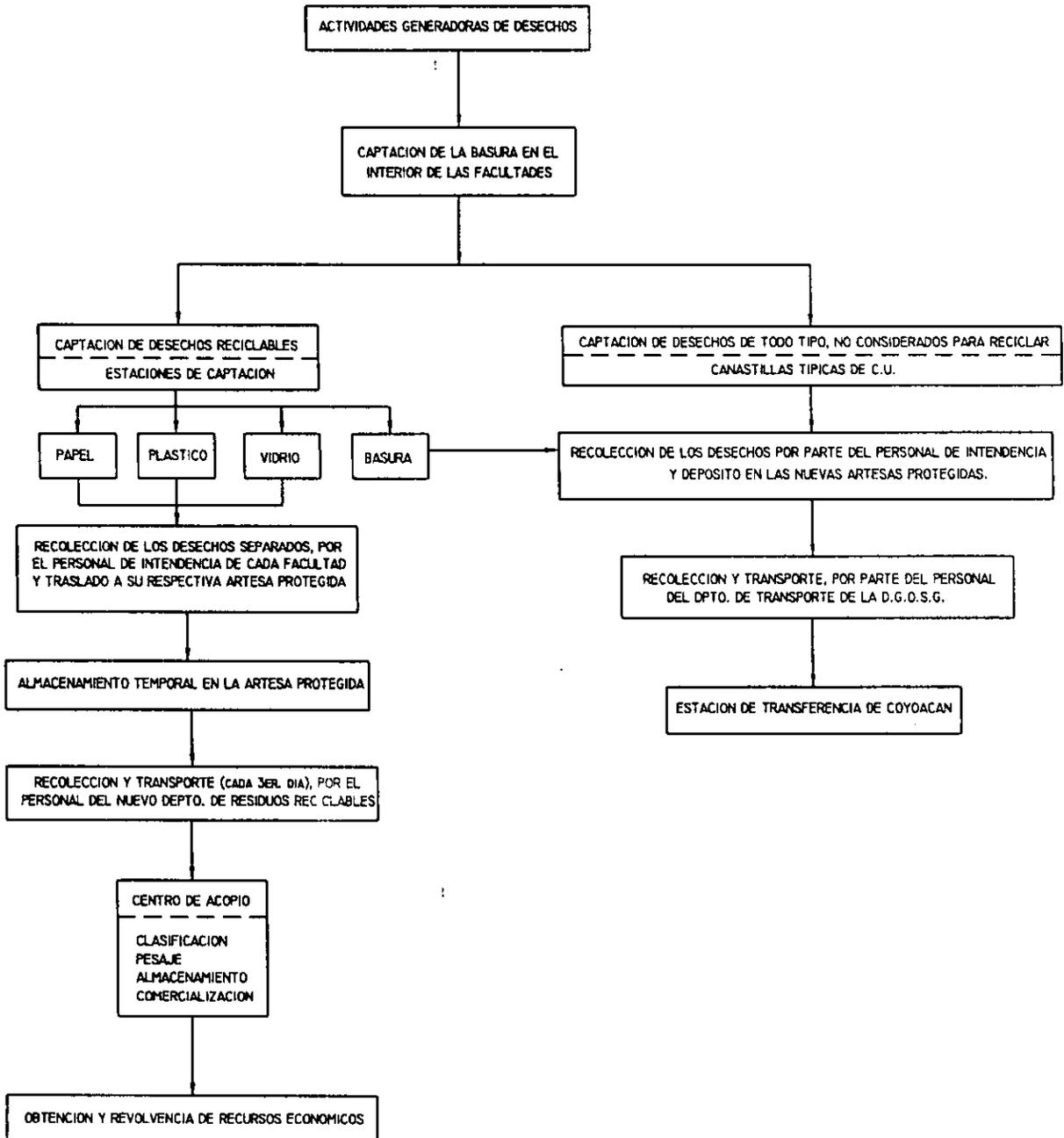
$P \doteq 230 \frac{\text{kg}}{\text{Artesa}}$

10  $8(2.5) + 2.5(0.3) + 2(1.50) + 4.16(1)2 = 32 \text{ m}^2$

4.9 METODOLOGÍA

Basados en los diagramas de las figuras 2.7 y 3.1 del presente trabajo, se elaboró el siguiente diagrama del proceso del nuevo programa de recuperación de residuos sólidos, el cual busca apegarse más a la realidad, descartando aquellas acciones que por diversos motivos no fueron factibles de realizar (por ejemplo el manejo de los residuos orgánicos y la elaboración de composta a partir de ellos), buscando simplificar todas las variables del proceso para brindar un programa sólido y sencillo.

Fig. 4.6 Diagrama de flujo de la nueva propuesta del programa de recuperación de residuos sólidos (1998) en C.U.



De la figura anterior puede observarse que la rama izquierda es precisamente la correspondiente al nuevo programa, mientras que la rama de la derecha esquematiza el actual tratamiento de la basura en Ciudad Universitaria.

A continuación se describen detalladamente cada una de las etapas concernientes al nuevo programa de recuperación de residuos:

**A.- LA CAPTACIÓN DE DESECHOS RECICLABLES;** Comprende la selección y depósito de cualquiera de los 3 tipos de residuos a recuperar, mediante las estaciones de captación especialmente diseñadas, y estratégicamente ubicadas (solo) en el interior de las facultades para poder tener así un buen control y vigilancia sobre ellas y sus recursos.

En esta etapa resulta muy importante mantener una buena comunicación con los usuarios para fomentar su colaboración con el programa, para lo que se ha propuesto que las estaciones de captación cuenten con una mampara en la que principalmente (no menos del 50% del área) se brinde información sobre los avances del programa y temas ecológicos, donando el área restante para anuncios de la facultad e información en general. Como una primera propuesta del tipo de información que deberá brindarse periódicamente al usuario se muestra la siguiente tabla:

Fig. 4.7 Cuadro informativo para mostrarlo en forma de cartel en las mamparas de las estaciones de captación, relacionado con los avances periódicos del nuevo programa de recuperación de residuos sólidos en C.U.

*Con tu ayuda separando la basura, hoy hemos logrado...*

<b>SALVAR</b>					
	Recolectando ton	Recursos Naturales	litros de Agua l	Electricidad kw/h	Espacio de basurero m <sup>3</sup>
PAPEL Y CARTÓN	1	16 arboles	26,000	4,100	2
PLÁSTICO	1	1035 kg de Etileno	40,000	5,040	3.5
VIDRIO	1	? arena sílica	?	?	3
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>		<b>66,000</b>	<b>9,140</b>	<b>8.5</b>

Durante la captación de estos desechos, se realiza la primera clasificación de los residuos, esto gracias a la colaboración de los usuarios, posteriormente se realizará una segunda clasificación muy somera por parte de los trabajadores de intendencia asignados, durante el traslado de los subproductos captados a la artesa respectiva de su facultad, finalmente se presentará una tercera clasificación en el centro de acopio por parte de los trabajadores que ahí laboren, esto para poder comercializar residuos sólidos aceptables.

B.- LA RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SEPARADOS POR EL PERSONAL DE INTENDENCIA DE CADA FACULTAD Y EL TRASLADO A SU RESPECTIVA ARTESA PROTEGIDA; Deberá realizarse por lo menos una vez al día y cuantas veces el contenedor así lo requiera. Deberá nombrarse un responsable dentro de cada facultad, perteneciente al departamento de intendencia, que será el encargado de coordinar el programa dentro de su facultad. Esta persona tendrá la llave del brazo de seguridad de las estaciones de captación (ver fig. 4.3) a su cargo asignadas, así como también tendrá las llaves de la reja de protección de la artesa. Entonces trasladará los residuos sólidos recolectados de las estaciones de captación a las artesas protegidas.

C.- ALMACENAMIENTO TEMPORAL EN LA ARTESA PROTEGIDA; Como se puede ver en la fig. 4.5, la artesa propuesta cuenta con 4 espacios para el almacenamiento temporal de la basura, 3 de los cuales se encuentran protegidos, para guardar los residuos reciclables con valor comercial, mientras que el mayor espacio está designado para contener los desechos en general que no entraron en ninguna de las clasificaciones.

Esta artesa ha sido diseñada de tal forma que permite clasificar los desechos en general en el momento de su disposición a la misma, ya que al ser esparcidos en el espacio superior se puede llevar a cabo una rápida clasificación por parte del mismo personal, ya que los contenedores inferiores cuentan con un espacio entre la reja y las paredes que permiten el depósito de los residuos por simple gravedad en las casillas correspondientes.

El tiempo de almacenamiento de los residuos, propuesto en estas artesas es de 3 días.

D.- RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE POR EL PERSONAL DEL NUEVO DEPARTAMENTO DE RESIDUOS RECICLABLES; Dentro del nuevo departamento de Residuos Reciclables que se está proponiendo en este trabajo, con sede en el centro de acopio (antiguo incinerador de basura de C.U.), existirá personal encargado de realizar los recorridos de las rutas de recolección (brigadas de 2 personas), cuya función será recorrer la ruta de recolección asignada, visitando las estaciones de captación correspondientes para observar el estado en que estas se encuentran operando y reparar de ser necesario las que así lo requieran, además de pegar los carteles promocionales del programa con los avances logrados, ayudar al personal de intendencia asignado a realizar el vaciado de las estaciones de captación y recorrer las artesas protegidas para retirar el material captado, llenando el siguiente formato para llevar un control sobre los volúmenes retirados, que deberá cotejarse con el mismo formato que también llevará el responsable de la artesa por parte de la facultad.





Fig. 4.10 Planta del Centro de Acopio propuesto para el nuevo programa [1998] en C.U. Basados en la infraestructura existente del antiguo incinerador de basura.

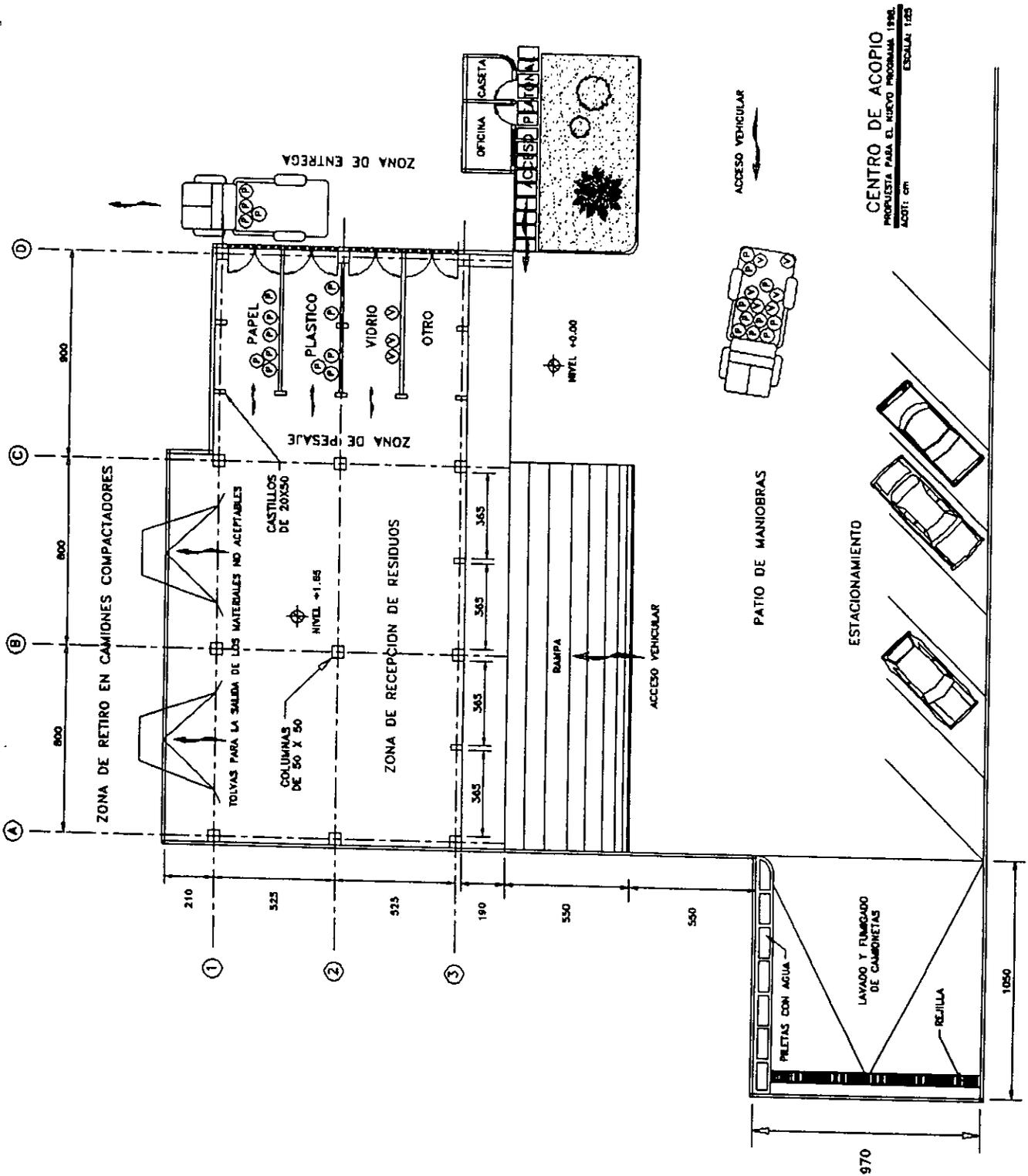


Tabla 4.3 Presupuesto base para la adecuación e instalación del nuevo Centro de Acopio (antiguo Incinerador).  
Propuesta para el nuevo programa (1998) en C.U.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
1	Centro de acopio: Muro de tabique rojo recocido de 14 cm de espesor, con acabado común y asentado con mortero cemento-arena 1:5 (incluye desperdicio).	m <sup>2</sup>	31.2	N\$ 60.00	N\$ 1,872.00
2	Puerta giratoria de 2 hojas de lámina acanalada calibre 18, de 2.20 m X 2 m.	pza.	4	N\$ 500.00	N\$ 2,000.00
3	Rejilla tipo Irving de 30 cm de Ancho X 9 m de largo, de 1/4" X 3/4" X 1" de abertura.	pza.	1	N\$ 1,500.00	N\$ 1,500.00
4	Caseta para vigilancia de 3 X 3 X 2.30 m de alto, de Tabique Rojo Recocido con 14 cm de espesor, ventana curvada de aluminio y puerta de lámina acanalada cal. 18. Construcción de piletas:	pza.	1	N\$ 5,000.00	N\$ 5,000.00
5	Muro de tabique rojo recocido de 7 cm de espesor, con acabado común y asentado con mortero cemento-arena 1:5 (incluye desperdicio).	m <sup>2</sup>	24.2	N\$ 32.00	N\$ 774.40
6	Aplanado pulido con lana metálica en muros, con mortero cemento-arena fina 1:6 (incluye boquillas).	m <sup>2</sup>	26	N\$ 25.00	N\$ 650.00
Equipamiento del Centro de Acopio:					
7	Escritorio	pza.	1	N\$ 600.00	N\$ 600.00
8	Sillón	pza.	1	N\$ 400.00	N\$ 400.00
9	Sillas	pza.	3	N\$ 50.00	N\$ 150.00
10	Báscula de piso de 250 kg	pza.	1	N\$ 1,200.00	N\$ 1,200.00
11	Material de limpieza (Escobas, recogedores, guantes, detergente, cubetas, etc.)	Lte.	1	N\$ 300.00	N\$ 300.00
12	Papelería (calculadora, hojas, plumas, engrapadora, etc.)	Lte.	1	N\$ 300.00	N\$ 300.00
13	Equipo de lavado (motobomba eléctrica para limpiar con agua a presión marca K'ARCHER 330).	pza.	1	N\$ 950.00	N\$ 950.00
14	Equipo de fumigación (aspersores manuales)	pza.	2	N\$ 550.00	N\$ 1,100.00
<b>T O T A L</b>					<b>N\$ 16,796.40</b>

∇ Precios estimados, tomando como base el presupuesto del programa propuesto en 1993 para la comercialización de los Residuos Sólidos en la Universidad.

Mientras que en lo referente al personal se proponen:

- 1 almacenista.
- 2 peones.
- 1 vigilante.

Dicho personal deberá llevar el control de las bolsas recibidas de los diferentes transportes, clasificarlas, depurarlas, almacenarlas, pesarlas y entregarlas a la compañía que adquiera los residuos, para lo que deberá contar con los formatos de las figuras 4.8 y 4.11.

De acuerdo a los volúmenes de residuos manejados se podrán fijar uno o varios días a la semana, para que la compañía contratada retire los residuos sólidos almacenados, vigilando que esto siempre sea mediante los camiones de la compañía con la que se ha suscrito el contrato, para evitar que las camionetas de la universidad salgan y puedan destinarse a sus actividades diarias.

Fig. 4.11 Formato para el control de los subproductos entregados a la empresa comercializadora .  
Propuesta para el nuevo programa (1998) en C.U.

 UNIVERSIDAD NACIONAL	DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO UNIVERSITARIO DEPARTAMENTO DE RESIDUOS RECICLABLES <b>ENTREGA DE SUBPRODUCTOS A LA COMERCIALIZADORA</b>					
	ENTREGA DEL DÍA:..... EMPRESA:.....					
	No.	Subproducto	CANTIDAD		PRECIO	IMPORTE
		bolsa	kg	\$/kg		
1	papel					
2	plástico					
3	vidrio					
4	otro					
	<b>TOTAL</b>					

**ENTREGA**

\_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**RECIBE**

\_\_\_\_\_

EMPRESA COMERCIALIZADORA

F.- LA CAPTACIÓN DE DESECHOS DE TODO TIPO, NO CONSIDERADOS PARA RECICLAR; Podrán agruparse bajo la denominación de "BASURA" y se logrará mediante todas las canastillas típicas y botes de basura que se encuentran dispersos por toda C.U. Sin olvidar que dentro de la estación de captación se tiene un contenedor asignado para este tipo de desechos, que estará pintado como cualquier otra canastilla típica de la Universidad (ver fig. 3.3).

Su tratamiento será el actualmente usado, es decir serán dispuestos sin clasificación alguna en los contenedores verdes rodantes de 1m<sup>3</sup>, o en las artesas correspondientes de cada facultad, para que posteriormente pase el camión recolector con el personal de transporte a recoger dichos desechos para llevarlos a la estación de transferencia de Coyoacán.

#### 4.10 RUTAS DE RECOLECCIÓN

Una vez que se han establecido los lineamientos y características principales del programa, se pueden establecer las rutas de recolección de los residuos sólidos clasificados captados, ya sea en las estaciones de captación o en las artesas protegidas de cada una de las facultades.

El personal encargado de recorrer dichas rutas, deberá pertenecer al nuevo departamento de Residuos Reciclables, para lo que se propone el establecimiento de brigadas de recolección, compuestas por dos trabajadores, de los que por lo menos uno de ellos deberá contar con licencia de manejo (tipo A), para poder conducir la unidad que se les asigne.

Las brigadas de recolección deberán contar con el siguiente equipo:

- Una camioneta de 1.5 ton con motor de gasolina.
- Una báscula de resorte (hasta 20 kg).
- Tabla para anotaciones, formatos para recepción de Residuos Sólidos por dependencia (ver Fig. 4.8).
- Carteles y folletería sobre el nuevo programa, así como masking-tape para pegarlos.
- Caja de herramientas en general.
- Uniformes, guantes, fajas de cuero, cubrebocas y botiquín.

Las brigadas de recolección deberán cumplir y respetar las rutas de recolección, puesto que estas han sido estudiadas y calificadas como las más rápidas y accesibles, además de que permiten la localización de la brigada en caso de ser necesaria.

En las figuras 4.12 y 4.13 podrán observarse a detalle las 2 rutas de recolección propuestas, las que deberán cumplir con el siguiente calendario:

Ruta 1: Lunes, Miércoles y Viernes.

Ruta 2: Martes, Jueves y Sábados.

Por lo que solo se necesita de una brigada de recolección que trabaje de lunes a sábado.

El estudio de tiempos y movimientos también se presenta en las tablas de cada una de las figuras, donde se puede ver que los horarios de recolección son por la mañana (de 8:00 a 14:00 hrs.), pudiendo ocupar al personal por las tardes, como apoyo del personal fijo en las labores propias del centro de acopio.

La ubicación exacta de las artesas protegidas, deberá proponerse en campo, procurando que estas se hallen lo más cercanas posible a la ruta de recolección vehicular y dentro de los límites de la facultad correspondiente, procurando ubicarla en el interior de algún estacionamiento para que el personal de vigilancia del mismo, pueda vigilarla.

Sobre la camioneta de 1.5 ton que se propone usar como equipo recolector, el chasis de carga deberá estar especialmente construido, mediante una carrocería, que tenga 4 compartimentos protegidos, para que en cada uno de ellos pueda realizarse el almacenamiento y transporte por separado de los residuos sólidos captados. Debiendo contar con puertas de los compartimentos en ambos lados de la camioneta para que se puedan cargar los residuos desde cualquier posición en que la camioneta quedará estacionada.

Fig. 4.12 Ruta de recolección No. 1.  
Propuesta para el nuevo programa en C.U.

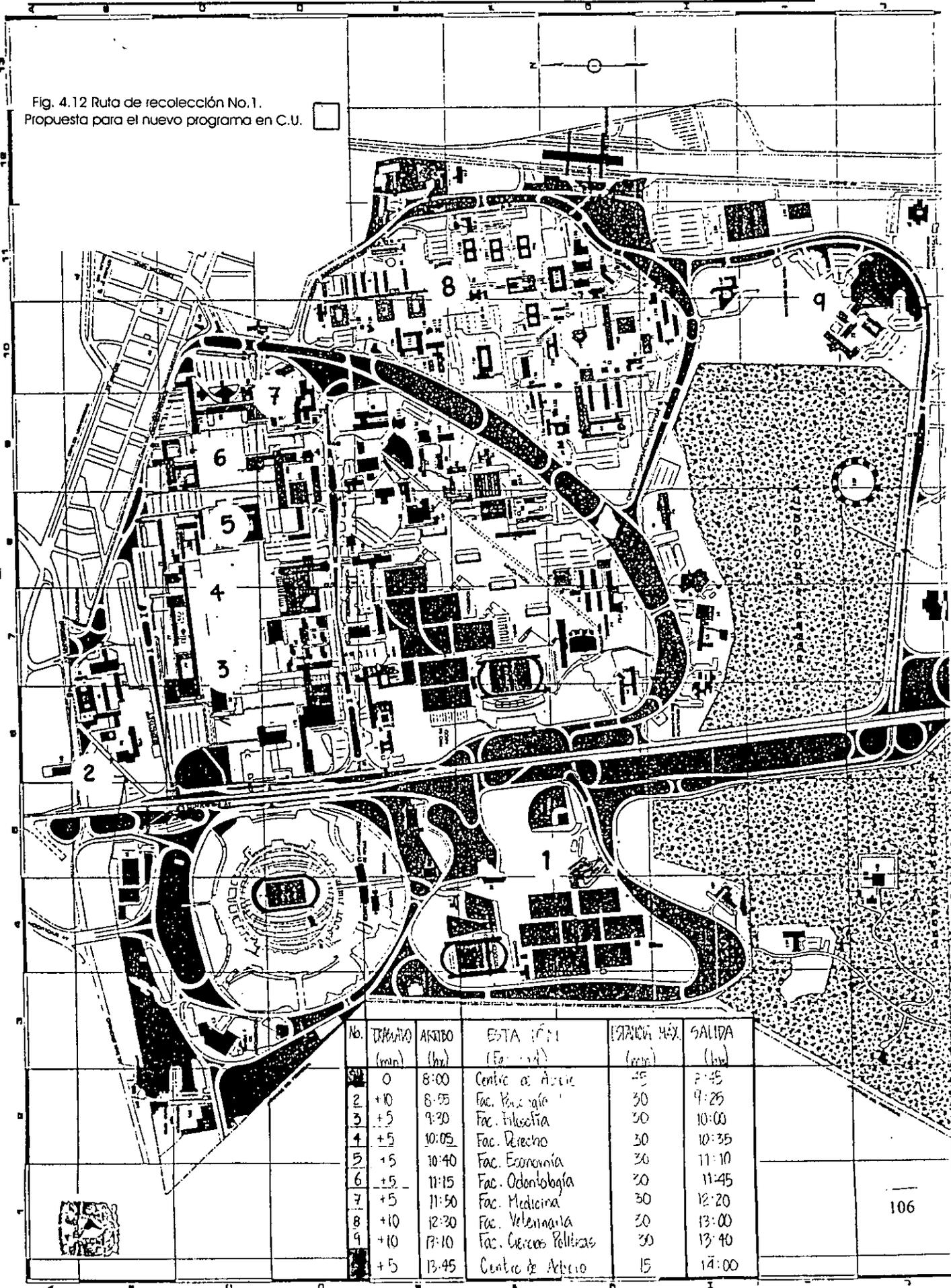
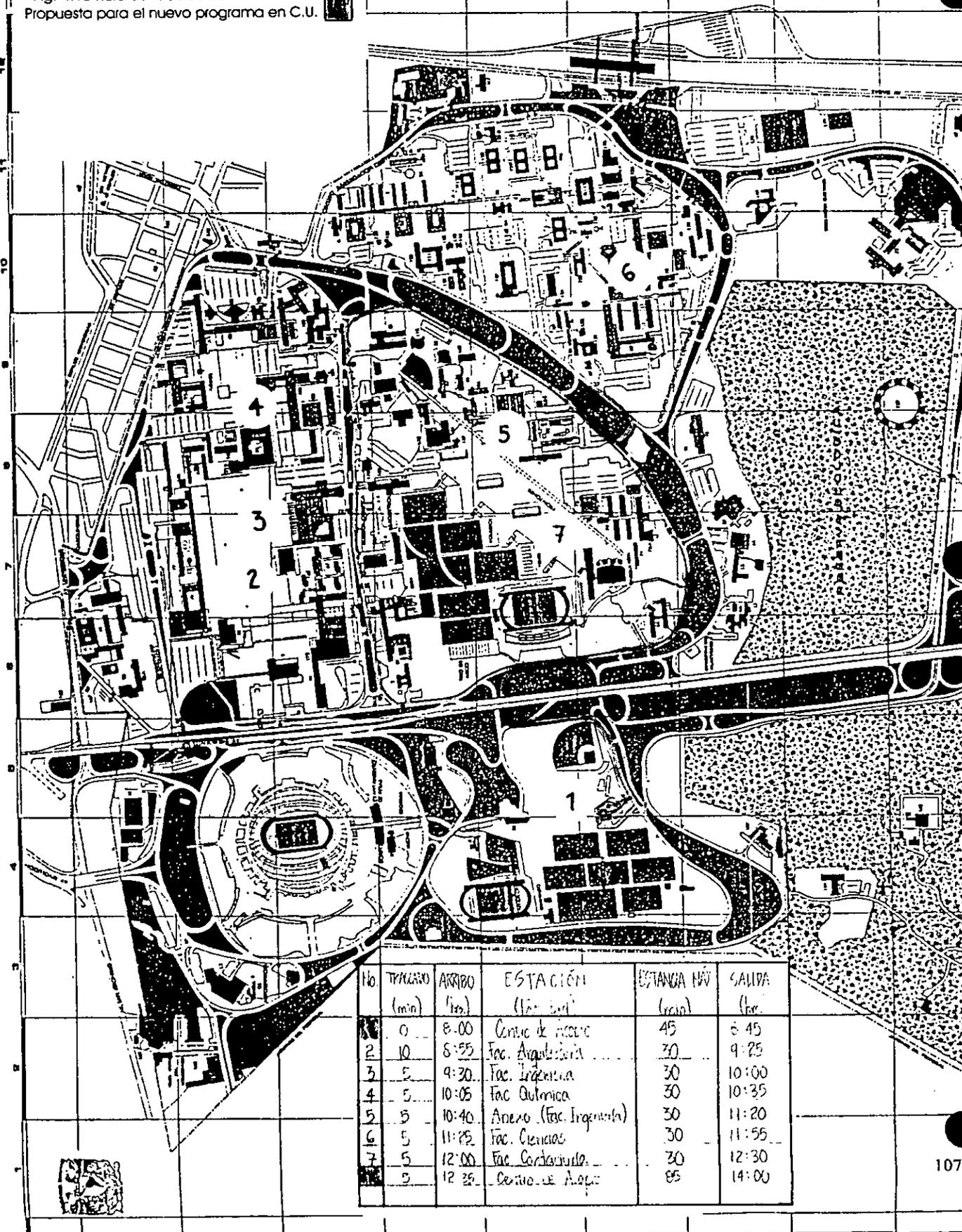


Fig. 4.13 Ruta de recolección No. 2.  
Propuesta para el nuevo programa en C.U.



No.	TENIENDO (min)	ARRIBO (hor.)	ESTACIÓN (Fac. / Inst.)	ESTANCIA N.V. (min)	SALIDA (hor.)
1	0	8:00	Centro de Inicio	45	8:45
2	10	8:55	Fac. Arquitectura	30	9:25
3	5	9:30	Fac. Ingeniería	30	10:00
4	5	10:05	Fac. Química	30	10:35
5	5	10:40	Anexo (Fac. Ingeniería)	30	11:20
6	5	11:25	Fac. Ciencias	30	11:55
7	5	12:00	Fac. Contabilidad	30	12:30
8	2	12:35	Centro de Acopio	85	14:00

#### 4.11 CONSIDERACIONES DE OPERACIÓN

Dos factores resultan de vital importancia para que este tipo de programas puedan funcionar: por un lado esta la participación de la comunidad hacia la que esta dirigido (que depende del grado de concientización del problema de la escasez de los recursos naturales) y por el otro un acertado establecimiento del programa (que dependerá del análisis de las situaciones particulares que en la comunidad se presenten, para poder brindar soluciones adecuadas). Desafortunadamente el primer aspecto cae fuera de nuestro alcance a corto plazo, y solo se puede tratar de fomentar una mayor participación de los usuarios a través de lo atractivo que pudiera mostrarse el programa y mediante la búsqueda de una mayor comunicación con los usuarios vía medios de comunicación masivos y personales. Sin embargo el segundo punto es responsabilidad del proyectista y solo se verá limitado por los recursos económicos con que cuente, para poder instaurar un programa de este tipo y su habilidad.

En el caso particular de Ciudad Universitaria y como resultado de un análisis minucioso de su problemática con la captación y manejo de los residuos sólidos reciclables, se ha propuesto el nuevo programa de recuperación de residuos sólidos reciclables 1998, en el que se debe de mantener un cuidado especial en los siguientes aspectos para lograr que su operación sea la mejor:

\* Se debe buscar una independencia entre el nuevo programa de recuperación de residuos sólidos y el actual sistema de recolección de residuos sólidos con el que cuenta la Universidad, ya que los objetivos que buscan ambos servicios son diferentes y la mezcla de los recursos puede dificultar su manejo. Para lograr la autonomía con la que debe contar el nuevo programa, se ha propuesto la creación de un departamento de Residuos Reciclables, dependiente de la D.G.O.S.G., el cual deberá contar con personal capacitado para el manejo de los recursos, honrados y profesionales para la guía y desarrollo de sus actividades.

Dicho departamento será pequeño por razones de economía y estará integrado por:

- 1 jefe de departamento.
- 1 Secretaria o ayudante.

En el centro de acopio:

- 1 almacenerista.
- 2 peones.
- 1 vigilante.

En las brigadas de recolección:

- 1 chofer y/o auxiliar.
- 1 supervisor.

Todo este personal deberá participar en un programa de capacitación previa y permanente para poder contar con los conocimientos generales y necesarios para realizar sus labores, dentro de un ambiente de cuidado de la naturaleza.

\* Muy importante resulta el hecho de que se deberá de fortalecer el trabajo interdisciplinario, ya que en esta tesis se han presentado diseños preliminares de carteles con la información básica para una primera difusión del programa, sin embargo le corresponderá en su momento a un profesional del diseño gráfico la realización de dichos carteles, a un biólogo la depuración y redacción de los textos que estos deberán mostrar, a un diseñador industrial las correcciones sobre el modelo base de las estaciones de captación, etc. Todo esto deberá trabajarse mediante la prestación de servicios sociales en la Universidad.

\* La construcción de las artesas protegidas no deberá realizarse hasta después de un semestre de haber implementado este nuevo programa, tomando este periodo como prueba piloto, para así poder concluir si la cantidad de residuos sólidos captada permite la viabilidad del proyecto en especial la construcción de las artesas.

#### 4.12 CONSIDERACIONES DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento que se le dará a los equipos del nuevo programa será de grado menor y estará a cargo de el nuevo Departamento de Residuos Reciclables, entre las principales acciones se tienen:

En las estaciones de captación:

- Deberán de pintarse los contenedores con el color respectivo al subproducto que están clasificando, por lo menos una vez al semestre.
- Deberá revisarse el buen funcionamiento mecánico de los contenedores giratorios, así como el de sus sistemas de seguridad.
- Revisar el buen estado de la instalación eléctrica con el que cuentan.
- Los letreros de clasificación deben de encontrarse en buen estado o de lo contrario reponerlos inmediatamente.
- Se realizará una limpieza quincenal de todas las mamparas del programa.
- El aprovisionamiento de las bolsas de plástico será también quincenal y solo se entregarán al responsable del programa en la facultad.

En las artesas protegidas:

- Deberá de revisarse el buen funcionamiento de la reja de seguridad.
- Se lavará con equipo de impulsión hidráulica y se fumigará por lo menos una vez al semestre para evitar la proliferación de fauna nociva.

En el centro de acopio:

- Se lavará con equipo de impulsión hidráulica y se fumigará por lo menos una vez al mes, para evitar la proliferación de fauna nociva.
- El mantenimiento que se le da al edificio en el que se alberga el centro de acopio (antiguo incinerador de basura de C.U.) y las oficinas del nuevo departamento, será el que se le da al resto de la infraestructura Universitaria, de acuerdo a las especificaciones que el patrimonio Universitario establece.

En las unidades de transporte:

- El mantenimiento de la unidad de transporte, será a través de talleres particulares, remitiendo las facturas de servicios al departamento de Transporte de la D.G.O.S.G. para su aprobación y pago.

## 4.13 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Como todo proyecto de inversión, en el programa de Recuperación de Residuos Sólidos en C.U. es necesario considerar los costos de instalación y de operación, comparándolos contra el ingreso que origina la comercialización de los residuos sólidos, y en el caso de la Ciudad Universitaria: el ahorro por el retiro de la basura hasta la estación de transferencia de la Delegación Coyoacán.

Independientemente de lo anterior, la medición del proyecto no debe efectuarse únicamente como un balance del ingreso vs egresos, pues su aplicación tiene grandes ventajas sociales (educación ecológica en los universitarios, creación de fuentes de trabajo, mejoramiento de la imagen del campus universitario y de las condiciones de vida de todos), económicas (disminución de los costos de limpieza, recolección y disposición final de los residuos), ecológicas (preservación de los recursos naturales) y de salud (evitando así enfermedades infecciosas, intestinales, proliferación de fauna nociva y contaminación ambiental) entre otras.

En los siguientes cuadros resumen se muestran los gastos mensuales que se erogarán por la adecuación de las instalaciones y por cada una de las actividades necesarias para instaurar y mantener el nuevo programa:

- PERSONAL NECESARIO:

ACCIÓN	PERSONAL	No.	SALARIO BASE $\nabla$	F.S.R. $\nabla\nabla$	SALARIO REAL (mensual)
- Brigada de Recolección	Peón o Auxiliar de Recibo en Gral.	1	\$1,119.20	1.6605	\$1,858.43
	Supervisor	1	\$1,232.20	1.6113	\$1,985.44
- Centro de Acopio	Almacenista	1	\$1,176.20	1.6113	\$1,895.21
	Peón o Auxiliar de Recibo en Gral.	2	\$1,119.20	1.6605	\$3,716.86
	Vigilante	1	\$1,176.20	1.6113	\$1,895.21
- Oficina	Jefe de departamento	1	\$2,500.00	1.6113	\$4,028.25
	Secretaria	1	\$1,176.20	1.6113	\$1,895.21
<b>T O T A L</b>		<b>8</b>			<b>\$17,274.62</b>

$\nabla$  El monto de los salarios fue obtenido del Instructivo de Ejercicio y Catálogo Presupuestal de la UNAM 1996.

$\nabla\nabla$  El Factor del Salario Real fue compuesto según el caso:

C O N C E P T O S	SALARIO MÍNIMO	> AL SALARIO MÍNIMO
Ley Federal del Trabajo:	1.3118	1.3118
INFONAVIT:	0.05	0.05
Seguro Social:	0.2730	0.2238
Guarderías:	0.126	0.126
Impuesto por Remuneraciones:	0.0131	0.0131
<b>T O T A L :</b>	<b>1.6605</b>	<b>1.6113</b>

- VEHÍCULOS:

TIPO	No.	USO DIARIO (hr)	COSTO DIRECTO hr-máquina <sup>∇</sup>	DÍAS trabajados/mes	TOTAL (mensual)
- Camión Ford de 1.5 ton (motor de gasolina)	1	6	\$47.42	24	\$6,828.48

- ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO DE ACOPIO:

De la tabla 4.3, se obtiene un total de: \$ 16, 796.40, el cual se piensa amortizar en 5 años, lo que equivaldría a:

$$\$16,796.40 / 5 \text{ años} = \$ 3,359.28 / \text{año}$$

que en meses da un total de:

$\$ 3,359.28 \text{ por año} / 12 \text{ meses} =$	$\$ 279.94 \text{ por mes}$
--	-----------------------------

- ESTACIONES DE CAPTACIÓN:

En la fase inicial del programa se tiene contemplado instaurar 2 estaciones de captación por cada facultad, a excepción de la Facultad de Ingeniería que por la situación especial en que sus edificios se encuentran dispersos, se asignarán 2 estaciones más, para que así se pueda cubrir en esta fase inicial con 2 estaciones la zona denominada como "Principal" y con otras 2 el "Anexo", lo que en total nos arroja:

$$\begin{aligned} 13 \text{ facultades} \times 2 \text{ estaciones por facultad} &= 26 \text{ estaciones de captación} \\ 26 \text{ estaciones} + 2 \text{ extras del Anexo} &= 28 \text{ estaciones de captación} \end{aligned}$$

Luego tomando en cuenta que cada estación de captación en la fase inicial, alberga 3 tipos diferentes de subproductos a captar:

$$28 \text{ estaciones de captación} \times 3 \text{ bolsas por estación} = 84 \text{ bolsas}$$

Suponiendo que los contenedores se colmaran 2 veces al día, entonces se necesitarían:

$$84 \text{ bolsas} \times 2 \text{ cambios por día} = 168 \text{ bolsas por día}$$

que en un mes equivaldrían a:

$$168 \text{ bolsas por día} \times 24 \text{ días por mes} = 4032 \text{ bolsas por mes}$$

Las bolsas serán de plástico transparente de 60 X 90 cm y de calibre no menor al #300. Considerando un precio de \$ 200.00 el millar:

$4032 \text{ bolsas por mes} \times \$ 0.2 \text{ por bolsa} =$	$\$ 806.40 \text{ por mes}$
---	-----------------------------

<sup>∇</sup> Ver el formato para el análisis del costo hora-máquina de la fig. 4.14

Fig. 4.14 Formato para el análisis del Costo directo hora-máquina

<b>CONSTRUCTORA:</b> <u>DGO-56-UNAM</u>	Máquina <u>CAMION FORD</u> Modelo: <u>1.575N</u> Datos Adc: _____	Hoja No. _____ Calcula. _____ Revisó _____ Fecha <u>Nov-97</u>
<b>OBRA:</b> <u>Recolección de Basura</u>		
<b>DATOS GENERALES.</b>		
Precio adquisición: \$ <u>48,652.00</u> Equipo adicional: <u>LLANTAS (-)</u> <u>2,541.00</u> Valor inicial (Vi): \$ <u>46,111.00</u> Valor rescate (Vr): <u>10</u> % = \$ <u>4,611.00</u> Tasa interés (i): <u>15</u> % Prima seguros (s): <u>6</u> %	Fecha colocación: <u>Nov-97</u> Vida económica (Ve): <u>5</u> años Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año Motor: <u>Gasolina</u> de <u>160</u> HP. Factor operación: <u>0.70</u> Potencia operación: <u>112</u> HP.op Coeficiente almacenaje (K): <u>0.08</u> Factor mantenimiento (Q): <u>0.75</u>	
<b>I.- CARGOS FIJOS.</b>		
a) Depreciación: $D = \frac{V_o - V_r}{V_e} = \frac{46,111 - 4,611}{5 \times 2000} = 4.15$ b) Inversión: $I = \frac{V_o + V_r}{2 H_a} = \frac{46,111 + 4,611}{2 \times 2000} \times 0.15 = 1.90$ c) Seguros: $S = \frac{V_o + V_r}{2 H_a} = \frac{46,111 + 4,611}{2 \times 2000} \times 0.06 = 0.76$ d) Almacenaje: $A = K D = 0.08 \times 4.15 = 0.33$ e) Mantenimiento: $M = Q D = 0.75 \times 4.15 = 3.11$	<b>SUMA CARGOS FIJOS POR HORA</b> \$ <u>10.25</u>	
<b>II.- CONSUMOS.</b>		
a) Combustible: $E = e P_e$ Diesel: $E = 0.20 = \text{---} \text{ HP op.} = \text{---} / \text{hr.} = \text{---}$ Gasolina: $E = 0.24 = \underline{112} \text{ HP op.} = \underline{1.21} / \text{hr.} = \text{---}$ b) Otras fuentes de energía: _____ c) Lubricantes $L = o P_e$ Capacidad cartón: $C = \underline{12}$ litros Cambios aceite: $s = \underline{100}$ horas $e = C/T + \begin{matrix} 0.0035 \\ 0.0030 \end{matrix} = \underline{112} \text{ HP op.} = \underline{0.46} \text{ hr.}$ $\therefore L = \underline{0.46} \text{ hr/hr} = \underline{8.5} / \text{hr.}$ d) Lentes: $L = \frac{V_{ll}}{H_v} \text{ (valor lentes)}$ Vida económica: $H_v = \underline{3,450}$ horas $\therefore L = \frac{\$ \underline{2,541.00}}{3,450 \text{ horas}} = \underline{0.74}$	<b>SUMA CONSUMOS POR HORA</b> \$ <u>37.17</u>	
<b>III.- OPERACION.</b>		
Salarios \$ operador: \$ _____ _____ Sal/turno-prom \$ _____ Horas/turno-prom. (H) _____ M = B horas = _____ (factor rendimiento) = _____ horas $\therefore \text{Operación} = O = \frac{\$}{H} = \frac{\$}{\text{horas}} = \text{---}$		
<b>SUMA OPERACION POR HORA</b> \$ _____		
<b>COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ <u>47.42</u></b> SIN OPERACION		

Finalmente para fabricar las estaciones de captación sólo se utilizarán materiales que la Universidad tiene en sus almacenes, además de que también se cuenta con los talleres y la mano de obra necesaria para poder armar dichas estaciones de acuerdo al plano de la fig. 4.3, por lo que el costo de éstas se abate enormemente, sin embargo por razones de cuantificación, se supone un costo de \$ 700.00 por cada estación de captación, lo que resulta:

$$28 \text{ estaciones de captación} \times \$ 700.00 = \$ 19,600.00$$

Y si también se quiere amortizar las estaciones de captación en un periodo de 5 años, se tiene que:

$$\$ 19,600.00 / 5 \text{ años} = \$ 3,920.00 \text{ por año}$$

$\$ 3,920.00 \text{ por año} / 12 \text{ meses} =$	$\$ 326.666 \text{ por mes}$
--	------------------------------

## RESUMEN GENERAL

## GASTOS MENSUALES FIJOS

1.- PERSONAL	\$17,277.62
2.- VEHÍCULO	\$6,828.48
3.- CENTRO DE ACOPIO	\$279.94
4.- BOLSAS	\$806.40
5.- ESTACIONES DE CAPTACIÓN	\$326.67
<b>T O T A L :</b>	<b>\$25,519.11</b>

## ANTEPRESUPUESTO DE COMERCIALIZACIÓN DIARIO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD ESPERADA	P.U.	IMPORTE
Papel blanco y computadora.	Kg	1,000	0.20	\$200.00
Papel mezclado y periódico.	Kg	1,000	0.10	\$100.00
Cartón.	Kg	700	0.10	\$70.00
Vidrio.	Kg	2,000	0.05	\$100.00
Plástico.	Kg	1,000	0.10	\$100.00
<b>T O T A L :</b>		<b>5,700</b>		<b>\$570.00</b>

∇ Las cantidades esperadas se estimaron en base al antepresupuesto del programa instaurado en 1993, pero tomando en cuenta la disminución de dependencias y la participación real esperada. Además de que se ajustaron de acuerdo al diagnóstico de los residuos sólidos en C.U. (ver tabla 2.6) y considerando según dichos estudios que en la zona escolar se generan diariamente 25,000 kg de desperdicios.

La tabla anterior muestra un importe diario total, que en un mes representará:

$$\$ 570.00 \times 24 \text{ días} = \$ 13,680.00 \text{ por mes}$$

que comparando se tiene que:

- RECURSOS DE LA COMERCIALIZACIÓN = \$ 13,680.00
- GASTOS FIJOS MENSUALES = \$ 25,519.11

---


$$\text{DIFERENCIA} = - \$ 11,839.11$$

De lo que se puede concluir que el nuevo programa de recuperación de Residuos Sólidos tal y como se ha planteado en este capítulo no es autofinanciable, ya que presenta un saldo negativo de \$11,839.11, por lo que se recomienda que los gastos de personal, es decir los salarios de todos los trabajadores de este nuevo departamento, sean cubiertos por la Universidad, de tal forma que:

- RECURSOS DE LA COMERCIALIZACIÓN = \$ 13,680.00
- GASTOS FIJOS MENSUALES = \$ 8,241.49

---


$$\text{DIFERENCIA} = + \$ 5,438.51$$

Con este reajuste, se tendría un saldo a favor de \$5,438.51 que por medio de algún mecanismo, buscaría la forma de motivar a las dependencias participantes (por ejemplo regresándoles papel blanco reciclado en la proporción del papel usado con el que participaron), o formar un depósito de ahorro para que después de la fase piloto y si los resultados así lo mostraran, se procediera a la construcción de las artesas protegidas propuestas en este capítulo (ver Fig. 4.5).

## 5. CONCLUSIÓN GENERAL Y RECOMENDACIONES

## 5.1 Conclusiones

Después de la investigación de campo en diversos centros educativos, el estudio de las referencias bibliográficas consultadas, aunado a los elementos teóricos que para el análisis de la problemática se han brindado durante el transcurso de la carrera, se estructuró el capítulo 4 de la presente tesis que reviste de una importancia especial, ya que brinda una nueva propuesta que busca complementar las carencias que presenta el actual programa de recuperación de materiales de desecho que se lleva a cabo en la Universidad Nacional. Más aún dentro del contenido del trabajo resaltan puntos de gran importancia que algunos a manera de nuevas aportaciones y otros como referencia a continuación se enuncian:

- Cualquier tipo de programa que involucre grandes cantidades de personas y por ende de recursos, debe contar con un planteamiento metodológico profesional que lo respalde. Por lo que este trabajo pretende lograr la implementación de un programa realmente efectivo, que requerirá del trabajo interdisciplinario (Biólogos, Diseñadores gráficos e industriales, ingenieros civiles, químicos, etc.) para lograr su funcionamiento en las mejores condiciones.
- El reciclaje si bien no es una actividad "nueva", si esta formando "hoy" parte importante de nuestras vidas, ya que aún de manera indirecta nos afecta a todos. Por ejemplo al comprar algún artículo, la caja en la que viene empacado seguramente estará compuesta por un cierto porcentaje de fibras recicladas. El reciclaje se ha venido practicando de manera aislada solo por ciertas personas o determinadas empresas, no obstante en un futuro cercano todas las familias lo practicarán de manera directa en forma común y corriente.
- De acuerdo a un primer esbozo económico, el programa de recuperación de residuos sólidos propuesto (ver capítulo 4), no es autofinanciable debido a que la cantidad esperada de subproductos clasificados y comercialmente aceptables es poca en relación con la producida (5,700 kg de los 25,000 kg por día, que es el equivalente al 22.8%, con lo que aún así se cumpliría la primera meta propuesta) y a el bajo precio de los subproductos en el mercado.
- Según estudios recientes, para la señalización de los subproductos a captar, es conveniente utilizar un vocabulario literal o de uso corriente, en lugar de uno técnico. Adicionalmente de debe incluir una clasificación por objetos y una más por figuras.
- Para cubrir todas las facultades de Ciudad Universitaria, se tiene contemplado instaurar un total de 28 estaciones de captación, 2 rutas de recolección y en la segunda fase del proyecto se pretenden construir 14 artesas protegidas.
- Se espera que las cantidades de subproductos a captar aumenten conforme la comunidad universitaria conozca y participe con el programa, lo que permitirá comercializar una mayor cantidad de subproductos y por ende obtener mayores ingresos.
- El actual programa de Recuperación de Residuos Sólidos en C.U. ha perdido fuerza y no se ha desarrollado como se planeó, más bien se ha tendido a privatizarlo, minimizando fuerzas y recursos universitarios, por lo que debe reestructurarse para alcanzar todas sus metas y lograr una fuerte presencia en toda la Universidad.
- La mayoría de las personas encuestadas (46.39%) afirman que si les gustaría participar en un programa de este tipo en la Universidad, el 42.20% no están seguros y solo el 4.18% no quiere saber del asunto. Por lo que se puede inferir que el ánimo de la comunidad es positivo para participar en este tipo de cuestiones ambientales.

## 5.2 Recomendaciones

- Este trabajo es una propuesta más en la lucha contra la contaminación y el aprovechamiento irracional de los recursos naturales, por consiguiente y como parte de la evolución que se está teniendo en el cuidado del medioambiente, es susceptible de tener mejoras en sus propuestas por lo que requiere de retroalimentación y evaluación por parte de todos los participantes, es decir se pretende que sea una programa flexible.
- Es conveniente dejar fuera los residuos orgánicos ya que su complicado manejo implicaría tener equipo y vehículos especiales. Tampoco se han considerado en el programa los residuos producto de las investigaciones de las áreas biomédicas. Ya que algunos de ellos son peligrosos.
- Es necesario dar una amplia difusión y capacitación de los objetivos y acciones a seguir en el programa en sus aspectos teóricos y prácticos a todo el personal de los departamentos de Residuos Reciclables, Jardinería, Barrido, Transporte y al personal de intendencia de cada facultad, pues son ellos quienes garantizarán el éxito del mismo.
- La comunicación es parte fundamental del programa, por lo que se deben de imprimir cartelones periódicamente conteniendo la información básica del programa, los avances logrados, así como temas ecológicos en general, para motivar a la comunidad universitaria a la separación de los desechos sólidos. Además de que deberá de apoyarse en forma masiva con folletos, radio UNAM, T.V. UNAM, conferencias, Internet a través de una página World Web Wibe, etc.

Para lograr una buena comunicación del programa se recomienda que:

Las decisiones en materia de comunicación sean tomadas por una sola persona que se encuentre dentro del programa a promover, en colaboración con una agencia profesional.

Una campaña exitosa será aquella que logre influir en el ánimo de las personas para reforzar o modificar un hábito o costumbre.

La producción de cualquier pieza de comunicación esta limitada por el presupuesto que exista para realizarla. Es importante llegar a un punto medio.

Los pasos a desarrollar en la metodología de la implementación de una campaña de propaganda social, como la necesaria para promover el nuevo programa de recuperación de Residuos Sólidos en C.U. son:

- a) Problema: Identificar el problema al cual queremos dar solución, es importante que la descripción del programa se haga por escrito y se tenga siempre a la mano.
- b) Objetivo: La identificación del problema debe conducir a proponer soluciones que puedan ser resueltas por medio de la comunicación. Entre menos información comunique un comercial de radio o televisión o un anuncio, más profundamente quedará grabado en la memoria de la gente, será más claro y su impacto será mayor. También será necesario cuidar que los objetivos no excedan la capacidad real del proyecto.
- c) Medios: Una vez que se conozcan los objetivos y a quienes se va a dirigir la campaña, se tendrán que elegir los medios para ello, por supuesto que esta estará en función del presupuesto económico.

- d) Estrategia creativa: Se deberá establecer como se va a alcanzar el objetivo y dependerá del medio elegido y el público a que va dirigido, lo cierto es que saber elegir los recursos, los tonos y el lenguaje es lo que decidirá el impacto de las piezas de comunicación. Evitar tomar las piezas que si bien podrían ganar un premio internacional, solo sus realizadores y uno que otro iluminado sabrán lo que quisieron decir.
- e) Producción: Sin importar el medio que se vaya a utilizar será necesario contratar a alguien para elaborar las piezas. Más vale instrumentar una buena campaña basada solamente en carteles y volantes, que hacer malos comerciales de televisión, que no solo no alcanzarán los objetivos planteados, si no que además asociarán el nombre de la institución patrocinadora con una imagen falta de calidad y profesionalismo.
- f) Control: Llevar un riguroso control sobre los efectos de la campaña.
- Deben de adaptarse los contenedores y artesas con las protecciones necesarias, para evitar la extracción de los residuos sólidos clasificados, así como la intromisión de animales.
  - El proyecto debe dividirse en dos fases: La fase piloto (con una duración de 6 meses) que será durante la cual se probará su eficacia y se cuantificará la cantidad de subproductos captados, para realizar los ajustes necesarios de la segunda fase, denominada fase de operación (permanente) en la que de acuerdo a los resultados obtenidos, se procederá o no a la construcción de las artesas protegidas en cada facultad.
  - El supervisor del Departamento de Residuos Reciclables deberá coordinar operativamente el programa con los responsables de cada facultad y de ser necesario promover mesas de trabajo para el intercambio de experiencias e ideas.
  - Cuando el programa este en operación se deberá elaborar el manual completo del sistema, tomando como base el capítulo 4 de la presente tesis.
  - Para un mejor aprovechamiento de las unidades de transporte asignadas al nuevo departamento de Residuos Reciclables, se recomienda que estas se utilicen exclusivamente en el interior de C.U. y no intervengan en la comercialización externa de los subproductos, además de definir con la empresa contratista las condiciones y características de la comercialización.
  - Se deberá efectuar un sondeo periódico de los precios de los subproductos a comercializar en el mercado, para así realizar ajustes en caso de ser necesario con la empresa contratista.
  - Sobre la revolvencia de recursos a las entidades participativas, se propone que se continúe entregando papel nuevo reciclado (de acuerdo al porcentaje con el que cada dependencia participó) a cambio del papel usado entregado, o en el caso de los departamentos de intendencia de cada facultad, se les podrán entregar despensas. Lo importante es que se continúe manejando el trueque en especie y se evite el manejo de dinero.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.

## \* BIBLIOGRAFIA

- (1) "TEORÍA DEL MUESTREO", Des Raj. Fondo de Cultura Económica. México 1980.
- (2) "SAMPLING TECHNIQUES", William G. Cochran. Wiley Publications. Canada 1953.
- (3) "REDUCCIÓN Y RECICLAJE", Simón González M. P.U.M.A., U.N.A.M., México 1997.
- (4) "LA SITUACIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO", Octavio Rivero Serrano. P.U.M.A., U.N.A.M., México 1996
- (5) "MANUAL DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES INDUSTRIALES", Tomo 1, Plan de Minimización. Instituto C.E.R.D.A., España 1992.
- (6) "MANUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS", Dirección General de Obras y Servicios Generales. P.U.M.A., U.N.A.M., México 1995.
- (7) "MANUAL DE TESIS", Centro de Servicios Educativos de la Facultad de Ingeniería. U.N.A.M., México 1985.
- (8) "MANUAL PARA LA PLANEACIÓN, IMPLANTACIÓN Y OPERACIÓN DEL PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE DESECHOS, SEPARADOS EN EL ORIGEN DE SU GENERACIÓN", D.G.O.S.G., P.U.M.A., U.N.A.M., México 1993.
- (9) "GUÍA DE LA UNIVERSIDAD", Secretaría Administrativa, U.N.A.M., México 1991.
- (10) "MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, HOSPITALARIOS Y ESPECIALES", M.I. Jorge Sánchez G., México 1995.
- (11) "DIRECTORIO DE CENTROS DE RECEPCIÓN DE DESPERDICIOS (Ciudad de México y área metropolitana)", Lorena Martínez. Fundación Mexicana para la Educación Ambiental, México 1993.
- (12) "APUNTES DEL II SIMPOSIO INTERAMERICANO DE RESIDUOS SÓLIDOS", Ing. Francisco Zepeda. O.P.S., O.M.S., Argentina 1994.
- (13) "CONTROL ECOLÓGICO DEL CAMPUS", 1ra. Etapa, P.U.M.A., U.N.A.M., México 1993.
- (14) "NOM-AA-22-1985, PROTECCIÓN AL AMBIENTE-CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS".
- (15) "NOM-AA-15-1985, PROTECCIÓN AL AMBIENTE-CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES-MUESTREO-MÉTODO DEL CUARTEO".
- (16) "NOM-AA-19-1985", PROTECCIÓN AL AMBIENTE-CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES-PESO VOLUMÉTRICO IN SITU".
- (17) "NOM-AA-91-1985", PROTECCIÓN AL AMBIENTE-CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RESIDUOS SÓLIDOS-TERMINOLOGÍA".
- (18) "TABULADOR GENERAL DE PRECIOS UNITARIOS 1995", Secretaría de Obras y Servicios. D.D.F.
- (19) "FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS", F.U.N.D.E.A. México 1988
- (20) "INSTRUCTIVO DE EJERCICIOS Y CATÁLOGO PRESUPUESTAL DE LA UNAM", U.N.A.M., México 1996.
- (21) "INTERNET", Consulta de páginas World Wide Web. Sitio: <http://www.ecocycle.org>
- (22) "UNITS OPERATIONS IN RESOURCE RECOVERY ENGINEERING" P. A. Vesilind, Prentice -Hall, E.U. 1981
- (23) "SERVICIO DEL PROBLEMA DE LOS DESECHOS", Ministerio de Cultura y Contorno Ambiental de España, España 1989.
- (24) "INTERNET", Consulta de páginas World Wide Web. Sitio: <http://www.uninet.mty.itesm.mx>
- (25) "INTERNET", Consulta de páginas World Wide Web. Sitio: <http://www.recycline.com>
- (26) Experiencia del simposium Nacional sobre Recolección y Reciclaje de Residuos Sólidos Municipales, UNAM, México 1997.
- (27) Gaceta UNAM, 2 de Junio de 1997.

ANEXOS

## \* ANEXO 1: PLÁSTICOS

De acuerdo con el Instituto Mexicano del Plástico Industrial (I.M.P.I.), el consumo de plástico está orientado principalmente al sector de envases, que ocupan 47 % del volumen total. Lo preocupante es que este tipo de material tiene una utilización muy corta (de menos de 1 año) y en él se centran parte de los principales problemas que los plástico provocan al medioambiente.

Las películas plásticas (bolsas) representan menos del 4 % del total de los desechos sólidos generados, sin embargo, son la parte más visible en los tiraderos a cielo abierto y causan problemas en el manejo de la basura, por ocupar grandes volúmenes debido a su baja densidad.

Para poder reciclar plásticos se requiere que estén separados según su tipo. Sin embargo, esta tarea se vuelve complicada debido a su versatilidad, ya que varios de ellos pueden utilizarse para un mismo producto. Por esta razón en E.U., Japón, Alemania y varios países europeos, donde el reciclado de desperdicios a cobrado más impulso, existe un sistema de codificación para envases desarrollado por la sociedad de Industrias del plástico en E.U.

Los plásticos abundan en el mercado debido a su gran versatilidad. Existen alrededor de 31 tipos diferentes, de los cuales a continuación se listan los 6 más comunes y algunas de sus aplicaciones más importantes:

### POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD):

- Botellas para varias aplicaciones.
- Película para empaque.
- Película para invernadero.
- Alisantes.
- Juguetes pequeños que se venden por novedad y en gran cantidad.

### POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD):

- Empaque para medicamentos.
- Tapas y Tapones.
- Bolsas para basura.
- Botellas para leche y yoghurt.
- Cajas para el transporte de botellas.
- Envases para diferentes usos.
- Recubrimientos para sobres de correo.
- Bandejas.
- Botes de basura y cubetas.

### POLIPROPILENO (PP):

- Película para empaque (como los metalizados para botanas, chocolates, dulces, etc.)
- Empaques para sopas, cigarrillos, frutas y verduras, bizcochos, carnes frías, etc.
- Six packs.
- Lapiceros
- Sacos de rafia
- Tapas y tapones
- Hieleras
- Popotes
- Jeringas
- Portafolios
- Cintas para audio y video
- Mangos de herramientas

### CLORURO DE POLIVINILO (PVC):

- Botellas de aceite comestible y para otras aplicaciones
- Película para empaque
- Lapiceros
- Tapas y tapones
- Blister packs
- Tarjetas de crédito
- Empaques para pastillas y pilas

- Envolturas y empaques de alimentos
- Cintas adhesivas
- Calzado tenis o sandalias
- Plastilinas (corcholatas o tapones de plástico)
- Juguetes
- Cortinas para baño
- Pañales desechables
- Mangueras
- Piezas especiales para drenaje.

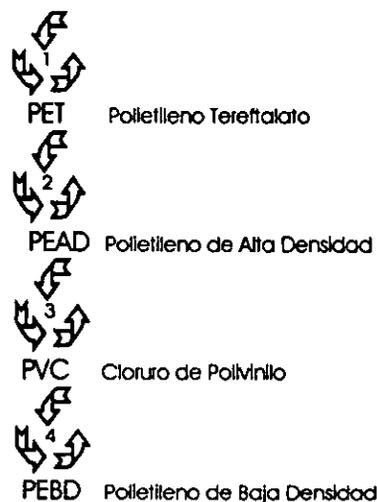
**POLIESTIRENO (PS):**

- Una de sus presentaciones es la conocida como unigel (poliestireno expansible)

**POLIETILEN TEREFALATO (PET):**

- Botella para refresco (presentación de litro y medio)
- Botella para diferentes aplicaciones (aceites, jugos de frutas, mostazas y mayonesas, lociones, dentífricos, etc.)

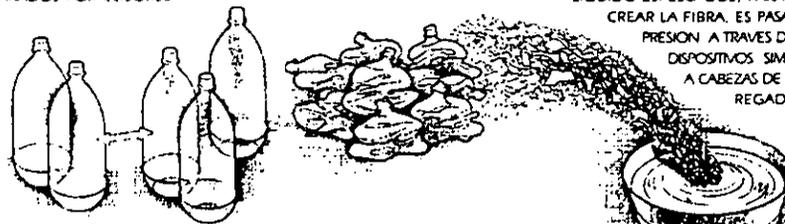
El sistema de codificación para envases de plásticos es un sistema que ayuda a identificar el tipo de plástico usado en la fabricación de envases, botellas, contenedores y recipientes en general. Se utiliza una simbología muy sencilla que permite seleccionar por tipo los diferentes plásticos en el proceso de recolección y reciclaje. Se compone del símbolo internacional del reciclaje (3 flechas que forman un triángulo en circuito) en cuyo centro lleva un número y en la base letras. El número y las letras indican la resina usada para la fabricación del envase, según la siguiente clave:



1. A LOS CUERPOS DE LAS BOTELLAS DE REFRESCOS SE LE QUITAN ETIQUETAS Y TAPAS Y SON SEPARADOS POR COLORES

2. DESPUES DE LA ESTERILIZACION LAS BOTELLAS SON APLASTADAS Y PICADAS EN PEDAZOS

3. DIMINUTOS PEDAZOS U HOJUELAS SON DERRETIDOS EN TANQUES. ESTO PRODUCE UN LIQUIDO ESPESO QUE, PARA CREAR LA FIBRA, ES PASADO A PRESION A TRAVES DE DISPOSITIVOS SIMILARES A CABEZAS DE REGADERAS



5. LAS FIBRAS PRODUCIDAS CON BOTELLAS DE REFRESCOS DESLIZAN CON TERCEROS EN LOS MATERIALES TEXTILES QUE SON USADOS EN SUETERS, CAMISAS, CINTURONES Y ZAPATOS

4. LAS FIBRAS SON ESTIRADAS PARA PRODUCIR DELGADEZ Y FORTALEZA. ENTONCES SON ONDULADAS, CORTADAS EN PEDAZOS PEQUEÑOS Y EMRALADAS. ESTE PRODUCTO ES VENDIDO A LOS FABRICANTES DE ROPA

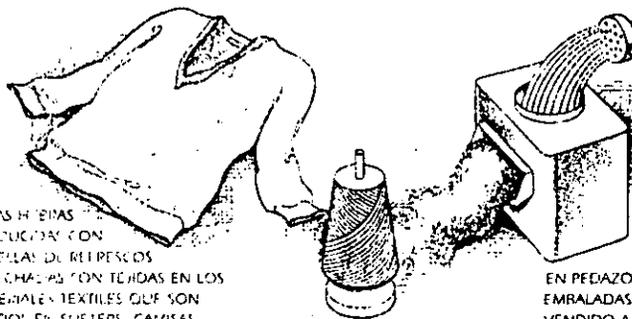


Fig. A.1 Proceso de reciclaje del Plástico

\* ANEXO 2: PAPEL

El reciclaje es un ciclo; reciclar incluye poner el papel usado en el cesto correcto, pero también implica usar papel reciclado para cerrar el ciclo. El papel reciclado es casi tan bueno como el papel virgen para muchos usos. En algunos casos el papel reciclado es más caro que el papel extraído de fibras recicladas, pero esto es solo porque nadie lo usa, por eso en la universidad se tendrán que negociar grandes cantidades de papel, para así poder cerrar este círculo vicioso.

Cada día un creciente número de compañías y organismos toma conciencia de la necesidad de reciclar el papel producto de sus operaciones administrativas. En Japón cerca del 50% del papel se recicla, convirtiendo así a este país en el líder mundial en el reciclaje del papel. En México en 1993, el consumo anual de cartón y papel fue de 2,634,000 ton, lo que equivaldría en el proceso "A" de la siguiente figura, a la tala de 37 millones de arboles y al consumo de 39,510,000 lt de agua.

En las siguientes figuras se muestran los procesos para la fabricación de papel, en el primero a partir de la materia virgen y en el segundo a partir de desechos de papel captados. Finalmente se puede ver una tabla comparativa de los consumos requeridos en ambos procesos necesarios para elaborar una tonelada de papel.

Fig. A.2 Producción de celulosa desde la materia prima virgen

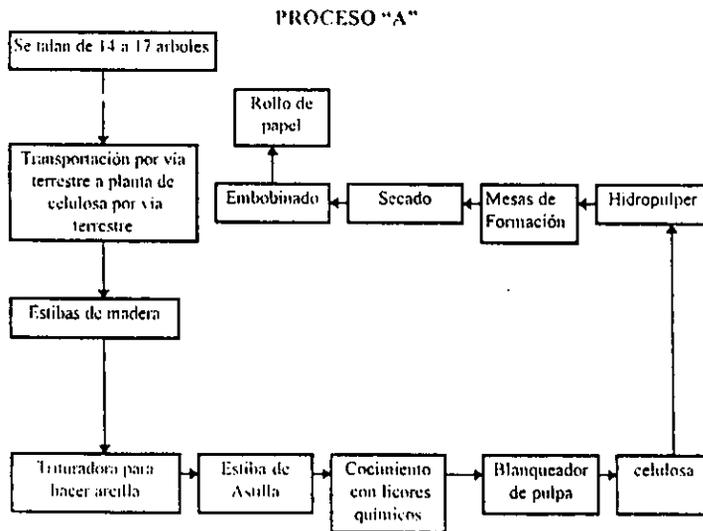
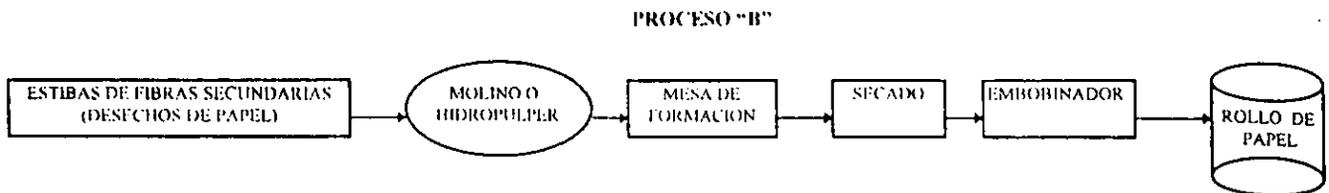


Fig. A.3 Producción de papel a partir de desechos de papel.



**PROCESO "A"**

CONSUMO DE AGUA 15,000 LTS  
 CONSUMO DE ENERGIA 100%  
 POLUCION DEL AIRE 80 %  
 POLUCION DEL AGUA 100%

**PROCESO "B"**

CONSUMO DE AGUA 5,000 LTS.  
 CONSUMO DE ENERGIA 35%  
 POLUCION DEL AIRE 6%  
 POLUCION DEL AGUA 35%  
 SE SALVAN 17 ARBOLES POR TONELADA

**FUENTES DE INFORMACION**

CAMARA NAL. DE LA CELULOSA Y EL PAPEL  
 ISRI-USA  
 INARI MEXICO

## \* ANEXO 3: VDRIO

El vidrio se clasifica según su color, el cual puede ser verde, ámbar o transparente principalmente. No deben revolverse los envases de vidrio con los siguientes objetos, ya que esta mezcla perjudica el proceso de reciclaje, pureza y color del vidrio reciclado que se generará:

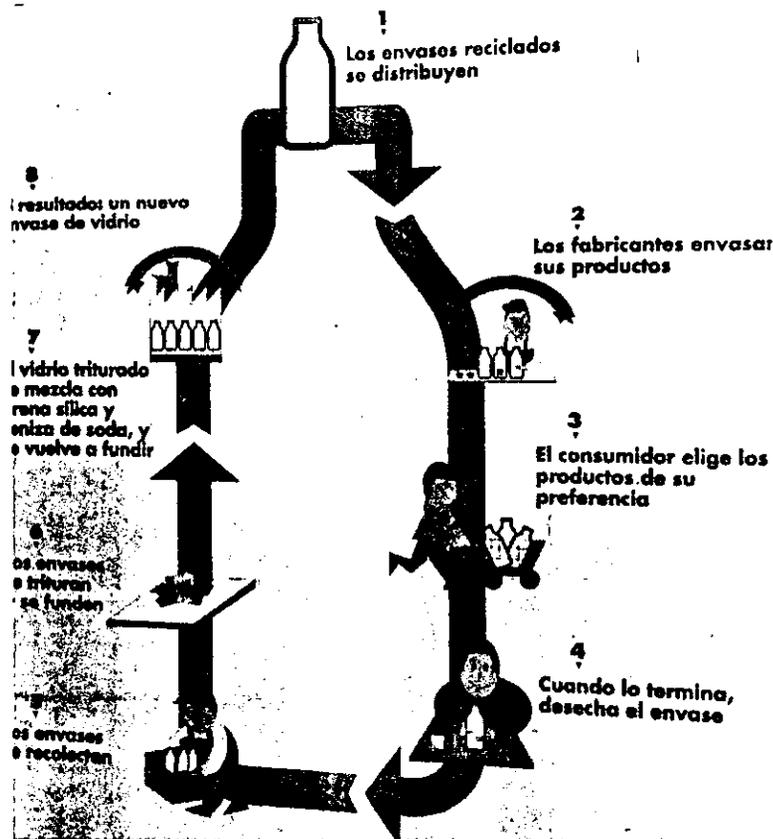
Focos, cristal de ventanas, espejos, lentes, cerámica, ceniceros y cristal de laboratorio.

Prefiere y consume productos en envases retornables, en la oficina ten tu propia taza o vaso y destina algunos para los visitantes con el fin de evitar el uso de desechables.

Por cada envase que se recicla, se ahorra la energía necesaria para mantener encendido un televisor por 3 horas.

El vidrio se recicla las veces que se requiera al 100% y con la forma que se quiera, no pierde propiedades. El vidrio reciclado ahorra de un 25 a 32% de la energía utilizada para producir un nuevo vidrio.

Fig. A 4 Proceso de reciclaje del vidrio



\* ANEXO 4

TABLA 1. Recolección de basura en la ruta: Estadio Olímpico/Reserva Ecológica  
Camiión de Volteo de 6 m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994

Artesa	Localización	Número de tambos							Volumen recolectado (m <sup>3</sup> )					Volumen total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V				
1	Dirección de Proveduría	4			1.5		0.8				0.3			1.1	había basura separada (una sola vez la recogieron)
2	Dirección de Obras		4.5	4	5			0.9	0.8	1.0			2.7	casi solo papel, basura doméstica	
3	Tienda 1		58	53	15			11.6	10.6	3.0			25.2	basura orgánica, cartones	
4	Unión de Univ. de América Latina	5			2		1.0				0.4		1.4	papel y hojarasca mezclados	
5	Unidad de Seminarios	4			7		0.8			1.4			2.2	después de las fiestas hay muchos botellas de vidrio, cartones y basura orgánica	
6	Jardín Botánico	1.5			2.5		0.3			0.5			0.8	basura doméstica	
7	Centro de Ecología	5.5			10		1.1			2.0			3.1	basura doméstica, papel blanco	
8	Pista de Calentamiento	2			5	1	0.4			0.2			1.6	basura doméstica, cascara de naranja, envases de agua (del gimnasio)	
9	Inv. y Medicina del Deporte	2	0.5		2		0.4	0.1		0.4			0.9	basura doméstica, envases, cascara de naranjas (basura de los deportistas)	
10	Multifamiliar	6	3	3	3	3	1.2	0.6	0.6	0.6	0.6		3.6	solamente basura doméstica	
11	Gimnasio, junto al Estadio Olímpico		2	40	8			0.4	8.0	1.6			10.0	papel, envases de plástico, cáscaras de naranja	
	Taller Conservación	2	8	9	12		0.4	1.6	1.8	2.4			6.2	madera, metal, plástico y aceites	
	Coordinación CCH	9	6	12	8		1.8	1.2	2.4	1.6			7.0	basura doméstica, basura orgánica, alrededor hay pasto y residuos de la jardinería	
A - S	Botes Exteriores en el Circuito	34	28	15	14	6.5	6.8	5.6	3.0	2.8	1.3		19.5	En general estos botes son usados solo para basura doméstica (muchas veces dispersado alrededor)	
													Σ 85.3		

TABLA 2. Recolección de basura en la ruta: Circuito Interior/Circuito Escolar  
Camión de Cilindro de 12 m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994

Artesa	Localización	Número de tambos							Volumen recolectado (m <sup>3</sup> )					Volumen total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V				
12	Rectoría		36	15	11	11	11		7.2	3.0	2.2	2.2	2.2	14.6	predomina papel de oficina (a veces mojado), hay pepenadores
13	Facultad de Arquitectura		10	10	9	9	9		2.0	2.0	1.8	1.8	7.6	Latas de pintura con pintura, hojarasca en el alrededor mezclada con basura: no se recolectaron	
14	Facultad de Ingeniería	22	6		8			4.4	1.2		1.6		7.2	cascajo alrededor de la artesa, también hojarasca, cajas de cartón, papel	
15	Facultad de Ingeniería/Arquitectura	19	7.5	6	6	9	9	3.8	1.5	1.2	1.2	1.8	4.7	basura doméstica, hojarasca	
16	Rectoría	2.5	2	1	1			0.5	0.4	0.2	0.2		1.3		
17	Estacionamiento Filosofía		2		2				1.0		1.0		2.0		
18	Torre I de Humanidades (Filosofía y Letras)	23	21	22	24	17	17	4.6	4.2	4.4	4.8	3.4	21.4	basura orgánica (de comercios), cajas de cartón, pepenadores	
19	Facultad de Derecho	12	7	5	3	3	3	2.4	1.4	1.0	0.6	0.6	3.6	un perro muerto, mucho papel, acceso difícil para los camiones	
20	Facultad de Economía	13	10	11	6	8	8	2.6	2.0	2.2	1.2	1.6	7.0	mucha cascara de fruta (también embolsada)	
21	Gasolinera (Av. Universidad)	4.5		4	4	4	4	0.9		0.8	0.8	0.8	3.3	muchos botes de aceite y lubricantes, también muebles y maquinarias	
25	Dirección General de Personal				6	7	7				1.2	1.4	2.6	unas bolsas de aserrín	
Edif. 73	Facultad de Ciencias, Políticas y Sociales				10						2.0		2.0	predomine papel	
													Σ 77.3 m <sup>3</sup>		

TABLA 3. Recolección de basura en la ruta: Circuito Interior  
Camión de volteo de 6 m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994

Artesa	Localización	Número de tambos							Volumen recolectado (m <sup>3</sup> )					Volumen total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V				
19	Facultad de Derecho Estacionamiento	21	5		5	7	4.2	1.0		1.0	1.4	7.6	basura fuera de la artesa		
20	Facultad de Economía	2	19		15.5	15	0.4	3.8		3.1	3.0	10.3	basura doméstica, cartones		
22	Rocas I enfrente Gasolinera	18	4	3	1		3.6	0.8	0.6	0.2		5.2			
23	Rocas II, Estacionamiento Economía	20	1	0.5	0.5		4.0	0.2	0.1	0.1		4.4	muchas bolsas de plástico (basura doméstica)		
24	Subestación Eléctrica	24	6	3	9	4	4.8	1.2	0.6	1.8	0.8	9.2	artesa cerrada. bolsas con aserrín, hojarasca		
29	Medicina, Edificio de Investigaciones	29	10	3	9	8	3.8	2.0	0.6	1.8	1.6	9.8	mucho aserrín, la basura afuera, basura doméstica		
30	Medicina, Técnicas Quirúrgicas	13	6	3	7	6	2.6	1.2	0.6	1.4	1.2	6.0	aserrín (8 tambos), cartones		
31	Medicina, Biblioteca junto al Circuito Escolar	8	3	0.5	2	0.5	1.6	0.6	0.1	0.4	0.1	2.8	muchas bolsas de plástico, cartones afuera que no se recogieron		
32	Centro de Investigaciones Ingeniería Genética				33	14				6.6	2.8	11.2	cajas de cartón, aserrín		
33	Medicina, Auditorio "Fernando Orcaniza"		29	1	3	3		5.8	0.2	0.6	0.6	7.2	basura doméstica, cartones (cafetería)		
34	Odontología		72	5	3	6		14.4	1.0	0.6	1.2	17.2	basura doméstica. (poca)		
35	CELE				80	5				16.0	1.0	17.0			
36	Diseño Industrial				116	3				23.2	0.6	23.8	no se recogieron durante toda la semana		
												Σ 131.1			

TABLA 4. Recolección de basura en la ruta: Circuito Exterior  
Camión de volteo de 6 m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994

Artesa	Localización	Número de tambos							Volumen recolectado (m <sup>3</sup> )					Volumen total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
		L	M	M	J	V	L	M	J	V					
37	Estacionamiento del Estadio de Prácticas	8	7	4	3	4	1.6	1.4	1.8	0.6	0.4	4.8	basura doméstica, envases de plástico		
38	Estacionamiento trasero del Centro Médico	32	12	7	8	8	6.4	2.4	1.4	1.6	1.6	13.4	bolsas fuera de la artesa, basura de jardín, guantes, papel higiénico.		
39	Coordinación del CCH	3	3	3	3	2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	2.8	se inunda la artesa, papel, envases de plástico		
40	Alberca Olímpica	24	11	7	4	5	4.8	2.2	1.4	0.8	1.0	10.2	basura orgánica, residuos de jardinería, envases de plástico		
41	Estacionamiento de Campos Deportivos, junto al Instituto de Ingeniería		8	1	5	1		1.6	0.2	1.0	0.2	3.0	basura afuera de la artesa, basura doméstica, carros bloquearon el acceso		
42	Camino Verde, entre Inst. de Ing. y Anexo de Ingeniería		25	5	5	7		5.0	1.0	1.0	1.4	8.4	papel blanco y cartón		
43	Camino Verde, junto al tercer frontón		2	6	2	4		0.4	1.2	0.4	0.8	2.8	madera de construcción, vasos y botellas de plástico.		
44	Camino Verde, junto al segundo frontón		18	3	5	4		3.6	0.6	1.0	0.8	6.0	cascajo, basura orgánica, cartones, basura de jardinería.		
45	Camino Verde, atrás del Frontón Cerrado	20	13	1	3	3	4.0	2.6	0.2	0.6	0.6	8.0	basura orgánica, cartones y bolsas amarradas		
46	Estacionamiento del Frontón Cerrado	8	3	10	11	13	1.6	0.6	2.0	2.2	2.6	9.0	papel blanco, cartón, bolsas amarradas		
47	Instituto de Ingeniería		20	2	3	4		4.0	0.4	0.6	0.8	5.8	aserrín, papel blanco e higiénico, acceso difícil por cascajo		
66 A	Trabajo Social	9	9	8	7		1.8	1.8	1.6	1.4		6.6	papel blanco e higiénico, basura orgánica		
Edif. 170	Comedor Instituto de Ingeniería	3	4	4	4	3	0.6	0.8	0.8	0.8	0.6	3.6	basura orgánica, bolsas de plástico		
51	Comedor de Ciencias	2	2	2	2	2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2.0	basura orgánica, cartones		

TABLA 4. Recolección de basura en la ruta: Circuito Exterior  
Camión de volteo de 6 m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994

(Continuación de la página anterior)

Artesa	Localización	Número de tambos							Volumen recolectado (m <sup>3</sup> )					Volumen total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V				
52	Estacionamiento de Contaduría	9	6	6	4		1.8	1.2	1.2	0.8				5.0	basura orgánica, cartones, envases de plástico
53	Contaduría, junto al Camino Verde	11	5	3	4		2.2	1.0	0.6	0.8				4.6	residuos de jardinería, papel blanco, cartones
54	Contaduría y Administración, junto al Circuito Exterior		10					2.0		1.2				3.2	papel blanco, envases de plástico, basura doméstica
55	Sistema de Universidad Abierta	4	4	3	3	3	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6			3.4	papel blanco, papel higiénico, envases unicel, basura doméstica
56	Centro de Instrumentos	2	3	3	3	3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6			2.8	papel blanco, papel higiénico, cartones, basura doméstica
Edif. 179	Tienda 3	100	29			25	20.0	5.8		5.0				30.8	basura orgánica, madera, cartones, aserrín
Edif. 188	Comedor Central	5	3	2	5	5	1.0	0.6	0.4	1.0	1.0			4.0	basura orgánica, cartones, envases de plástico
57	Servicios de Cómputo Académico	8	6	5	3	5	1.6	1.2	1.0	0.6	1.0			5.4	papel blanco, cartones, basura doméstica
														Σ 145.6	

TABLA 5. Recolección de basura en la ruta: Circuito de la Investigación Científica  
Camión de cilindro de 9 m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994

Artesa	Localización	Número de tambos							Volumen recolectado (m <sup>3</sup> )							Volumen total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J		
26	Dirección General de Publicaciones	28		57		57		57	5.6	11.4					11.4	28.4	mucho papel de oficina (Aprox. 90%)
48	IIMAS, Vivero Bajo	14		13				2.8	2.6							5.4	muchos cartones
49	Estacionamiento, Biblioteca de Posgrado de Ingeniería	5						1.0								1.0	cartones
50	Anexo de Ingeniería	9			18			1.8					3.6			5.4	cascoles al lado, basura dispersada (difícil a recoger, muchos cartones que no se recolectaron)
58	División de Estudios de Posgrado e Investigación				23								4.6			4.6	cajas de cartón
59	Instituto de Ciencias Nucleares				9								1.8			1.8	
60	Instituto de Matemáticas	2						0.4								0.4	
61	Instituto de Astronomía, Taller de Óptica	29						5.8								5.8	muchos cartones
62	CICH - Astronomía-	18						3.6								3.6	muchos cartones
63	Coordinación de la Investig. Científica.	3			7			0.6					1.4			2.0	mucho papel, basura doméstica (5%)
64	Instituto de Biología, Biotenio	14						2.0					16.8			18.8	en general aserrín (de olor fuerte)
65	Inst. de Fisiología Celular junto al Circuito Exterior	15	2		5			3.0	0.4				1.0			4.4	basura doméstica
67	Facultad de Veterinaria y Zootecnia	47	17					9.4								12.8	muchos cartones, cáscara
68	Instituto de Geología												4.2			4.2	basura fuera de la artesa, cascode, basura doméstica (10%)

TABLA 5. Recolección de basura en la ruta: Circuito de la Investigación Científica  
Camión de cilindro de 9 m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994

(Continuación de la página anterior)

Artesa	Localización	Número de tambos							Volumen recolectado (m <sup>3</sup> )					Volumen total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
		L	M	M	J	V.	L	M	M	J	V				
70	Ciencias de la Atmósfera		10						2.0					2.0	basura doméstica (10%)
71	Instituto de Física		15						3.0					3.0	
72	Facultad de Química Labor. de aparatos y C.N.		70						14.0					14.0	Estuvo lleno (vacian un vez a semana), mucho basura orgánica —> empiezo la fermentación anaerobia
73	Fac. Ciencias Invernadero y Laboratorio			52						10.4				10.4	Estuvo lleno, muy sucio, residuos de jardinería (mezclado con basura), muchos cartones (no se recolectaron)
74	Fac. Ciencias Invernadero y Laboratorio			13	7				2.6	1.4				4.0	basura dispersada alrededor (muchas bolsas), basura orgánica (hay concesiones de alimentos cerca)
75	Fac. Ciencias					10							2.0	2.0	
76	Instituto de Investig. Antropológicas			26						5.2				5.2	
77	Revisión de Estudios Prof., Posgrado y Dictámenes		13						2.6					2.6	basura doméstica (20%)
78	Centro de Desarrollo Infantil C.U.		12						2.4					2.4	puras bolsas (de separación y doméstica), mucho basura orgánica
80	Psiquiatría y Salud Ambiental, Fac. de Psicol.	8	3	5	7			1.6	0.6		1.0	1.4		4.6	mucha basura doméstica (80%)
Edif. 151	Instituto de Investigaciones Filosóficas				10						2.0			2.0	puras cajas de cartón, hule espuma
	2 botes exteriores pasillo Instituto de Física		2.5						0.5					0.5	muchas bolsas de basura doméstica, ratas al dentro
	Facultad de Ciencias - Invernadero y Laboratorios			3						0.6				0.6	son 3 tambos para la basura, casi solo aserrín de los animales con cuales se hacen experimentos
														Σ 152.7	

## \* ANEXO 5

3.3 THE EFFECT OF  $P$  ON THE STANDARD ERRORS 35

If  $M$  varies from unit to unit, the problem is more complicated: appropriate methods are presented in section 6.9.

**3.3 The effect of  $P$  on the standard errors.** Equation (3.6) shows how the variance of the estimated percentage changes with  $P$ , for fixed  $n$  and  $N$ . If the  $fpc$  is ignored, we have

$$V(p) = \frac{PQ}{n}$$

The function  $PQ$  and its square root are shown in table 3.1. These functions may be regarded as the variance and standard deviation, respectively, for a sample of size 1.

TABLE 3.1 VALUES OF  $PQ$  AND  $\sqrt{PQ}$ 

$P$  = Population percentage in class  $C$ .

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$PQ$	0	900	1600	2100	2400	2500	2400	2100	1600	900	0
$\sqrt{PQ}$	0	30	40	46	49	50	49	46	40	30	0

The functions have their greatest values when the population is equally divided between the two classes, and are symmetrical about this point. The standard error of  $p$  changes relatively little when  $P$  lies anywhere between 30 and 70 per cent. At the maximum value of  $\sqrt{PQ}$ , 50, a sample size of 100 is needed to reduce the standard error of the estimate to 5 per cent. To attain a 1 per cent standard error requires a sample size of 2500.

This approach is not appropriate when interest lies in the total *number* of units in the population which are in class  $C$ . In this event it is more natural to ask: Is the estimate likely to be correct to within, say, 7 per cent of the true total? Thus we tend to think of the standard error expressed as a fraction or percentage of the true value,  $NP$ . The fraction is

$$\frac{\sigma_{NP}}{NP} = \frac{N\sqrt{PQ}}{\sqrt{n}NP} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{Q}{P}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad (3.12)$$

This quantity is usually called the *coefficient of variation* of the estimate. If the  $fpc$  is ignored, the coefficient is  $\sqrt{Q/nP}$ . The ratio