

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN  
CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F.

T E S I S

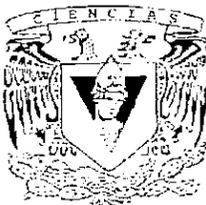
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

---

P R E S E N T A :

CLAUDIA HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ



FACULTAD DE CIENCIAS  
UNAM

TUTOR: DR. SIMÓN GONZÁLEZ MARTÍNEZ

2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

FACULTAD DE CIENCIAS

División de Estudios Profesionales

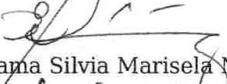
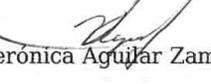


**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
Jefe de la División de Estudios Profesionales  
Facultad de Ciencias  
P r e s e n t e .

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

**"Manejo de residuos sólidos en Ciudad Universitaria, México, D.F."**

realizado por **Hernández Fernández Claudia**, con número de cuenta **089553114**, quien opta por titularse en la opción **Tesis** en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario	Dra.	 Lucía Almeida Leñero
Propietario	Dra.	 Irama Silvia Marisela Núñez Tancredi
Tutor(a) Propietario	Dr.	 Simón González Martínez
Suplente	M. en C.	 María Guadalupe Ponciano Rodríguez
Suplente	Biól.	 Verónica Aguilar Zamora

**Atentamente**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
Ciudad Univeritaria, D. F., a 23 de marzo del 2007  
**COORDINADOR DE LA UNIDAD DE ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA**

**DR. ZENÓN CANO SANTANA**

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

## Hoja de datos del jurado

1. Datos del alumno

Hernández  
Fernández  
Claudia  
56767503  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
08955311-4

2. Datos del tutor

Dr.  
Simón  
González  
Martínez

3. Datos del sinodal 1

Dra.  
Lucía  
Almeida  
Leñero

4. Datos del sinodal 2

Dra.  
Irama Silvia Marisela  
Nuñez  
Tancredo

5. Datos del sinodal 3

M. en C.  
María Guadalupe  
Ponciano  
Rodríguez

6. Datos del sinodal 4

Biól.  
Verónica  
Aguilar  
Zamora

7. Datos del trabajo escrito

Manejo de residuos sólidos en Ciudad Universitaria, México, D.F.  
134 p  
2007

## AGRADECIMIENTOS

He aprendido que las cosas sólo suceden cuando es su momento, y hoy es el momento de terminar este ciclo de mi vida. Parece un pequeño logro, pero aunque así se vea como meta personal, en realidad engloba mucho más que eso. Comprende todos los esfuerzos de mis padres para que tanto mis hermanos como yo tuviéramos “nuestra única herencia”: nuestros estudios. Tu trabajo continuo, papá, tu apoyo constante, mamá, así como su entusiasmo, queridos hermanos, me dieron siempre la fuerza para seguir adelante. Sus miradas de amor y de orgullo me exigieron continuar en el camino. Me hubiera encantado que tú también hubieras leído esto para agradecer tu alegría y tu compañía. No fue así y aunque ya no estás con nosotros, me mostraste que no tenemos la vida comprada, que debemos vivir como si cada día fuera el último de nuestras vidas, que aunque nos cueste trabajo debemos esforzarnos y no dejar asuntos pendientes porque resultan dolorosos. Gracias por esto. Para mí es importante cerrar este ciclo, pero sé que también para ustedes y por eso lo hago. Los amo y con esto intento dar un poco de lo que he recibido. Que sientan que su esfuerzo ha valido la pena. Gracias mamá y gracias papá por darme lo suficiente para que ahora sea lo que soy y me sienta orgullosa de serlo.

Sé que me tardé muchísimo, pero el largo camino me da la oportunidad de agradecer a más personas. Por supuesto en la lista sigue el hombre que me ha acompañado desde el inicio de esta aventura. Juntos empezamos en el camino de la biología, oficialmente te fuiste de él pero a mi lado siempre has estado ahí: con tus manos, con tu cabeza, con tu espíritu, con tus palabras y con tu amor. Tu aliento me ha traído hasta aquí. Gracias mi amor.

No puedo olvidar al PUMA, sólo unas siglas para abreviar una época, seis años de trabajo, de crecimiento, de amistad, de confianza, de apoyo, de oportunidad, de formación. De ahí surge este trabajo, con muchas manos y mentes involucradas. Donde nace y crece la convicción de que la educación ambiental posibilitará un mundo mejor. Gracias a todos mis compañeros de crecimiento, pero también a mis jefes-compañer@s-amig@s que confiaron en mí y me apoyaron. Gracias Gaby, Lupita, Simón. Lupita, gracias por tus lecturas escrupulosas y comentarios siempre amorosos. Y a ti en especial Simón, gracias por esperarme tanto tiempo, por tu paciencia y por tu amistad.

Lucía, Verónica e Irama, símbolo de lo que representa la Facultad, la UNAM, y su paso por ella. Gracias por su convicción, esfuerzo y trabajo desinteresado. Gracias por ayudarme a aprender, por corregirme y por orientarme.

Amigos y amigas que siempre han estado aquí, con los que empecé la aventura, mis chiquimonstruos queridos. A los que encontré en el camino, a los que me han alentado hacia el final, gracias a todos; a mis DEAs adoradas, compañeras y apoyos cotidianos. Gracias Rosario, Irma, Marina, Verena, Eréndira. Gracias por estar aquí, por seguir aquí, por darme cada día. Las quiero.

Por último quiero agradecer a mis compañeros de viaje en esta etapa. A los que me han ayudado a estar bien emocionalmente, a los que me han acompañado en mi autodescubrimiento, a los que me ayudan a aceptar *que lo que es es*, a los que me ayudan a expresar mis sentimientos, a los que de una u otra manera también han posibilitado la Claudia de un nuevo ciclo. Ustedes saben quienes son, mis querid@s buscadores de la vida en libertad. Los reamo.

## INDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>6</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
1.1 Planteamiento del problema	10
1.2 Justificación	11
1.3 Objetivo general	11
1.4 Objetivos específicos	12
<b>II. ANTECEDENTES Y MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>13</b>
2.1 El manejo de los residuos sólidos	14
2.2 Formas de manejo en México (país) y Ciudad de México (D.F.)	17
2.3 Composición de los residuos generados en el D.F	24
2.4 Razones para instrumentar nuevas formas de manejo de la basura	26
2.5 Alternativas de manejo de los residuos sólidos	27
2.5.1 Reducción en la generación	28
2.5.2 Separación de residuos en fuente	29
2.5.3 Recolección selectiva y comercialización	29
2.5.4 Reciclaje	31
2.5.5 Composteo	37
2.5.6 Incineración de alto rendimiento con recuperación de energía	39
2.5.7 Relleno sanitario	39
<b>III. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>41</b>
3.1 Localización de Ciudad Universitaria	41
3.2 Importancia ecológica de la Reserva del Pedregal	42
3.3 Área construida de la Ciudad Universitaria	45
3.4 Importancia social de la universidad como precursora de programas ambientales	47
3.5 Manejo de residuos sólidos en Ciudad Universitaria	49

---

<b>IV. METODOLOGIA</b>	<b>51</b>
4.1 Investigación documental	51
4.2 Recorridos de reconocimiento	52
4.3 Elaboración y obtención de planos de rutas	53
4.4 Diseño de la caracterización	53
4.5 Muestreo directo	53
4.6 Grupo de trabajo	54
4.7 Cuantificación de basura generada en Ciudad Universitaria	55
4.8 Clasificación de la basura generada en Ciudad Universitaria	56
4.9 Análisis de datos	57
<b>V. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>58</b>
5.1 Manejo de residuos que no se separan	58
5.2 El manejo de la basura separada (residuos sólidos)	71
5.3 Composición y cantidad de residuos sólidos generados en CU	74
<b>VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>99</b>
6.1 En cuanto al manejo de la basura que no se separa	99
6.2 El proyecto piloto de separación de basura	102
6.3 De la composición y cantidades de residuos colectados	104
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>107</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b>	<b>113</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	<b>118</b>
Anexo 1: Formatos de registro de datos	118
Anexo 2. Proyecto de educación ambiental para la recuperación de papel en CU	121
Anexo 3. “Diagnóstico de residuos sólidos en Ciudad Universitaria llevado a cabo del 4 al 8 de noviembre de 1996 y coordinado por el Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM”	126
Anexo 4. Programa “Por UNAMbiente sin basura”	132

# MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F.

Claudia Hernández Fernández

## RESUMEN

La Ciudad Universitaria de la UNAM, ubicada en el D.F., reproduce problemas ambientales de la misma Ciudad de México, entre otras, el del manejo inadecuado de sus residuos sólidos. Este espacio con su propia lógica ofrece una oportunidad para analizar el manejo de los residuos sólidos y buscar oportunidades de mejora tanto en las soluciones técnicas y de infraestructura, como en las estrategias de información, difusión y educación hacia su población. El objetivo de este trabajo, realizado en 1994, fue elaborar un diagnóstico del manejo de residuos que permitiera identificar actores y sectores involucrados, materiales que se producen, técnicas de recolección, alternativas de manejo, estrategias educativas, principales debilidades, acciones de mejora y áreas de oportunidad. Se hizo el recorrido por las 5 rutas de recolección y se identificaron los residuos que se generan, en dónde y sus posibilidades de aprovechamiento. En función de ello se propone una separación desde el origen en la que toman relevancia los programas de educación y difusión para involucrar a toda la población universitaria. También se identificaron dependencias que podrían agruparse en función del tipo de residuo que generan, lo que puede definir estrategias y rutas de recolección diferenciadas. Se concluye que aunque en CU existe un sistema de recolección de residuos que funciona, no es el más adecuado ambientalmente y podría ser modificado con cambios en infraestructura y con un fuerte trabajo en lo educativo. El manejo adecuado de residuos debe considerar ambas dimensiones.

**Palabras clave:** residuos sólidos, basura, diagnóstico, ciudad universitaria, manejo integral de residuos sólidos.

## I. INTRODUCCIÓN

En México se ha incrementado cada vez más el interés y la preocupación por los temas ambientales (Lezama, 2000), ya que se ha vuelto evidente que los estilos de vida y algunos de los valores predominantes en la sociedad han resultado contraproducentes para garantizar una calidad de vida adecuada para las mayorías. Las señales que cuestionan las formas de comportamiento, de consumo y de producción, son múltiples. Puede ser la imposibilidad de acceder a algunos recursos básicos que antes eran cotidianos y fáciles de obtener, o percatarse de que los sitios en los que se vive presentan graves problemas de abasto de agua o luz así como de acumulación de basura en sitios

que ocasionan impactos negativos. La percepción de estos problemas, varía desde reconocer la problemática local hasta percibir la global. Es frecuente escuchar pláticas respecto a las grandes amenazas que representan el “cambio climático global” o la “destrucción de la capa de ozono” para mantener la vida en el planeta. También se habla sobre los efectos negativos que ocasiona la pérdida de biodiversidad por la destrucción de hábitats, por el tráfico ilegal de especies o por la caza inmoderada. Parecen existir dos tipos de agendas ambientales, una que emerge en los países que han satisfecho las necesidades básicas de sus habitantes; y otra muy distinta la de los países en desarrollo, en donde los objetivos de crecimiento económico, el bienestar y el medio ambiente toman caminos distintos (Lezama, 2000). Pero quizá la información más accesible y la que resulta más significativa, es la que se refiere a la problemática ambiental local, en este caso, la de la Ciudad de México<sup>1</sup>.

La Ciudad de México es una de las ciudades más grandes y más densamente pobladas del mundo por lo que, desafortunadamente, los problemas crecen y se multiplican<sup>2</sup>.

Es una de las ciudades con los más altos índices de contaminación atmosférica, ha sorprendido al mundo que se soporten, en detrimento de la salud y de la calidad de vida, grados de contaminación atmosférica que sobrepasan los límites permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud y por la legislación nacional (Ezcurra, 1991).

Las áreas verdes urbanas, importantes en la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México, por los beneficios ambientales, sociales y económicos que representan, son indispensables para el presente y futuro de la ciudad. Se encuentran sujetas a una fuerte presión por necesidades de vivienda, servicios y vialidades, que las pone en constante riesgo de perderse, además de que existe una gran cantidad de vegetación enferma, muerta o con desarrollo deficiente (DGBUEA, 2006).

Además, se encuentran las dificultades para abastecer a la ciudad de agua potable, ya que la que se extrae de los mantos acuíferos resulta insuficiente y es necesario importar agua de las cuencas del Lerma y Cutzamala, lo que implica gastos enormes en dinero y energía, así como el impacto negativo sobre dichas cuencas. Hay una distribución desigual del líquido y un alto desperdicio que agrava el problema. Por otro lado, el agua usada se va a la red de drenaje profundo y finalmente al mar, imposibilitándose su reutilización (Legorreta, 2002).

<sup>1</sup> En este caso se utilizarán Ciudad de México y D.F. como sinónimos. Cuando se hable del D.F. y de los municipios conurbados del Estado de México se le llamará Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

<sup>2</sup> <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/8/breve.html>

Una de las problemáticas más evidentes y a la que se dedica este trabajo, es la generación y manejo de residuos sólidos, comúnmente conocidos como basura. Éste es uno de los problemas más graves, ya que las formas tradicionales de manejo de basura provocan no sólo contaminación de agua, aire y suelo al disponerla en sitios a cielo abierto y sin ningún control (Trejo, 1987), sino que también se desaprovechan recursos naturales, se subutilizan los materiales una vez que ya fueron explotadas las materias primas (Careaga, 1997), además de que se realiza un gasto excesivo, en tiempo y dinero, para la recolección, transporte y disposición final (Castillo, 1997).

El uso de recursos dentro de la Cuenca de México se lleva a cabo de manera insostenible. El agua que se extrae de la misma no es suficiente para cubrir las demandas de sus pobladores y además, no es tratada dentro de la ciudad para volverse a utilizar; las áreas verdes no logran un recambio de aire que permita mejores condiciones atmosféricas; los contaminantes producidos rebasan los límites máximos permitidos para que se dispersen, diluyan y transformen de manera natural. Asimismo, los productos requeridos para consumo básico no se obtienen a partir de recursos de la misma cuenca, ni los residuos generados se manejan y tratan adecuadamente dentro de la misma para no generar impactos negativos en otros sitios.

La ciudad depende de otros sistemas y los sobreexplota, impidiendo que éstos, dentro de su propio contexto, a su vez puedan ser sustentables, de tal forma que se ocasiona una reacción en cadena que provoca conflictos ambientales difíciles de resolver (Carabias, 1988). El ejemplo típico es la Ciudad de México, pero en general esto sucede con todos los sistemas urbanos, en la entrada del sistema actúan, metafóricamente, como grandes devoradoras de recursos, y en la salida como grandes generadoras de residuos.

En la medida que se tenga más información sobre el funcionamiento de un sistema, será factible identificar aquellos puntos en los que puede optimizarse o reducirse la demanda de recursos. Analizar los problemas ambientales con un enfoque sistémico implica efectuar gran cantidad de investigación básica, de reunir especialistas en el área, de formar equipos de trabajo multidisciplinario y, por supuesto, de hacer inversiones económicas que arrojen datos confiables que orienten la elaboración de propuestas viables y acertadas.

En México, es recurrente acudir a modelos acuñados en otros países que cuentan con una infraestructura para desarrollar investigación y plantear alternativas. La dificultad al adoptarlos y tratar de hacerlos funcionales radica en que la mayoría de la información que

se produce, así como las soluciones que se proponen, están elaboradas y surgen de sociedades y situaciones diferentes. La mayoría de ellas vienen de Europa o Estados Unidos, y es indudable que las circunstancias económicas, políticas, sociales y culturales en las que se desarrollan en estos lugares, no son iguales a las nuestras. La opción no es permanecer estático hasta tener toda la información básica o dedicarse únicamente a la obtención de ésta. Debe destacarse que apenas hace 35 años inició una preocupación más real y activa en el mundo respecto a los problemas ambientales y fue hasta mediados de los años ochenta que en México se iniciaron acciones más decisivas (González, 1994).

Se propone analizar las experiencias de otros países más críticamente para identificar aquellas propuestas que no sirven o no se adecuan a la realidad de México y aprovechar aquellas experiencias positivas que, con pequeñas modificaciones, puedan ser utilizadas. Paralelamente debe promoverse la generación de información básica y específica que permita conocer los problemas locales. Esto mediante inventarios, diagnósticos, recopilación de información, etc. Es difícil decidir cuáles son las mejores opciones de manejo de recursos si no se sabe qué se tiene y qué debe protegerse, o cuáles serán los obstáculos que deberán vencerse.

Con base en esta reflexión, este trabajo busca aportar al mejor entendimiento de una de las partes de este sistema urbano, la fase de la generación y manejo de los denominados residuos sólidos municipales<sup>3</sup> (RSM). Para ello, se elaboró un diagnóstico de la generación y manejo de residuos en Ciudad Universitaria, lugar que puede considerarse como un pequeño sistema urbano que reproduce las condiciones de la Ciudad de México en cuanto a manejo de residuos. La ventaja es que la escala del problema es menor y, por tanto, se facilita su comprensión y la búsqueda de soluciones que puedan utilizarse posteriormente como modelo a mayores escalas. Los hallazgos bibliográficos y de investigación propia que se lograron a través de este trabajo, se recuperan en este texto organizado de la siguiente manera:

---

<sup>3</sup> Anteriormente el concepto que se utilizaba era el de residuos sólidos municipales. Sin embargo, en la Ley de Residuos Sólidos para el D.F. publicada en la Gaceta del Distrito Federal el 22 de abril del 2003, el término que se utiliza es *residuos urbanos* y se definen como: "Los generados en casa habitación, unidad habitacional o similares que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques, los provenientes de cualquier otra actividad que genere residuos sólidos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías públicas y áreas comunes, siempre que no estén considerados por esta Ley como residuos de manejo especial". En la misma Ley se definen *residuos sólidos* como "El material producto o subproducto que sin ser considerado como peligroso, se descarte o deseche y que sea susceptible de ser aprovechado o requiera sujetarse a métodos de tratamiento o disposición final".

En el capítulo uno se presenta la introducción con la justificación de la investigación y los objetivos que perseguirá este trabajo. En el segundo capítulo se presenta la información recabada mediante investigación bibliográfica, respecto a las propuestas y alternativas en el manejo integral de los residuos sólidos a nivel global. También en este capítulo se menciona la información obtenida en relación con el problema de los residuos sólidos en el país y en la Ciudad de México. En el capítulo tercero se brinda En el capítulo cuarto se hace una descripción de los aspectos físicos y sociales más relevantes de Ciudad Universitaria, la zona de estudio seleccionada, así como una descripción somera de la forma en que se maneja la basura actualmente. El capítulo quinto describe la metodología utilizada en este estudio para presentar en el capítulo seis los resultados obtenidos al aplicar dicha metodología y un análisis de la información obtenida. El capítulo siete presenta la discusión y conclusiones, el ocho las recomendaciones, y al final se presenta la literatura citada. También se incluyen anexos con algunos de los formatos utilizados e información adquirida posteriormente a la realización de este trabajo.

### **1.1 Planteamiento del problema**

El manejo de los residuos sólidos que se generan cotidianamente, representa uno de los principales retos ambientales en el mundo. Las formas actuales de manejo generan impactos negativos en el agua, aire y suelo, así como en todos los recursos naturales por la demanda de bienes.

El manejo adecuado e integral se basa en los principios de la reducción, la reutilización y el reciclaje. A pesar de los esfuerzos mundiales, son pocos los lugares del mundo en donde se han tenido avances alentadores.

Un punto en común es que los programas de manejo exitoso han identificado perfectamente los sitios, las personas y los residuos sobre los que se tiene que incidir para transformar las condiciones de manejo, esto es, han hecho diagnósticos de la realidad ambiental a la que se enfrentan. Posterior a ello han iniciado acciones en distintos ámbitos, el educativo, legislativo, técnico, que los llevan en una misma dirección hacia los objetivos planteados.

Este trabajo se planteó conocer de manera cercana, qué es lo que sucede a este respecto en CU donde, al igual que en el resto del mundo, los residuos generan un problema de contaminación, inversión innecesaria y mala educación

## **1.2 Justificación**

La Ciudad Universitaria, por estar inmersa en la Ciudad de México, está sujeta a los mismos problemas ambientales que el resto de la ciudad. La selección de la CU como ejemplo para entender el sistema de generación y disposición final de residuos, responde al hecho de aprovechar una situación que permitió el acceso a información y apoyo institucional para realizarlo. En 1982, el Dr. Bravo hizo un análisis sobre las formas de disponer y recolectar la basura. Este estudio concluyó que existen deficiencias que repercuten en gastos innecesarios, riesgos a la salud y contaminación ambiental. Después de este estudio, sólo existe información escasa, desactualizada y en algunos casos, poco confiable.

Al dar un primer vistazo actualmente, se observa que el problema no ha podido resolverse e incluso se empeora. Su solución no se plantea sencilla por lo que resulta importante que la UNAM desempeñe un papel preponderante en producir investigación original, apoyar la formación de personal especializado y difundir la cultura, todas ellas acciones que impacten positivamente la vida diaria de los mexicanos.<sup>4</sup> Además, en estos años ha aumentado la cantidad de alumnos y trabajadores, en el mercado se han multiplicado los tipos de envolturas y materiales que se desechan, y los tipos de plásticos, papeles y vidrios varían y se incrementan de la misma forma que sus usos.

Por ello, esta investigación se propuso conocer y analizar el sistema de manejo de residuos sólidos en CU, lo que ayudaría a ubicar aquellos puntos susceptibles de ser modificados bajo el enfoque del manejo integral ambiental de residuos sólidos incluyendo aspectos sociales, de voluntad política, de planeación y aspectos físicos.

## **1.3 Objetivo general**

- ♦ Realizar un diagnóstico sobre los generadores, formas de manejo, equipo utilizado y personal responsable en las distintas fases del proceso de generación, recolección y disposición final de los residuos sólidos en Ciudad Universitaria, D.F. con el fin de elaborar una propuesta que ayude a mejorar las condiciones actuales.

---

<sup>4</sup> Aún cuando han pasado varios años desde la realización de este estudio, el problema del manejo de residuos no ha sido resuelto. Ha habido variaciones en la forma de acumulación temporal y de recolección, sin embargo el problema de fondo sigue existiendo por lo que los resultados del presente estudio siguen siendo relevantes.

#### **1.4 Objetivos específicos**

- ◆ Efectuar una revisión bibliográfica sobre las alternativas que existen para el manejo integral de residuos sólidos y analizar las opciones que pudieran ayudar a optimizar el manejo de residuos en CU
- ◆ Evidenciar factores que detienen y/o limitan las posibilidades de cambio a las condiciones actuales de manejo de residuos sólidos en Ciudad Universitaria.
- ◆ Establecer criterios mínimos que deben considerarse para la separación de residuos en el área estudiada.
- ◆ Identificar líneas de investigación y de acción que posibiliten la construcción de un plan de manejo integral de residuos sólidos en CU
- ◆ Establecer criterios sustantivos para la selección del equipo e infraestructura necesaria para la recolección, manejo y disposición de los residuos sólidos no peligrosos de esta área.

## II. ANTECEDENTES Y MARCO CONCEPTUAL

Es urgente avanzar hacia mejores formas de manejo de los residuos en el país. Debe buscarse la modificación de las formas de manejo actuales por formas de manejo con menores costos ambientales, basadas en la propuesta del manejo integral de residuos sólidos. El manejo integral no es una receta dada, sino un paquete de soluciones que pueden ser adecuadas y seleccionadas. Para su aplicación debe evaluarse el modelo anterior e identificar las oportunidades de cambio a partir de la caracterización de una realidad. Para ello, se reconoce la importancia de promover y apoyar la realización de investigaciones básicas que permitan desarrollar e instrumentar propuestas de manejo integral de residuos sólidos acordes con la realidad social nacional y que contribuyan a mejorar sus condiciones actuales. Una herramienta útil es la elaboración de diagnósticos.

La información generalizada, las múltiples y diversas condiciones de manejo en todo el país, así como la ausencia de datos específicos sobre espacios concretos, obliga a la elaboración de diagnósticos en sitios piloto, que permitan ubicar los principales problemas y sus actores, contextualizarlos e identificar las líneas de acción factibles y más urgentes para su solución. El diagnóstico permite definir el conjunto del proyecto, incluidos sus objetivos, identificando las necesidades de la población. Las descripciones incluidas en los diagnósticos, revelan las condiciones de manejo diversas, los factores distintos a los que están asociados, así como las lógicas en que estos se dan a partir de sinergias sociales, económicas, culturales y ambientales. Ayuda a obtener los conocimientos básicos para caracterizar la zona en que se va a trabajar. Permite determinar aspectos como cantidad, composición y fuentes de generación. La cantidad se refiere al monto de basura generada en la comunidad, en cuanto a peso y volumen. La composición se refiere a todos los materiales que pueden encontrarse en la basura y las fuentes de generación se refiere a los sitios en donde se produjo la basura. La obtención de estos datos apoya la definición de especificaciones para nuevo equipo de manejo de residuos y también resalta que la solución a este tipo de problemas no se encuentra únicamente en el aspecto técnico, sino también en el humano. Evidencia que existen varios actores involucrados, diferentes generadores con distintas actividades y que, por tanto, las opciones que se tomen también deben contemplar la multivariedad existente. Asimismo, reconoce la importancia de utilizar técnicas educativas en la transmisión de información y concientización de los distintos actores.

Estos diagnósticos ayudan a definir y precisar los cambios específicos que deben darse en los sitios seleccionados. El enfoque que guía este trabajo es el *manejo integral de residuos sólidos* en el que, a partir de un inventario de generación y usos de los residuos, se proponen alternativas que consideran cantidades, composición, vocación, posibilidades de reutilizarse o reciclarse, mercados, etc. Cada opción debe adecuarse a las condiciones locales.

## **2.1 El manejo de los residuos sólidos**

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988) se define *residuo* como “*cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó*”.

Se conocen como *residuos sólidos* todos aquellos residuos en estado sólido que provengan de actividades domésticas o de establecimientos industriales, mercantiles y de servicios, que no posean las características que los hagan peligrosos (GODF, 2000).

Tanto la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA, 1989), como Tchobanoglous *et al* (1993) definen el manejo integral de los residuos sólidos como el programa encaminado a establecer un sistema de manejo ambientalmente adecuado de residuos mediante la selección y aplicación de técnicas y tecnologías que se combinan para manipular más efectivamente los distintos elementos que componen la basura. Estos sistemas deben diseñarse para una situación específica de problemas locales, de tal forma que su operación debe considerar recursos, economía e impactos ambientales locales.

Para identificar las acciones convenientes dentro del programa, es importante conocer las distintas fases desde que se generan los residuos, hasta su destino final. Consiste en seis fases (Tchobanoglous *et al*, 1993):

1. **Generación de residuos.**- Abarca cualquier tipo de actividad en la que un individuo califica cierto material sin valor alguno y lo tira o lo acumula para finalmente deshacerse de él.
2. **Separación, almacenamiento y procesamiento en fuente.**- Incluye cualquier tipo de manipulación de los residuos dentro del mismo sitio en que fueron generados y hasta que se depositan en contenedores para su posterior recolección. Un ejemplo son los

materiales que se separan directamente en la fuente para reuso o reciclaje y que resultan de mayor calidad. El almacenamiento en el mismo sitio es muy importante ya que se relaciona directamente con cuestiones de salud y de estética. El procesamiento en la fuente se refiere a actividades tales como la compactación o la composta doméstica.

3. **Recolecta.**- Se refiere tanto a la recolección de residuos sólidos y de materiales reciclables, como a su transporte al lugar donde finalmente se vacía el vehículo que los recogió. Puede ser una **unidad de transferencia**, una **planta procesadora de basura** o un **relleno sanitario**.
4. **Separación, procesamiento y transformación de los residuos sólidos.**- En esta fase se considera la recuperación de materiales separados, la separación y procesamiento de los componentes de la basura y la transformación de los residuos, lo que generalmente ocurre en sitios alejados de la fuente de generación. Algunos mecanismos que se utilizan para la recuperación de materiales que fueron separados en la fuente incluyen recolección diferenciada, centros de acopio o contenedores específicos. La separación y procesamiento de los materiales que no fueron separados en la fuente se da por lo general en unidades de transferencia, plantas procesadoras de basura, incineradores y sitios de disposición final. El procesamiento implica la separación de materiales ferrosos mediante imanes, compactación, combustión, separación manual, etc. La transformación de residuos, así como la incineración o el composteo, se utiliza para reducir el volumen y peso de los residuos que requieren disponerse y para recuperar energía y subproductos de la conversión.
5. **Transferencia y transporte.**- Se refiere a 1) la transferencia de residuos de un vehículo de recolección pequeño a un equipo de transporte más grande y, 2) el transporte de éstos al sitio de procesamiento o de disposición final.
6. **Disposición.**- Es el destino final de los residuos. Hasta ahora, el relleno sanitario, con sus normas correspondientes en cada municipio, o el tiradero a cielo abierto, que no está permitido, son los más recurrentes. No importa si vienen directamente de zonas habitacionales, si son materiales residuales de plantas de recuperación, o si son residuos de la incineración.

Los programas de manejo integral se deben dirigir a atacar las causas del problema en cada una de sus fases, por lo que deben ser más preventivos que correctivos. Tchobanoglous *et al* (1993), proponen una jerarquía que incluye las distintas acciones dentro del manejo, pero cada comunidad deberá decidir y optar por la mezcla de alternativas que satisfaga más efectivamente sus requerimientos.

Las siguientes son las categorías de la jerarquía y siguen un orden en función de las opciones que teóricamente deben ser las primeras en fomentarse:

**Primero.- Reducción en fuentes:** Es el nivel más alto de la jerarquía porque es el modo más efectivo de reducir la cantidad de basura. Implica la disminución de la cantidad o toxicidad de los residuos que se generan. La reducción de residuos puede ocurrir durante el diseño, manufactura o empaque de productos minimizando el contenido tóxico, utilizando un mínimo de materiales o logrando una vida útil más larga. También se puede dar en el hogar, a escala comercial o industrial, mediante los patrones de compra selectiva y del reuso de materiales y productos.

**Segundo.- Reciclaje:** Se refiere a tres fases: a) separación y recolección de materiales de desecho; b) preparación de estos materiales para su reuso, reprocesamiento o remanufactura; c) el reuso, reprocesamiento y remanufactura de estos materiales. Es importante destacar que si estos tres aspectos no se cubren, el reciclaje no se está llevando a cabo de una manera completa.

**Tercero.- Transformación de residuos:** Se refiere a la alteración física, química o biológica de los residuos para: a) aumentar la eficiencia de la operación y sistemas de manejo de residuos sólidos; b) recuperar materiales reusables o reciclables; y c) para recuperar subproductos de la conversión, y energía en forma de calor y biogás combustible. Por lo general de la transformación resulta una reducción de la cantidad de material que debe depositarse finalmente en el relleno sanitario y, por lo tanto, ayuda a prolongar la vida útil del relleno.

**Cuarto.- Relleno sanitario:** Al final de estos procesos siempre hay remanentes: a) los residuos sólidos que no pueden ser reciclados y que no tienen ningún otro uso, b) los restos después de que los materiales fueron separados en un centro de recuperación; y c) la materia residual una vez que se hizo la recuperación de los productos de reconversión y energía. Existen sólo dos alternativas disponibles para estos residuos: disponerlos sobre o dentro de la corteza terrestre, o en el fondo del océano. El relleno sanitario implica una disposición controlada de los residuos en la corteza terrestre, y

es, por mucho, el método más común de disposición final de residuos. Es el último de la jerarquía porque representa lo menos deseable para el manejo de residuos.

## **2.2 Formas de manejo en México (país) y Ciudad de México (D.F.)**

Desafortunadamente en nuestro país aún no existen programas de manejo integral de residuos como los descritos anteriormente. En algunas ocasiones la razón es económica, pero en otras es por voluntad política, desconocimiento, falta de educación o problemas sociales.

En México las formas de manejo de residuos son muy variadas e incompletas porque están definidas a nivel municipal. En este caso, se hablará más de la idea teórica que se tiene en el país y que tiene mucho que ver con la búsqueda de un manejo integral, pero que en la práctica se queda bastante corta, sobre todo en las ciudades pequeñas y en las zonas rurales. La mayor cantidad de la información se tiene para la ciudad de México y por tanto se hará énfasis en ésta.

**Generación:** El elevado índice de crecimiento demográfico e industrial del país, las costumbres de la población orientadas al consumo de artículos desechables, así como la tendencia de la población a abandonar las zonas rurales para concentrarse en los centros urbanos, ha modificado de manera sustancial la cantidad y composición de los RSM. Por ello, según datos de SEDESOL (1998), la generación de residuos aumentó de 300 g/hab/día en la década de los cincuentas, a más de 853 g en promedio en 1998. De igual forma, la población se incrementó en el mismo periodo de 30 millones a más de 98 millones, estimándose a la fecha una generación nacional de 83,830 toneladas diarias de basura<sup>1</sup>. En cuatro décadas, la generación de residuos se incrementó nueve veces y sus características se transformaron de materiales mayoritariamente orgánicos, a elementos cuya descomposición es lenta y requiere de procesos físicos, biológicos o químicos complementarios para efectuarse. De acuerdo con datos de la SEDESOL, de 1991 a 1997 se observó un incremento importante en productos desechables como plástico, papel y vidrios, mientras que los residuos orgánicos tuvieron un decremento del 7.6%<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Según datos del INE, en el 2004 la generación de este tipo de residuos en todo el país fue de 94,800 toneladas diarias, equivalentes a 34.6 millones de toneladas anuales.

<sup>2</sup> Según datos de SEDESOL<sup>2</sup> citados por el INE, para el año 2004, en el país el 53% de los RSU eran de tipo orgánico, en tanto que el 28% eran potencialmente reciclables como el papel y cartón (14%), vidrio (6%), plásticos (4%), hojalata (3%) y textiles (1%). El 19% restante eran residuos de madera, cuero, hule, trapo y fibras diversas, materiales parcialmente reciclables aunque con mayor grado de dificultad. De acuerdo a lo anterior, debe señalarse que existe un alto potencial para

La generación de residuos varía de 0.7 a 1.3 kg/hab/día. Los valores inferiores corresponden a zonas en su mayoría semirurales o rurales, mientras que los valores superiores, representan la generación para zonas metropolitanas como el Distrito Federal (D.F.). La zona centro del país, junto con el D.F. producen el 62% de los residuos generados en el país. El peso volumétrico de estos residuos puede variar de 170 a 330 kg/m<sup>3</sup>. La composición de los RSM no es homogénea en todo el territorio nacional, sino que responde a la distribución de hábitos de consumo y poder adquisitivo de la población. Así la composición en la zona sur del país tiene mayores contenidos de residuos de jardinería, mientras que en las zonas urbanas este mismo producto aparece en menor proporción (SEDESOL, 1998).

**Tabla 2.2.1 Generación y composición de la basura en el D.F.**

<i>Generación diaria de basura:</i>	12,000 ton.
<i>Generación per capita</i>	1.394 kg/día
<i>Población</i>	8,605,239 habitantes
<i>Basura potencialmente recuperable</i>	83 %
<i>Basura considerada reciclable</i>	40 %
<i>Basura orgánica</i>	43 %
<i>Basura que se recupera</i>	10-20 %
<i>Basura generada en domicilios</i>	47 %
<i>Basura generada en comercios</i>	29 %
<i>Basura generada en servicios</i>	15 %
<i>Papel</i>	9.43 %
<i>Cartón</i>	6.81 %
<i>Vidrio</i>	7.42 %
<i>Plástico</i>	8.97 %
<i>Lata</i>	1.27 %
<i>Trapo</i>	1.25 %
<i>Pañales desechables</i>	1.65 %
<i>Papel sanitario</i>	6.02 %

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, GDF, 2004.

aprovechar los residuos, aunque se recupera sólo un porcentaje menor al 50% del potencial. La mayor parte se hace a través de la pepena -a veces desde el mismo transporte recolector- desde la fuente o bien, en las plantas de selección y aprovechamiento y en los sitios de disposición final, independientemente de que una fracción es recuperada en la propia fuente, el barrido, y la recolección (INE, 2006).

**Almacenamiento:** Pocas ciudades del país tienen un almacenamiento adecuado en comercios, mercados e industrias. En algunos municipios se usan contenedores en la vía pública, aunque éstos no han sido muy eficientes porque todavía no se vacían con frecuencia. Esto provoca pequeños tiraderos alrededor de los contenedores, con la consecuente proliferación de fauna nociva, malos olores, afectación al paisaje y rechazo de la población.

La mayoría de la población lleva a cabo el almacenamiento domiciliario en bolsas de polietileno o de supermercado. Esto constituye uno de los principales problemas de operación en los procesos de recolección, transporte y disposición final, debido a su poca resistencia y bajo peso específico.

**Recolección:** Se estima que se recolecta el 83% del total de los residuos generados, mismos que representan 69,600 toneladas, quedando dispersas diariamente 14,230 toneladas. Este valor también varía en el país; para las zonas metropolitanas se ha calculado una recolección del 95%, mientras que para ciudades medias se calcula entre el 70 y 85%. En áreas urbanas pequeñas se ubica entre el 50 y 70%.<sup>3</sup>

La recolección es una fase muy importante ya que en algunas ocasiones llega a representar hasta el 80% de los costos totales que el municipio destina para el manejo de la basura.<sup>4</sup>

Por lo general, se realiza en dos turnos y ocupa entre dos y cinco trabajadores por camión, lo que depende de factores como la generación, la concentración urbana, la dificultad de la ruta, etc. Los equipos más utilizados son camiones compactadores con capacidad de 10 a 15 m<sup>3</sup>. En municipios marginados es común encontrar que su flota de camiones es de tipo “volteo” hasta en un 50%, con una capacidad entre 6 y 8 m<sup>3</sup>.<sup>5</sup>

El rango de operación de los camiones sobrepasa la vida útil de los mismos, estimada en siete años, por lo que el 25% de la flotilla se encuentra en buen estado, el 50% en regulares condiciones y el resto en muy malas condiciones (SEDESOL, 1998).

<sup>3</sup> Se estima que en el 2004 se recolecta el 87% de las 94,800ton/día generadas. Se calcula que en las grandes zonas metropolitanas la cobertura alcanza el 95%; en ciudades medias varía entre el 75% y el 85%; así como en pequeñas áreas urbanas alcanza entre el 60% y el 80% (SEDESOL, 2005).

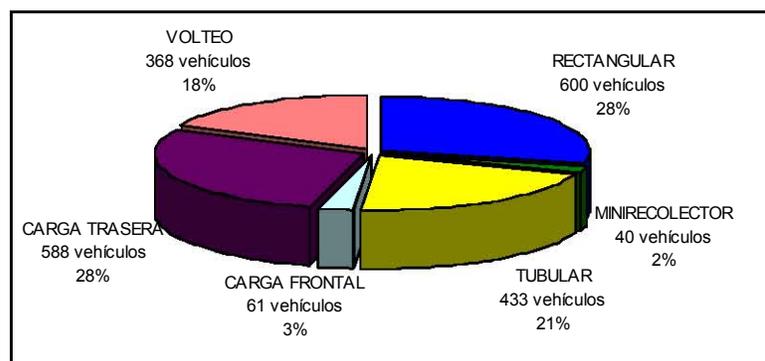
<sup>4</sup> En el 2004, el INE reporta costos de recolección en las ciudades medias entre 30 a 640 \$/ton, en función de la densidad poblacional, la cantidad recolectada y eficiencia en el llenado del vehículo, el estado físico de éstos y el diseño de las rutas.

<sup>5</sup> Recientemente, debido a los cambios en los ordenamientos legales, a la voluntad política y a la presión social, se ha dado una variante al método convencional con los sistemas de recolección selectiva. Puede darse en función de los días de la semana, o entregarlos separados en orgánicos e inorgánicos. Se considera que este sistema será cada vez más generalizado en los municipios y localidades, pues tiene varias ventajas frente al tradicional (INE, 2006).

**Tabla 2.2.2 Recolección y transporte de basura en el D.F.**

<i>Equipo empleado para la recolección en el D.F.</i>	<i>823 vehículos con menos de 10 años de antigüedad y 1,267 con más de 10 años</i> <i>13 Barredoras mecánicas con más de diez años de antigüedad</i> <i>16 Barredoras de succión de vacío directo modelos 2000 y 2002</i>
<i>Cantidad de residuos recolectados en 2002 en red vial primaria con barredoras</i>	<i>854,805 m<sup>3</sup></i>
<i>Trabajadores que participan en el barrido manual</i>	<i>7,000 trabajadores</i>
<i>Cantidad de residuos recolectados diariamente con barrido manual</i>	<i>1,050 ton/día</i>
<i>Métodos de recolección usados en el DF</i>	<i>de esquina, de acera y por medio de contenedores</i>
<i>Composición de una cuadrilla de recolección</i>	<i>un chofer, dos ayudantes generales y dos o más voluntarios, quienes se dedican a la pepena de materiales reciclables en la ruta.</i>
<i>Combustibles utilizados por los vehículos de recolección</i>	<i>motor a gasolina, diesel o bicombustible gasolina/diesel.</i>
<i>Capacidad de carga promedio por vehículos de recolección</i>	<i>6.3 toneladas de residuos por viaje</i>
<i>Otros participantes de la recolección</i>	<i>empresas particulares que prestan el servicio de recolección a comercios e industrias principalmente</i>

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, GDF, 2004.



Tomado de: Secretaría del Medio Ambiente, GDF, 2004.

**Figura 2.1 Tipo de vehículos recolectores**

**Transferencia:** Las estaciones de transferencia son instalaciones en las que se realiza el vaciado de los camiones pequeños de recolección a cajas de camión más grandes vehículos, para reducir el número de viajes y el tiempo de descarga. Se presentan con mayor frecuencia en las poblaciones del país con actividades económicas importantes, ya que al surgir asentamientos humanos en las periferias de las ciudades se obliga a ubicar más lejanos los sitios para disposición final de la basura.

Las capacidades de las cajas de transferencia varían de 40 a 70m<sup>3</sup>, por lo que en ellas se puede transportar entre 10 y 30 toneladas de residuos si se considera un peso volumétrico de 250 kg/m<sup>3</sup>. Ciudades como Querétaro, Ciudad Juárez, Tepatlán, San Luis Potosí, Ciudad del Carmen, Guadalupe, N.L., y el D.F. cuentan con este tipo de instalaciones.<sup>6</sup> Los costos de este servicio varían desde \$22.00 hasta \$145.00 por tonelada.

**Tabla 2.2.3 Transporte y transferencia de basura en el D.F.**

<i>Número de estaciones de transferencia en el D.F.</i>	13
<i>Delegaciones sin estación de transferencia</i>	<i>Cuajimalpa, Iztacalco Magdalena Contreras, Tláhuac</i>
<i>Camiones de recolección que pueden ser vaciados en los trailers de transferencia</i>	7-8
<i>Toneladas de basura que pueden cargar estos trailers</i>	20-25
<i>Cantidad de residuos transferidos al día</i>	10,407 ton

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, GDF, 2004.

**Tratamiento:** El tratamiento se ha desalentado en México, pues los procesos por incineración, aprovechamiento de subproductos y producción de composta, no han tenido el resultado esperado. Para la composta, en la mayoría de los casos, esto se debe a un insuficiente desarrollo del mercado, del producto terminado y/o su mala calidad debido a una tecnología inadecuada, altos costos de operación y dificultades en la comercialización por parte de los municipios.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Se reportan 42 sistemas de transferencia. Los costos representan el 29% del monto total del servicio integral (SEDESOL, 2004).

<sup>7</sup> El tratamiento de residuos orgánicos sigue siendo muy limitado. Un estudio piloto del INE realizado en 2005 identificó 61 plantas de compostaje que estaban operando o que habían operado en algún momento. El estudio se refiere a la zona centro del país, por lo que los resultados no reflejan la totalidad de las experiencias a nivel nacional. Las características de las plantas de composta que se reportan son muy diferentes entre sí. Es difícil proporcionar indicadores relativos a residuos recibidos, volumen producido, etc. Puede decirse que el tiempo de producción de la composta reportado varía entre tres y

Hasta ahora ningún municipio ha intentado aprovechar el biogás como fuente de energía, sin embargo, en el estado de Nuevo León y el Distrito Federal, se está estudiando la posibilidad de incorporar este sistema en su proceso de disposición final.<sup>8</sup>

Se estima que en México, los materiales recuperados para su venta, representan del 6 al 10% de la basura generada<sup>9</sup>. El proceso de segregación es una actividad que se realiza principalmente en los camiones recolectores –prepepena- y en los tiraderos a cielo abierto –pepena. Aunque en forma indirecta, esta actividad aumenta la vida útil de los sitios de disposición final y contribuye al ahorro en los consumos por operación de los mismos.

**Tabla 2.2.4 Tratamiento y reciclaje de basura en el D.F.**

<i>Nombre con el que se conoce a la recuperación de materiales de manera informal en México</i>	<i>pepena</i>
<i>Porcentaje de materiales recuperados del total recolectado en el D.F.</i>	<i>10%</i>
<i>Porcentaje recuperado en pepena durante la recolección</i>	<i>4%</i>
<i>Número de plantas de selección de residuos urbanos mezclados,</i>	<i>3</i>
<i>Operadores de las plantas de selección</i>	<i>DGSU y gremios de selectores</i>
<i>Número de plantas de composta</i>	<i>4</i>
<i>Delegaciones con plantas de composta</i>	<i>Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón, Xochimilco</i>
<i>Planta de composta general</i>	<i>Bordo Poniente</i>

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, GDF, 2004.

seis meses. Si bien la capacidad instalada de las plantas que operaron en el pasado era significativa, hoy existen pocas plantas en México que procesan un volumen mayor a 50 toneladas al día. Para las plantas que reportaron cifras comparables, se encontró un rango entre 100 kilogramos a 100 toneladas por día (INE, 2006).

<sup>8</sup> Además de estos esquemas de tratamiento, han existido esfuerzos para introducir otras opciones y tecnologías, como son la incineración, pirólisis, gasificación, mineralización, hidrólisis, tratamiento mecánico-biológico, coprocesamiento, plasma, relleno seco, etc. Sin embargo, el impacto en el mercado mexicano puede considerarse como irrelevante, debido al escaso éxito en la implantación de estas opciones en los municipios del país (INE, 2006).

<sup>9</sup> En el 2004, se reporta una recuperación del 8% al 12% del total generado. No obstante, gran parte de éstos se obtienen mediante la prepepena (en la recolección) y pepena (en el sitio de disposición final). Este último se da prácticamente en todos los sitios (controlados o no controlados), lo cual representa uno de los problemas más graves en materia de desarrollo social, salud pública y calidad de vida. (SEDESOL, 2005)

**Tabla 2.2.5 Características generales de las plantas de selección**

<b>Característica</b>	<b>Bordo poniente</b>	<b>San Juan de Aragón</b>	<b>Santa Catarina</b>
<i>Año de establecimiento</i>	<i>Julio/1994</i>	<i>Julio/1994</i>	<i>Marzo/1996</i>
<i>Área del sitio</i>	<i>9500 m<sup>2</sup></i>	<i>8000 m<sup>2</sup></i>	<i>5600 m<sup>2</sup></i>
<i>Sistema de pesaje</i>	<i>Báscula</i>	<i>Báscula</i>	<i>Báscula</i>
<i>Capacidad instalada</i>	<i>2,000 Ton/día</i>	<i>2,000 Ton/día</i>	<i>2,500 Ton/día</i>
<i>Número de líneas</i>	<i>4 líneas</i>	<i>4 líneas</i>	<i>5 líneas</i>
<i>Capacidad por línea</i>	<i>500 Ton</i>	<i>500 Ton</i>	<i>500 Ton</i>
<i>Horas de trabajo</i>	<i>24 hrs/3 turnos lunes a viernes</i>	<i>24 hrs/3 turnos lunes a sábado</i>	<i>24 hrs/3 turnos lunes a sábado</i>
<i>Número de trabajadores</i>	<i>42 personas/línea</i>	<i>42 personas/línea</i>	<i>42 personas/línea</i>
<i>Cantidad que ingresa</i>	<i>650,287 ton/año</i>	<i>581,922 ton/año</i>	<i>616,890 ton/año</i>
<i>Cantidad recuperada anual</i>	<i>25,318 ton/año</i>	<i>30,363 ton/año</i>	<i>41,500 ton/año</i>
<i>Tasa de recuperación</i>	<i>3.9 %</i>	<i>5.2 %</i>	<i>6.7 %</i>

Tomado de: Secretaría del Medio Ambiente, GDF, 2004.

**Disposición final:** Del total generado, sólo poco más del 49% se deposita en sitios controlados, esto es, 41,200 toneladas por día, lo que quiere decir que 46,630 toneladas se disponen diariamente a cielo abierto en tiraderos no controlados o tiraderos clandestinos como lugares públicos, lotes baldíos, alcantarillado, barrancas, ríos y mares.<sup>10</sup>

En ciudades medias la disposición final mediante el uso de rellenos sanitarios se ha incrementado en los últimos ocho años en un 20%.

La NOM-083-ECOL-1996<sup>11</sup>, impulsa la utilización de predios con vocación natural y establece las condiciones que deben reunir los sitios para ser rellenos sanitarios.

En ciudades medias y zonas metropolitanas se cuenta con 40 rellenos sanitarios y 13 en localidades pequeñas de todo el país operando de forma satisfactoria. El resto de los

<sup>10</sup> La SEDESOL estima que a nivel nacional, en 2004 el 64% de los residuos sólidos generados en México se depositó en 88 rellenos sanitarios y 21 sitios controlados; el 49% de los rellenos sanitarios son municipales, 18% regionales y 33% operados por la iniciativa privada(SEDESOL, 2005).

<sup>11</sup> Esta norma se actualizó a NOM-083-SEMARNAT-2003. Define, además de los requisitos para la localización del sitio, los criterios que deben reunir los sitios de disposición final respecto a su operación, clausura y monitoreo, para poder ser considerados como un relleno sanitario completo. Se realiza una evaluación de todos los sitios en la República que definen las deficiencias para el cumplimiento de la actual NOM-083 (INE, 2006).

sitios no cumple con las normas mínimas por lo que se consideran tiraderos a cielo abierto.<sup>12</sup>

Las 88,831 toneladas diarias de basura que se producen en el país, requerirían un terreno de 111,775 m<sup>3</sup> por día para depositarlas.<sup>13</sup> Por ello la importancia de diseñar estrategias de manejo integral que reduzcan la cantidad de basura desde la fuente.<sup>14</sup>

En localidades rurales y semiurbanas de menos de 20,000 habitantes, se han construido rellenos sanitarios de operación manual como es el caso de la Sierra Gorda de Querétaro. Es necesario fomentar este tipo de rellenos ya que la mayoría de los municipios del país se encuentran en este rango de población.

**Tabla 2.2.6 Destino final de la basura en el D.F.**

<i>Instancia responsable de la disposición final</i>	<i>Dirección General de Servicios Urbanos</i>
<i>Único sitio para disposición final en el D.F.</i>	<i>Relleno sanitario Bordo Poniente IV etapa</i>
<i>Recepción diaria de residuos en el relleno</i>	<i>12,000 ton</i>
<i>Tiraderos a cielo abierto cerrados y reforestados en el D.F.</i>	<i>Santa Cruz Meyhualco (hoy Alameda Oriente)</i>
	<i>Santa Fe (hoy Alameda Poniente)</i>
<i>Sitios donde se tira el 30% de la basura que no se recoge</i>	<i>terrenos baldíos, barrancas, parques, calles, edificios abandonados, ríos, etc.</i>

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, GDF, 2004.

### 2.3 Composición de los residuos generados en el D.F.

El Gobierno del Distrito Federal ha avanzado en la elaboración de investigaciones de campo para conocer tipos, cantidades y porcentajes de materiales. Con base en la composición de la basura y conociendo las características físico químicas de los residuos, puede proponerse la mejor forma de manejarlo con base en su vocación<sup>15</sup>.

<sup>12</sup>En 2003 la Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental (COMIA) publicó junto con la GTZ el libro *Desempeño de gobiernos locales y participación privada en el manejo de residuos urbanos*. Refleja la posición de los expertos mexicanos sobre la localización y el desempeño de los sitios de disposición existentes en municipios con más de 100 mil habitantes. Ninguno de los sitios recibió la mayor clasificación posible, siendo 10 sitios clasificados como buenos (INE; 2006).

<sup>13</sup>En el 2005, SEDESOL, reporta 25,000 ton/día que se depositan en tiraderos a cielo abierto, barrancas o en cualquier otro sitio sin control. Se desconoce la dimensión exacta de la afectación ambiental y a la salud pública.

<sup>14</sup>En las ciudades medias los rellenos sanitarios se han incrementado en un 20% en ocho años. Los costos de operación fluctúan entre los 25 y los 80 \$/ton, en función de los volúmenes a disponer y el origen de los residuos. Al considerar la amortización de la infraestructura y el equipo, dichos costos se elevan entre 58 y 145 \$/ton (INE, 2006).

<sup>15</sup> En el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Distrito Federal 2004-2008 realizado por la Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal, se reportan avances en programas con residuos específicos: Manejo de residuos de la industria de la construcción, Manejo de residuos generados en la Central de Abasto, Programa para la Separación de Residuos Sólidos, SEPAREMOS y Manejo de envases de PET

**Tabla 2.3.1 Composición y porcentajes de los residuos generados en el D.F.**

SUBPRODUCTOS	DOMICILIARIOS	COMERCIOS	SERVICIOS	CONTROLADOS	DIVERSOS	PROMEDIO
Abatelenguas	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00	0.03
Algodón	2.15	0.43	0.97	0.93	0.00	1.32
Cartón	5.36	8.55	9.67	5.74	1.60	6.81
Cuero	0.11	0.00	0.37	0.00	0.00	0.11
Envase de cartón	1.96	2.09	1.58	3.43	1.25	1.96
Fibra dura vegetal	0.06	2.19	0.19	0.08	0.00	0.71
Fibra sintética	1.43	0.58	0.09	0.18	0.00	0.87
Gasa	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	0.05
Hueso	0.08	0.76	0.08	0.03	0.00	0.28
Hule	0.20	0.64	0.41	0.83	0.00	0.38
Jeringa desechable	0.00	0.00	0.00	1.15	0.00	0.04
Lata	1.58	0.86	1.00	3.28	0.00	1.27
Loza y cerámica	0.37	0.11	0.42	0.00	0.00	0.27
Madera	0.10	1.19	1.30	0.20	14.03	1.23
Mat. de construcción	0.63	0.00	0.32	0.04	0.04	0.35
Material ferroso	1.39	1.39	0.82	0.95	31.08	2.61
Material no ferroso	0.06	0.27	2.14	0.05	0.92	0.48
Papel bond	1.19	3.67	15.78	6.18	2.74	4.39
Papel periódico	4.61	5.28	6.50	7.91	0.89	5.04
Papel sanitario	8.78	3.05	4.08	10.17	0.00	6.02
Pañal desechable	3.37	0.07	0.12	0.64	0.00	1.65
Placas radiológicas	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
Plástico de película	6.24	3.53	2.16	4.28	3.73	4.64
Plástico rígido	4.33	3.48	1.84	4.05	1.60	3.57
Poliuretano	0.16	0.09	0.34	0.34	0.00	0.17
Poliestireno expandido	0.78	0.28	0.44	1.39	0.49	0.59
Residuo alimenticio	34.66	50.32	42.93	17.36	0.00	38.45
Residuo de jardinería	5.12	0.10	0.87	6.01	10.17	3.24
Toallas sanitarias	0.00	0.09	0.07	0.05	0.00	0.04
Trapo	0.64	0.25	0.33	0.65	17.96	1.25
Vendas	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.01
Vidrio de color	4.00	1.07	1.51	7.44	0.00	2.69
Vidrio transparente	6.77	2.93	2.71	6.95	0.34	4.73
Residuo fino	1.21	1.92	0.19	2.29	10.55	1.72
Otros	2.66	4.81	0.75	4.74	2.62	3.08
SUMA	100	100	100	100	100	100

Tomado de: Secretaría del Medio Ambiente, GDF, 2004.

#### **2.4 Razones para instrumentar nuevas formas de manejo de la basura**

La forma de manejo de la basura descrita anteriormente, tanto para el país como para la Ciudad de México tiene impactos negativos desde el punto de vista económico, social y ambiental. Estos impactos se observan en cada una de las fases antes mencionadas, desde la generación, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final.

Generar un residuo implica haber adquirido un producto y decidir en algún momento que parte de él o todo él, ya no es útil y debe desecharse. Para producir este bien fue necesario tener las materias primas y el sistema industrial necesario para su transformación en producto comercial. Este sistema obliga a utilizar agua, energía y generar subproductos que se convierten en residuos sólidos, líquidos o gaseosos. En esta primera fase se daña el medio ambiente a través de procedimientos de explotación de recursos naturales y de las sustancias emitidas durante su procesamiento. La introducción de los productos a un mercado requiere el uso de energía para su transporte y distribución, energía que produce emisiones que deterioran el ambiente. Una vez distribuidos los productos, se ponen a disposición de los consumidores quienes usan los materiales para finalmente convertirlos en RSM al depositarlos en el bote de la basura. Una proporción importante del costo del producto es el empaque o la presentación de éste, elementos que inmediatamente se van a la basura.

Una vez en la basura, se requiere tiempo, dinero y esfuerzo para manejar estos residuos. Debe invertirse en infraestructura (de alto costo) y personal (aunque con bajos sueldos). El almacenamiento temporal, la recolección y el transporte implican riesgos a la salud ya que se maneja cualquier tipo de residuo, por ejemplo, patógenos (jeringas, algodones), tóxicos (medicinas caducas, recipientes de insecticidas, limpiadores) y su almacenamiento puede convertirse en focos de fauna nociva como ratas o cucarachas. Estos riesgos no son solamente para los mismos generadores, sino también para los recolectores. El sector encargado del manejo de la basura es un grupo olvidado en cuanto a condiciones dignas para llevar a cabo su trabajo. Sin embargo, ha adquirido poder social y político basado en el caos que se generaría si no hicieran su trabajo.

Pero eso no es todo. En su disposición final, la basura sigue generando problemas. Los sitios utilizados para ello pierden, primero que nada, su vegetación original. Posteriormente, todas sus cualidades como fertilidad, permeabilidad y composición se ven alteradas. Toda la basura revuelta se deposita en estos terrenos y, en el mejor de los casos, es cubierta con tierra o con cascajo. La basura, al contener materia orgánica, se

empieza a descomponer y genera lixiviados, que es agua producto de la degradación, combinada con toda una serie de sustancias químicas presentes en la basura. Este lixiviado se mezcla con el agua de lluvia y en sitios donde el suelo es muy permeable, o donde hay alguna fractura, esta solución se filtra hasta alcanzar los mantos freáticos. Estos mantos por lo general son los que surten de agua los poblados o ciudades, por lo que al final del ciclo de los residuos, éstos siguen haciendo daño. Pero además, en la superficie se da la proliferación de fauna nociva, los incendios y la dispersión de partículas a través del viento. Estos sitios producen una degradación estética tanto por el desagradable aspecto visual, como por los olores nauseabundos que se acentúan cuando el viento los esparce en varios kilómetros a la redonda.

Así pues, se hace evidente lo absurdo del manejo actual. No sólo hay una sobreexplotación y desperdicio de recursos desde su producción, contaminación y deterioro de los recursos naturales durante su comercialización, y desperdicio de materiales al desecharse, sino también, posteriormente sigue produciendo problemas porque no es aprovechado al máximo como materia prima y porque su misma existencia y manejo genera problemas de deterioro y contaminación de los sitios en que se dispone.

Es preciso intentar nuevas formas de manejar la basura para que, en esta época en que los recursos naturales se ven amenazados, y en que la calidad ambiental es cada vez menor, se puedan aportar soluciones y contribuir al manejo sustentable de los recursos.

## **2.5 Alternativas de manejo de los residuos sólidos**

La problemática esbozada, exige de un cambio en la concepción de la basura hacia la de “residuos sólidos”, incorporando su naturaleza de recurso útil. Es importante establecer que al seleccionar cualquier tipo de aprovechamiento o tratamiento, es imprescindible conocer las características cualitativas y cuantitativas intrínsecas de los residuos sólidos, así como su viabilidad técnico-económica (López, 1997). Existen dos líneas de acción: la disminución de los residuos y su aprovechamiento. La vertiente de disminución se perfila en la reducción de empaques y embalajes, atendiendo dos líneas de acción: la producción y el reúso. El aprovechamiento, por su parte, se orienta a incorporar la naturaleza de los residuos en nuevas formas de atención a las demandas urbanas, en tanto que el desarrollo del servicio y la atención básica se encauzan a fortalecer la recolección especializada, la transferencia regional, el manejo sanitario de residuos especiales y la disposición final metropolitana.

Las propuestas que a continuación se describen, se basan en la jerarquización de la EPA (1989) y de Tchobanoglous *et al* (1993) para una estrategia de manejo integral de residuos sólidos.

### **2.5.1 Reducción en la generación**

El paso más importante para resolver el creciente problema de la basura, es reducir la cantidad de residuos sólidos generados. La reducción de fuentes de generación se puede definir como la reducción de la cantidad y toxicidad de los residuos sólidos que entran a las fases de recolección y disposición del sistema de manejo (Hammer, 1993). Así pues, los residuos que permanecen en el sitio (ya sean residuos de jardinería que se compostean en el propio jardín, botellas que se reutilizan en el hogar, etc.), representan una reducción en la cantidad de basura que debe ser transportada y manejada. La disminución de los residuos sólidos puede minimizar los altos costos ambientales, económicos y políticos que implica disponer de los residuos sólidos.

La Agencia de Protección Ambiental de los E.U. ha propuesto una estrategia de reducción que se puede englobar en las siguientes categorías básicas:

- Disminución del consumo.
- Control de la cantidad y calidad de insumos.
- Reducción del volumen del material, por ejemplo, mediante empaques ligeros de algunos productos.
- Reducción de la toxicidad de los productos, al disminuir los tóxicos en el empaque de productos, o aumentando la viabilidad de la separación y remoción de los componentes tóxicos previo a su disposición.
- Aumento del periodo de vida útil del producto mediante una mayor durabilidad o longevidad, posibilidad de ser reparado y estar diseñado para el reuso.
- Reuso de productos.
- Reducción del uso y consumo de productos innecesarios a nivel individual, industrial y gubernamental.
- Promover el manejo de los residuos en el sitio de su generación, por ejemplo, la composta casera.

Una vez que se ha logrado generar el mínimo de residuos, es necesario identificar los tipos de manejo a los que pueden estar sujetos. Para ello, es necesario manejarlos por separado. No es posible pensar en un solo tipo de tratamiento y se requiere de la suma de una serie de procesos de acondicionamiento para aprovecharlos, o para confinarlos adecuadamente a partir de un análisis de sus características físico-químicas y biológicas (López, 1997).

Además deben considerarse otros criterios para definir el camino a seguir. Entre ellos:

- Que sea la alternativa que más reduzca los riesgos e impactos ambientales.
- Que existan en el país las tecnologías adecuadas para su manejo.
- Que existan reglamentos que enmarquen la acción.
- Que exista la infraestructura para el tratamiento seleccionado.
- Que exista una relación positiva entre costo-beneficio.

### **2.5.2 Separación de residuos en fuente**

La separación en fuente hace referencia a que sean los mismos generadores (las personas que desechan algo) las que hagan una separación de sus residuos. La importancia de seleccionar en fuente los residuos susceptibles de ser aprovechados, es que permite que los subproductos presenten una mejor calidad a la vista de la industria recicladora, por lo que la separación puede ser más homogénea y los costos de recuperación más elevados. De igual forma, se reducen los costos asociados al manejo de los residuos en su recolección, transferencia y disposición final. Los problemas de esta forma de separación son que la participación ciudadana no siempre cumple con las expectativas por falta de información y porque en ocasiones existe otro tipo de prioridades (López, 1997).

### **2.5.3 Recolección selectiva y comercialización**

La recolección selectiva es una de las alternativas que pueden ayudar a completar el proceso de reciclaje. Su aplicación supone un grado de concientización y de participación

por parte de los responsables del servicio y del público en general. Esta fase del proceso consiste en recolectar los materiales separados en diferentes compartimentos.

Existen varios métodos de colecta para los residuos separados reciclables. El primero es el de recoger la basura en la banqueta y requiere que los residentes separen los reciclables de su basura. Los reciclables LIMPIOS se ubican en contenedores especiales mientras que el resto de la basura se pone en botes comunes. Ambos se colocan en la banqueta (o afuera de la casa) para ser recogidos por diferentes camiones. Para posibilitar la participación de condominios y apartamentos, se pueden disponer contenedores en lugares céntricos. Los materiales reciclables separados se pueden llevar a un centro de acopio, centro de compra y venta de desperdicios industriales o de procesamiento, donde se preparan para transportarse a mercados finales donde se utilizará el material para elaborar nuevos productos.

Otro método es el de la separación en un sitio central. La basura y los reciclables se manejan juntos y se llevan a un lugar donde serán separados. La separación puede hacerse de dos maneras:

- ⇒ Separación manual en donde los trabajadores van seleccionando las latas, botellas, tarros, y plásticos en una banda mecánica.
- ⇒ Separación semiautomática, que usa banda transportadora e imanes para separar los materiales.

El costo de operar un sitio de éstos es más alto que la colecta directa en casas donde los residentes separan sus reciclables.

Los "sitios de depósito" son una de las formas más simples de colectar materiales reciclables: los ciudadanos llevan su vidrio, metal, plástico, periódico, etc. a un sitio previamente destinado para ello. Estos sitios por lo general se ubican en lugares de fácil acceso cerca de un área de mucho tránsito. Algunos métodos nuevos de estos centros son los "igloos", que son grandes domos de fibra de vidrio, con una abertura en la parte superior para depositar los materiales.

Los *centros de acopio*<sup>16</sup> son lugares en donde se compra aluminio, otros metales, vidrio, plástico, periódico, y algunas veces baterías y otros materiales. La gente voluntariamente transporta estos materiales al centro. Allí, se compactan y ordenan y luego lo venden a los fabricantes para su procesamiento. En muchas ocasiones estos centros trabajan muy

<sup>16</sup> En el D.F. también se les conoce como sitios de compra y venta de desperdicios industriales

de cerca con firmas locales como bares o restaurantes para establecer procedimientos de colecta de grandes volúmenes de materiales reciclables (Hammer y Earle, 1990).

Según Trejo (1987), el éxito de estos procesos depende básicamente de:

1. Contar con un mercado estable y accesible para los productos recuperados con precios que compensen los costos extras.
2. La cooperación de los ciudadanos, de quienes depende básicamente la buena separación de las fracciones.

#### **2.5.4 Reciclaje**

El reciclaje es una de las alternativas viables desde el punto de vista económico, tecnológico y ambiental. Los principales productos que se reciclan en el mundo son: papel y cartón, vidrio, metales, plásticos y telas, entre otros. A continuación se revisará de dónde vienen, cómo se reciclan y los beneficios de reciclarlos.

##### *2.5.4.1 Reciclaje de papel y cartón*

El componente fundamental del papel y el cartón es la celulosa. Las fibras de celulosa necesarias para la fabricación del papel pueden provenir de diferentes vegetales: algodón (el 90% o más de celulosa); madera (oscila alrededor del 60% según la especie) y paja de cereales (50%). El resto de los componentes de estos vegetales es básicamente lignina, grasas, resinas, ceras, sales minerales o cenizas.

La selección del material de partida, sea madera u otro vegetal, o bien papel y cartón recuperado, se efectúa en función del tipo de producto final que se desea obtener. Los papeles de alta calidad suelen exigir una pasta de celulosa muy pura y limpia. Hoy el grueso de las pastas se obtiene de madera (pasta virgen) o del propio papel ya elaborado (pastas de recuperación).

La celulosa tiene la propiedad de establecer puentes de hidrógeno mientras se seca, gracias a lo cual se produce la lámina de papel a partir de la pasta. Este enlace se deshace de nuevo en agua, lo que permite la recuperación de la celulosa en los procesos de reciclaje.

El papel viejo presenta la ventaja de contar con las fibras de celulosa ya separadas de la lignina, lo que facilita este trabajo (Del Val, 1993). El objetivo de reciclar papel es recuperar para su reuso la fibra celulósica que se utilizó originalmente para fabricarlo, y ello significa eliminar los componentes adicionados en el proceso de manufactura, durante su conversión, y los que el consumidor agrega (Cano, 1997). Según la calidad de la fibra deseada al final del proceso, se requerirá o no del blanqueo. Es imperativo reciclar el agua utilizada en este proceso, ya que todas las impurezas que se le quitan al papel van a dar al agua (Cano, 1997).

En escasas ocasiones la pasta de papel recuperado se utiliza al 100% para fabricar nuevo papel o cartón, porque un papel sólo puede reciclarse al 100% entre 3 y 8 veces, según la calidad y el uso a que se destine, debido a la excesiva rotura de las fibras celulósicas. Los papeles de impresión y escritura, seguidos por los papeles de prensa, son los que menos pasta recuperada contienen (del 5 al 20%), y los cartones bicapas o bicolor (bico) los que más proporción contienen (hasta el 99%).

El consumo de madera oscila entre tres y cinco metros cúbicos por tonelada de pasta de papel, según se utilice eucalipto o pino respectivamente. Según el tipo de madera utilizada en la fabricación de un determinado tipo de papel, su sustitución por papel recuperado evita el gasto y la contaminación correspondiente.

**Tabla 2.5.1 Comparación en el uso de energía y agua para elaborar papel a partir de madera, y a partir de papel recuperado.**

<i>Para producir una tonelada de papel</i>	<i>madera</i>	<i>papel recuperado</i>
Consumo de energía	0.4-0.7 tep*	0.15-0.25 tep
Consumo de agua	450-280 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>

\*tep= toneladas equivalentes de petróleo

Fuente: Del Val, A., 1993.

Además, utilizar papel recuperado, evita la contaminación por aguas alcalinas y la contaminación atmosférica (SH<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, partículas sólidas, metil mercaptano y sulfuro de dimetilo).

Sin embargo, cuando se procede al destintado de papeles viejos para la fabricación de papeles de cierta calidad (impresión, prensa, etc.) también se producen residuos

peligrosos, entre ellos metales pesados, que es necesario recuperar y eliminar (Del Val, 1993).

#### 2.5.4.2 Reciclaje de vidrio

Desde que fue inventado por los egipcios, 20 siglos antes de Cristo, el envase de vidrio es el paradigma del envase ideal. Sin embargo, su utilización en el mercado de los envases no ha ido en aumento.

Para su fabricación, se funden a alta temperatura (1500°C) los tres componentes básicos del vidrio: arena sílica (elemento vitrificante), carbonato de sodio (fundente), y caliza (estabilizante). Se utilizan en promedio 1,240 kg. de materias primas por tonelada de vidrio producido. Fundidas éstas en el horno, se obtiene el vidrio. Ahí se forma la gota de vidrio fundido que, introducida en el molde preparador, se transforma mediante soplado o prensado-soplado, en el envase definitivo. Se somete a un enfriamiento programado (se moldea a 900°) en túneles de recocido y posteriormente pasa por los controles de calidad.

*Fabricación de vidrio a partir de chatarra de vidrio (calcín o cullet).* El vidrio recuperado se fragmenta hasta alcanzar un tamaño de grano reducido. Se depura y limpia de restos metálicos, corchos, etc. y se prepara para su fusión, directamente o junto con las materias primas antes citadas. Esto reduce el punto de fusión de los materiales.

La separación del vidrio por colores es un proceso costoso pero necesario si se quiere obtener un vidrio de un color preciso. Así, el vidrio incoloro sólo se obtiene si se seleccionan las botellas incoloras antes de su fragmentación, ya que en caso de mezclarse con otras de color, la masa fundida se contaminará y no se obtendrán envases de vidrio totalmente incoloros.

En dos fases de este proceso hay un ahorro de energía:

- ◆ Transportar el vidrio recuperado y tratarlo consume 0.006 toneladas equivalentes de petróleo por tonelada (tep/ton). En cambio, extraer y preparar las materias primas consume 0.083 tep/ton.
- ◆ La fusión del calcín requiere 0.215 tep/ton y la fusión de materias primas 0.218 tep/ton.

En conjunto, el consumo de energía por uno u otro proceso se cifra en 0.301 tep por tonelada en el vidrio fabricado con materias primas y 0.221 tep por tonelada en el caso de utilización de calcín. El ahorro energético obtenido es del 27% (Del Val, 1993).

#### 2.5.4.3 Reciclaje de metales

La clasificación más conocida de los metales es:

- Metales ferrosos: aquellos cuyo contenido químico consta de hierro como base del metal. Su principal característica es ser magnéticos, y al oxidarse adquieren un color rojizo. Se conocen comúnmente como fierro y acero.
- Metales no ferrosos: son antimagnéticos, su oxidación no es rojiza y son más blandos. Entre ellos, el aluminio, cobre, zinc, magnesio, estaño, plomo y antimonio.
- Metales preciosos: Aún cuando pudiesen ser clasificados dentro de los no ferrosos, su alto valor, dado por su maleabilidad y brillo, los ha ubicado en la categoría de preciosos. Esta categoría incluye principalmente al oro y la plata.
- Existen otros metales clasificados en la tabla periódica como alcalinotérreos, cuya virtud es conferir ciertas propiedades químicas y mecánicas al formarse aleaciones. Los más comunes son el berilio, calcio, estroncio, bario y radio.

Dadas sus características químicas, los metales tienen un potencial muy alto para reutilizarse como materia prima. Los más reciclados son el hierro y el aluminio y pueden clasificarse en botes de bebidas, trastes, ventanería y perfiles, piezas automotrices, láminas, etc. El aluminio, una vez seleccionado, se vende a las fundiciones dedicadas a la fabricación de aleaciones. El mercado más importante de las aleaciones secundarias del aluminio es la fabricación de piezas para los sectores automotriz, eléctrico, electrodoméstico y artesanal.

Para el hierro la clasificación de las chatarras es diferente. La lámina de acero pasa por un proceso de fusión y puede convertirse en lingotes o directamente en algún producto terminado como la varilla corrugada, ángulos comerciales, blocks para motor, cuerpos para válvulas petroleras, etc. (Razo, 1997).

Los ahorros energéticos alcanzados al obtener estos metales de la recuperación en lugar de la minería son: del 96% para el aluminio, 87% cobre, 63% zinc y 60% para el plomo.

México es deficitario en el tratamiento o reutilización de chatarras, por lo que se permite que éstas se exporten. Así pues, se hace necesario el fomento de una cultura de reciclaje que enseñe el valor que esto representa, que instruya en la separación de la basura, que permita que se complete la cadena productiva con el menor intermediarismo posible y que posibilite la exportación de productos con mayor valor agregado (Razo, 1997).

#### *2.5.4.4 Reciclaje de plásticos*

Los desechos de plástico y los empaques representan una proporción creciente de los residuos sólidos municipales. Se calcula que el plástico ocupa un volumen del 14 al 21% del total de basura. Por peso, los plásticos representan un 7% y menos del 1% del plástico se recicla. Además, algunos objetos de plástico terminan como basura que causa riesgos para el ambiente marino y pérdidas económicas y estéticas.

La fabricación de productos plásticos parte del petróleo bruto, que al ser refinado se utiliza para plásticos y carburantes, entrando ambos en competencia, por lo que el aumento en la producción de plásticos implica producir menos combustibles o aumentar la importación y destilado del petróleo bruto.

Se destilan 19 toneladas de petróleo bruto para producir una tonelada de polietileno, el plástico de uso doméstico más común. Por ello, su reciclaje cobra gran importancia.

Aún cuando los plásticos tienen un poder calorífico muy elevado, y sus desechos pueden convertirse en combustibles de alta calidad, esto puede ocasionar graves riesgos ambientales debido a la síntesis de dioxinas y otras sustancias peligrosas que se emitirían a la atmósfera en algunos casos de no existir estrictos y costosos filtros en la incineración.

Algunos plásticos poseen aditivos (e.g. colorantes, estabilizadores, plastificadores) que pueden incluir constituyentes tóxicos como el plomo y el cadmio. Los plásticos contribuyen con el 28% de todo el cadmio en los residuos sólidos municipales y aproximadamente con el 2% de plomo.

Los plásticos más comerciales son los termoplásticos y todos ellos son reciclables. Estas resinas se caracterizan porque durante su fabricación y transformación mantienen sus características químicas inalteradas, por lo que al reciclarse se obtiene de nuevo un producto capaz de ser utilizado como materia prima (Blanco, 1997).

Este residuo de alto valor, relativamente sencillo de recuperar y reciclar y tan abundante en la basura, paradójicamente no es objeto de una recolección selectiva y prácticamente la mayoría del que se recupera viene de las plantas seleccionadoras de basura.

Su correcto reciclaje exige el lavado y uso de aditivos para obtener material de alta calidad, lo cual exige una cierta capacidad técnica. El plástico obtenido de los envases alimentarios y embalajes, con el que se suele obtener material de buena calidad, no puede volver a emplearse en la fabricación de nuevos envases alimentarios por razones sanitarias, y debe usarse para otro tipo de artículos.

Los diferentes tipos de plásticos usados en los productos de consumo son: el polietileno (PE) en las jarras de leche, el polipropileno (PP) en las cajas de batería de coches, el polietileno tereftalato (PET) en las botellas de refrescos, el polivinil clorido (PVC) en las botellas del aceite de cocina, y el poliestireno (PS) en los contenedores de comida y vasos de unicel. Todos estos plásticos son técnicamente reciclables.

De acuerdo con la E.P.A. (1990), las botellas de refresco están siendo recicladas para hacer fibras de relleno de abrigos, bolsas de dormir, y almohadas, en alfombrado y para botellas de limpiadores domésticos. Las jarras de leche se están reciclando en juguetes, floreros, para tapas de botella de detergente y bases para botellas de refrescos. Los contenedores de comida hechos de poliestireno y los vasos se están reciclando en almohadillas para colocar notas, para archiveros, lapiceros, así como para charolas de comida, juguetes y aislante.

**Tabla 2.5.2 Comparación en el uso energía para elaborar plástico a partir de petróleo, y a partir de plástico recuperado.**

	<i>petróleo</i>	<i>plástico recuperado</i>
Consumo de energía para PE	2.10 tep/ton*	0.17 tep/ton
Consumo energía para PVC	1.70 tep/ton	0.08 tep/ton

\*tep= toneladas equivalentes de petróleo

Fuente: Del Val, A., 1993.

Al reciclar se consume menos agua que en la fabricación de plástico virgen y también menos sustancias tóxicas. El balance ambiental, económico y estratégico (por la falta de petróleo) de la producción de plásticos de recuperación es muy positivo frente a la producción de plástico virgen. Pero el balance técnico, la calidad del producto y los usos

potenciales son menores, y de no conocerse bien el proceso de aditivación necesario para cada tipo de plástico, puede obtenerse un rendimiento inferior al deseado.

Algunas claves de la recuperación se centran en la recolección selectiva de los plásticos respecto al resto de los residuos y en la separación posterior por tipo de plástico. Una mezcla indiscriminada de diferentes tipos de plástico puede producir no sólo un plástico de pésima calidad, sino incluso averías importantes en la máquina extrusora. Las otras claves son el conocimiento técnico, tanto del proceso en sí como de la naturaleza del plástico que se está tratando, su compatibilidad con otros plásticos y su destino final. Las mezclas entre diferentes tipos de plástico pueden ser posibles e incluso benéficas. En algunos casos un tipo de plástico añadido a otro en su exacta proporción, mejora las propiedades de ambos por separado.

Los residuos más recuperados y reciclados son los de polietileno de alta y baja densidad, y en menor cantidad los de poliestireno, polipropileno y cloruro de polivinilo.

### **2.5.5 Composteo**

Es un método de manejo de los residuos sólidos en donde el componente orgánico del flujo total de basura es biológicamente descompuesto bajo condiciones controladas a un estado en el que puede ser manejado, almacenado y/o aplicado a la tierra sin efectos adversos sobre el ambiente (Biocycle, 1991). La clave más importante de esta definición es la de "condiciones controladas" ya que distingue al composteo de la descomposición biológica que "recicla" los nutrientes en la naturaleza.

Se pueden considerar tres bases para la clasificación de la composta: grado de aireación, temperatura y tecnología (Biocycle, 1991).

El composteo aeróbico se refiere al proceso en el que la descomposición se lleva a cabo en presencia de oxígeno. En cambio, el anaeróbico implica una descomposición en ausencia de oxígeno.

El composteo más utilizado actualmente es el aeróbico porque:

- No produce malos olores
- Se pueden alcanzar más altas temperaturas para esterilizar mejor la composta
- Es más rápido.

Aunque también tiene sus inconvenientes: necesita de mayor espacio y trabajo para ser manipulado; hay pérdida de nitrógeno y el costo de la infraestructura es más alto.

Las principales ventajas del composteo como proceso biológico son su bajo costo y que no produce sustancias tóxicas. Sus desventajas son que es más lento en comparación con los sistemas físico-químicos y en algunos casos es muy sensible a los cambios.

Todos los factores ambientales que afectan cualquier actividad biológica (temperatura, humedad, aireación, pH y relación Carbono/Nitrógeno), afectan positiva o negativamente a los microorganismos y a los descomponedores, y por tanto también a la composta. Por lo tanto, el éxito de la composta es mantener estas condiciones en un óptimo nivel (IBUNAM, 1992).

Durante la elaboración de la composta existe un incremento en la temperatura del material debido a los procesos de oxidación y acción de los microorganismos degradadores de la materia orgánica. En ambientes aeróbicos la temperatura del material de composta llega a la temperatura ideal de 70°C.

A medida que avanza el tiempo, el volumen inicial del material de composta se reduce, debido a la liberación de gases y agua; al mismo tiempo se observa una homogeneización en su coloración.

Desde el punto de vista práctico, se obtienen beneficios como:

- \* Reducción de los volúmenes de desechos orgánicos. Se ha observado que durante la fase de descomposición orgánica existe una reducción de masa y volumen en un 30% del original.
- \* Reutilización de productos de desecho que de otra manera se acumularían, aumentando los volúmenes de desperdicios de difícil manejo, con el consecuente impacto para la salud pública.
- \* Higiene pública. Reducción y eliminación de lugares en donde la acumulación de desperdicios, promueve la reproducción de insectos, plagas y enfermedades.

La composta se puede utilizar como abono orgánico para contribuir en la recuperación de áreas verdes urbanas (IBUNAM, 1992).

### **2.5.6 Incineración de alto rendimiento con recuperación de energía.**

La incineración es una técnica de tratamiento que consiste en transformar los residuos mediante su combustión (Blanco, 1997). Este proceso permite reducir el volumen de los desechos tratados a la décima parte, y en algunos casos se puede recuperar energía. Los residuos (cenizas) son inertes, por lo que su disposición en relleno sanitario requiere menos precauciones que la basura no tratada. La incineración se utiliza ampliamente en Europa, especialmente en las áreas muy pobladas. Consiste en quemar la basura en hornos adecuados a sus características propias: alto contenido de humedad, heterogeneidad y poder calorífico relativamente bajo (Trejo, 1987).

El calor que se libera en este proceso puede recuperarse en forma de agua caliente, vapor o electricidad, pero esta opción requiere de instalaciones adicionales. Sin embargo, la recuperación en una planta grande puede reducir notablemente los costos totales de disposición mediante ingresos por la venta de energía. Los gases generados por la combustión se limpian antes de liberarse a la atmósfera.

La incineración es una tecnología costosa que requiere de personal calificado, del mantenimiento continuo del equipo y de una operación muy cuidadosa con el fin de evitar daños por contaminación atmosférica o de aguas. Por sus características, esta tecnología no debe usarse en áreas en las que se carezca de una infraestructura capaz de evaluar de manera confiable y continua la calidad atmosférica, apoyada por la legislación correspondiente, que mantenga bajo control el efecto de la incineración de basura en el ambiente. Una de las ventajas de la incineración es la posibilidad de aprovechar los desechos para obtener energía eléctrica; sin embargo, en México esta alternativa no es viable debido a que la legislación mexicana establece la exclusividad para producir y vender energía a la Comisión Federal de Electricidad (Trejo, 1987).

### **2.5.7 Relleno sanitario**

El relleno sanitario es indispensable en el manejo de los residuos sólidos municipales, ya que independientemente del tratamiento que se le dé a los residuos, siempre existirá un remanente que deberá ser depositado. Los rellenos sólo podrán ser aceptados por la población en general y por grupos ecologistas, si se demuestra que no generan

problemas de contaminación ambiental. Para ello deben ser una instalaciones controladas que confinen tanto al biogás como los lixiviados.

La NOM-083-ECOL-1994<sup>17</sup>, establece las condiciones geológicas, edafológicas e hidrológicas, entre otras, que deben reunir los sitios destinados a rellenos sanitarios para la disposición final de los residuos sólidos municipales (DOF, 1994).

Las obras de ingeniería definen a un relleno sanitario como un elemento que además de cumplir como confinamiento final y seguro, puede coexistir con su entorno sin deteriorarlo.

La unidad de todo relleno sanitario es la celda diaria en donde se esparcen y se compactan los RSM durante un día, al final del mismo son cubiertos con una capa de algún material, que en caso de ser suelo también se compacta. En la NOM-084-ECOL-1994 se establecen los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias (DOF, 1994).

---

<sup>17</sup> Actualizada ya como NOM-083-SEMARNAT-2003

### III. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Después de la revisión sobre las diferentes alternativas que existen para manejar los RSM, no se puede dejar de contrastar la teoría con lo que sucede actualmente en México.

En este caso, por ser un espacio cercano, hasta cierto punto conocido y por supuesto por contarse con facilidades y apoyo para su estudio, se seleccionó la Ciudad Universitaria (CU) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ubicada en el D.F.

#### **3.1 Localización de Ciudad Universitaria**

La Ciudad Universitaria conocida por los habitantes de la ciudad como CU, es el campus principal de la Universidad Nacional Autónoma de México y se encuentra al suroeste de la Ciudad de México, a ambos lados de la Avenida de los Insurgentes a los 19°18'31"-19°19'17"N, 99°10'20"-99°11'52"O, a una altitud de 2200-2277 msnm. El clima de la zona es templado subhúmedo [Cb(w1)(w)] (García, 1988), con régimen de lluvias de verano, una temperatura media anual de 15.5°C y una precipitación promedio anual de 835 mm. La lluvia se distribuye de manera diferencial, lo que permite distinguir dos épocas, la de lluvias, que va de junio a octubre, y la de secas que abarca de noviembre a mayo, (Castillo-Argüero, 2004).

El terreno presenta planicies, zonas ligeramente onduladas y en algunos lugares pendientes pronunciadas. Inicialmente en toda la zona existía pedregal, pero actualmente debido a las necesidades de jardinería y forestación, muchas áreas han sido rellenadas.

Para fines de este trabajo, se considera a CU conformada por dos grandes zonas, aquellas que pertenecen a la Reserva Ecológica del Pedregal y que por lo general mantienen su vegetación original, de alto valor ecológico y ambiental, y las que pertenecen a las áreas de servicio o administrativas, como edificios (facultades, unidades administrativas, bibliotecas, andadores, zona comercial, zonas deportivas, museos, zona cultural, etc.) y cuyas áreas verdes poseen, en general, vegetación introducida.

La relevancia de ambas zonas se puede entender si por un lado se pondera el valor ecológico y ambiental del Pedregal y por otro, el insustituible valor social que la Universidad representa en la formación de los hombres y mujeres de este país.

El diagnóstico sobre el manejo de residuos sólidos hace mayor referencia a las áreas de servicio, aunque también se darán algunas recomendaciones para el área de la reserva

ecológica. Todas las áreas de CU se han visto afectadas por el problema de la basura por lo que no puede dejar de mencionarse esta situación. Sin embargo, las causas del problema, así como su abordaje para solucionarlo, son distintas y varían debido a la multiplicidad de factores que la provocan en un sitio y otro. Este trabajo centra su estudio en la zona reconocida como zona administrativa pero al entender que no existen límites físicos que aislen las zonas entre sí, y que lo que sucede en un área afecta a la otra, a continuación se describen las circunstancias en que se encontraban ambas zonas en 1994, año en que se realizó este estudio. En los casos en que existen diferencias significativas con lo que sucede en el 2007, se incluye una nota.

### **3.2 Importancia ecológica de la Reserva del Pedregal**

El Pedregal de San Ángel se originó como producto de la erupción del volcán Xitle hace aproximadamente 2000 años. La lava se precipitó arrasando cuanto estuvo a su paso y se extendió sepultando a la cultura Cuicuilca. Durante dicha erupción, corrientes de lava al enfriarse formaron un sustrato muy irregular con numerosos accidentes topográficos (Carrillo y Eccardi, 1995). Esta amplia gama de formaciones rocosas (hoyos, grietas, cuevas, pendientes y planos) permiten la formación de distintos microambientes para los seres vivos, en los que se observan variaciones en la cantidad de luz, humedad, temperatura y en la acumulación del suelo (Cano-Santana y Meave, 1996). Por su carácter inhóspito y rocoso, con escaso suelo para cultivar y con abundantes serpientes de cascabel, el sitio fue llamado "Malpaís" o "Pedregal" y permaneció muchos años abandonado. Su relativo aislamiento permitió su conservación y en él prosperaron procesos ecológicos naturales sin la intervención directa del ser humano. Rzedwoski (1954) diferenció hasta cinco comunidades vegetales sobre este gradiente altitudinal: bosque de aile, bosque de pino, bosque de encino, matorral de encino y matorral de "palo loco". En este último, que ocupa la mitad del derrame, se asienta la CU.

Debido al crecimiento desordenado de la ciudad, en las últimas décadas el Pedregal ha sido sujeto a un proceso de urbanización intenso, que ha resultado en la pérdida casi total de su superficie, en la actualidad solo se puede encontrar al Pedregal en el volcán Xitle, en algunas partes del Bosque de Tlalpan y el Parque de la Ciudad de México, en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de CU, en terrenos de la Escuela Nacional de Antropología e Historia y en pequeñísimos manchones regados en lotes baldíos, camellones y patios traseros.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <http://sistemas.fcencias.unam.mx/~pedregal/index1.html>

Con el explosivo crecimiento de la Ciudad de México, en 30 años desapareció el 90% del pedregal. Ciudad Universitaria no creció al mismo ritmo por lo que conservó fragmentos de vegetación natural. Éstos constituyen la Reserva Ecológica del Pedregal (Rojo, 1990). Inicialmente se decretó formada por dos zonas, la primera al oriente de la avenida de los Insurgentes con 40.5 hectáreas y la segunda al poniente con 84 hectáreas. En 1990 se redefinió su forma y área porque el decreto de 1983 dejaba fuera áreas de pedregal en buen estado de conservación y en cambio incluía algunas áreas perturbadas. En esta disposición, la zona oriente mantuvo la misma forma y extensión, y la zona poniente aumentó en 22 hectáreas. Con este cambio, el área total de la reserva aumentó a 146 hectáreas. Asimismo, se acordó dividir la reserva en una zona núcleo, donde se pueden llevar a cabo actividades exclusivamente de investigación y docencia, y una zona de amortiguamiento, en donde el objetivo principal es moderar de manera natural los impactos negativos ocasionados por el efecto urbano.<sup>2</sup>

Es importante resaltar que la Reserva del Pedregal representa uno de los últimos refugios para muchas especies que habitan la cuenca de la Ciudad de México y que han sido desplazadas, en algunos casos al borde de la extinción, por la destrucción de su ambiente natural debido al crecimiento desmedido de la ciudad. Tal es el caso del pecesito mexclapique, que en épocas prehispánicas era tan abundante que formaba parte importante de la dieta de los aztecas, hoy en día se distribuye únicamente en algunos sitios del lago de Texcoco, acuarios particulares y en la reserva del Pedregal. Y no hay que olvidar que como toda área natural la reserva presta una serie de servicios ambientales, que van desde la producción de oxígeno y la recarga de mantos acuíferos, hasta el uso potencial de numerosas especies de plantas medicinales.

Desafortunadamente el Pedregal está sujeto a una gran cantidad de disturbios de diferentes tipos, que pueden tener una mayor o menor repercusión sobre las poblaciones naturales.

---

<sup>2</sup> La Reserva Ecológica ha tenido otras dos modificaciones después de este trabajo. En marzo de 1996, se reordenó e incrementó para quedar establecida por un total de 176 hectáreas, 9,526 m<sup>2</sup>, conformada por tres áreas, dos de ellas ubicadas a los costados de la Avenida de los Insurgentes, y otra ubicada en la zona sur-oriente de Ciudad Universitaria en la Avenida Dalias. (Decreto Publicado en Gaceta UNAM el día 13 de enero de 1997). En 2005, se integran, rezonifican, delimitan e incrementan para quedar conformada con un total de 237 hectáreas, 3,323 m<sup>2</sup>, integrada por 3 zonas núcleo y 13 zonas de amortiguamiento. Las zonas núcleo quedan constituidas por 171 hectáreas, 1,409 m<sup>2</sup>. Las zonas de amortiguamiento quedan constituidas por 66 hectáreas, 1,914 m<sup>2</sup>. (Decreto publicado en Gaceta UNAM el día 2 de junio de 2005).

De 1992 a 1997 se registraron 455 incendios en el Pedregal de San Ángel y zonas boscosas aledañas. En contraste, tan sólo en 1998 ocurrieron 202 incendios (DB-UNAM, 1998). En el 2003 se presentaron 52 incendios en la Reserva, zonas de Ciudad Universitaria y zonas adjuntas a esta. La gran incidencia de incendios en la Reserva se debe principalmente a la cercanía de la reserva con la zona urbana (Rojo, 1994; Cano-Santana y Meave, 1996). Sin embargo, aunque existen algunos trabajos, los efectos del fuego sobre las poblaciones de plantas y animales de la Reserva no se han estudiado mucho.

La disposición de cascajo es posiblemente uno de los disturbios que más afectan la Reserva, ya que elimina los microambientes, basifica el pH del suelo y propicia el crecimiento de pasto (*Penisetum clandestinum*) modificando la composición y diversidad vegetal, lo que dificulta que se recupere la comunidad original.

El constante tránsito de la gente aunado a la falta de cultura y educación ambiental han generado un aumento alarmante de basura, y de acumulación de desperdicios orgánicos que contribuyen a la proliferación de fauna nociva como cucarachas, ratas, hormigas, perros y gatos principalmente, lo que representa una seria amenaza a la fauna nativa, además de ser fuente de enfermedades para el hombre. En el caso de los desperdicios inorgánicos por su baja tasa de degradación, alta inflamabilidad y toxicidad son una fuente grave de contaminación y sus efectos sobre grupos particulares de organismos aún no se ha estudiado a fondo. Si a esto le agregamos que en las zonas de amortiguamiento la gente orina y defeca constantemente, no solo se corre el peligro de perder el Pedregal sino que éste se convierta en una amenaza sanitaria. De aquí la necesidad de generar una cultura amigable con el ambiente en los universitarios y aprender de estas experiencias para poder llevarlas a la sociedad en general.<sup>3</sup>

Entre las primeras medidas que se tomaron para resolver el problema fue cerrar el acceso a los camiones de basura que frecuentemente tiraban sus colectas en la reserva. Se construyeron también bardas en los linderos desprotegidos, se colocaron letreros que explican el carácter del lugar y se intensificaron las campañas de difusión entre la comunidad universitaria. Una de las labores dirigidas a limpiar la reserva es la organización de "Las Jornadas de Conservación". En ellas participan universitarios (incluido el rector), concriptos, boy scouts, vecinos de Coyoacán (incluido el delegado) y ciudadanos en general. La basura que se obtiene es muy variada, desde latas de cerveza y colillas de cigarro (especialmente en los alrededores del Espacio Escultórico) hasta

<sup>3</sup> <http://sistemas.fciencias.unam.mx/~pedregal/index1.html>

llantas de camión y tractor, pasando por alfombras, "depósitos" de medicinas, varillas, botellas, camas y maniqués. Cabe señalar que el Espacio Escultórico es una de las zonas que mayor impacto por basura reciente presentan. Esto se debe a la organización de conciertos y "tocadas" que aunque muy exitosos, tienen como efecto la producción de gran cantidad de basura, ya que generalmente no se realiza limpieza alguna después de estas actividades (Rojo, 1990).

Según Meave (1993), muchos de los beneficios que brindaba el pedregal, como la captación de agua hacia los mantos freáticos, prácticamente se han perdido. La pequeña parte que aún se conserva tiene hoy un papel muy limitado en este sentido. No obstante, y a pesar de que la calidad ambiental es muy mala, y la lluvia que en ella cae es ácida, la flora y fauna nativas permanecen.

### **3.3 Área construida de la Ciudad Universitaria**

CU es un importante centro de población, un gran conglomerado humano donde se representan, altamente concentradas, todas las actividades del quehacer diario y donde se demanda toda la gama de servicios propios de una ciudad media (Ramírez, 1992).

Incluye dentro de sus instalaciones varias facultades, importantes bibliotecas así como destacados centros culturales y museos. La parte central de CU está integrada por los primeros edificios inaugurados durante los años cincuentas mismos que son el resultado del trabajo en equipo de varios de los arquitectos mexicanos más destacados de la época que estaban en busca de una arquitectura nacional con identidad propia. De ahí que CU se encuentre distribuida alrededor de grandes áreas verdes y plazas al aire libre de la misma forma que las ciudades de las civilizaciones prehispánicas.<sup>4</sup>

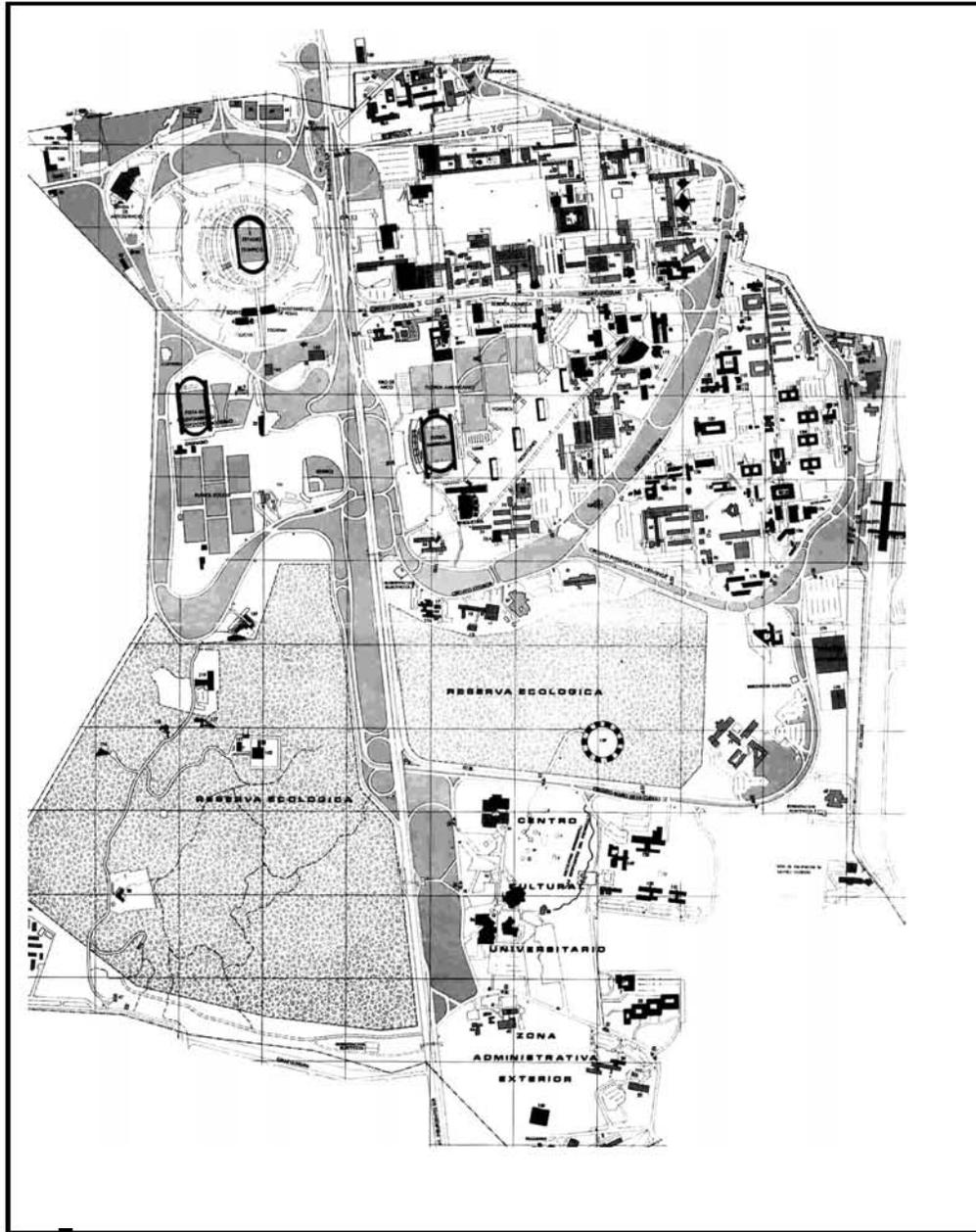
El terreno que comprende la Ciudad Universitaria tiene alrededor de 711 hectáreas donde se han construido 856 000 m<sup>2</sup> en interiores y 793 000 m<sup>2</sup> de exteriores. Se atienden en su interior 321 edificios, 42.4 km de vialidades y andadores, 1,066,000 m<sup>2</sup> de áreas verdes y jardineras, así como 198,000 m<sup>2</sup> de áreas deportivas (Guía Universitaria, 1994)<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> [http://www.ciudadmexico.com.mx/zonas/ciudad\\_universitaria.htm](http://www.ciudadmexico.com.mx/zonas/ciudad_universitaria.htm)

<sup>5</sup> Estos datos son para 1994. No se cuenta con información para el 2007 aunque en CU se han construido nuevos edificios. Según datos publicados en la Gaceta UNAM de mayo de 2006, se estima que aproximadamente 80,000 vehículos usan o atraviesan diariamente la Ciudad Universitaria.

A CU asisten diariamente aproximadamente 90,000 estudiantes y 16,000 académicos en sus diferentes cursos y carreras, además de una cantidad parecida de administrativos<sup>6</sup>.



**Figura 3.1 Plano de Ciudad Universitaria, UNAM.**

Elaborado en el Instituto de Geografía basado en el que se publicó en 1989, actualizado de acuerdo con trabajos verificados por el Departamento de Cartografía y Fotomecánica del Instituto, hasta mayo de 1992. Sexta versión, Escala 1:5000.

<sup>6</sup> Según cálculos propios a partir de los datos del 2003, a CU asisten diariamente aproximadamente 95,000 estudiantes y 20,000 académicos. [http://www.planeacion.unam.mx/publicaciones/pob\\_esc.html](http://www.planeacion.unam.mx/publicaciones/pob_esc.html)

Cuenta con una compleja red de servicios e instalaciones que apoyan no sólo a la comunidad del ámbito central, sino también a todas las dependencias de la UNAM. Posee una infraestructura que resuelve las necesidades de la comunidad universitaria a través de servicios de seguridad y protección a la comunidad, tiendas de autoservicio, comercios, servicios y librerías especializadas. Asimismo en las facultades, centros, escuelas, institutos y otras dependencias universitarias existen restaurantes, cafeterías y pequeños quioscos sujetos a control de calidad e higiene. Además, se cuenta con servicios médicos, atención odontológica, psicológica y atención médica veterinaria. Existe una zona cultural, bibliotecas y museos abiertos a la comunidad universitaria y el público en general, así como una Unidad de Seminarios y el Jardín Botánico Exterior. También hay servicio de transporte interno y foráneo, una gasolinera, estación de bomberos y casetas de vigilancia. En su interior se localiza una terminal del Sistema de Transporte Colectivo Metro y cotidianamente recibe un gran número de personas para presenciar eventos académicos, culturales, sociales y deportivos, (Guía Universitaria, 1994).

Por otro lado, la alta concentración de población flotante de estudiantes, maestros, investigadores, personal administrativo y de servicios, originan, entre otros, el problema de los desechos sólidos que es del orden de 35 toneladas diarias. Dejar de recolectar la basura por más de tres días representaría un grave problema.

### **3.4 Importancia social de la universidad como precursora de programas ambientales**

La Universidad Nacional Autónoma de México es una institución que tiene un significado especial y un papel muy importante para la sociedad mexicana. Es su “Máxima Casa de Estudios”; vale decir, la instancia depositaria del saber por antonomasia y como tal, la sociedad mexicana tiene acerca de ella, de las dependencias y miembros que la forman, ciertas ideas, imágenes y representaciones sociales. La UNAM simboliza, entre otras, la posibilidad de que —al acceder a ella— se pueda cambiar y progresar, de volverse alguien especial y mejor. La UNAM representa la movilidad social, es la imagen de una institución que, al pertenecer a ella, da una naturaleza especial y posibilidades de futuros mejores.<sup>7</sup>

Ocupa un destacado lugar en la educación superior en el país. En sus espacios académicos se forman los recursos humanos y se generan los conocimientos que la

<sup>7</sup> <http://www.unidad094.upn.mx/revista/43/imagensimbol.htm>

comprometen con la realidad del país, con los problemas que la aquejan, con sus aspiraciones y manifestaciones sociales, así como con la búsqueda de soluciones.

Diversas dependencias de la UNAM, desde hace muchos años, se ocupan de temas ambientales, de su estudio, enseñanza e investigación, en cada caso, desde la perspectiva de su especialidad. Este trabajo ha sido independiente, con la vinculación natural entre escuelas, facultades, centros, institutos y dependencias académico administrativas, pero sin una estrategia conjunta que permita crear sinergias y obtener mayores resultados

El 15 de noviembre de 1991, el Rector José Saruhkán acordó la fundación del Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA), entre cuyos objetivos se encuentran: vincular las dependencias de la UNAM ocupadas de las Ciencias Ambientales; organizar y promover actividades de docencia, investigación y difusión en este campo, así como representar a la UNAM en foros nacionales e internacionales, aglutinar a los expertos en el área para proporcionar asesoría interna y externa, y coordinar las acciones académicas y académico administrativas necesarias para la elaboración de un proyecto universitario de postgrado en estas ciencias. Representa un esfuerzo para apoyar y auxiliar a las personas preocupadas y ocupadas de problemas del medio ambiente desde distintas áreas (PUMA, 1995).

Como estrategia de apoyo, se creó la Comisión de Control Ecológico del Campus que en 1993 se inscribió dentro del PUMA. Su objetivo central es lograr un manejo ambientalmente adecuado en sus diversas instalaciones.

Durante aproximadamente un año se trabajó en identificar la problemática ambiental dentro de la UNAM y plantear sus soluciones. Uno de los programas en donde se iniciaron actividades fue el de Manejo de Residuos Sólidos.<sup>8</sup>

El objetivo principal de este programa es la reducción de la producción de basura al separarla en fracciones que puedan ser reusadas. Para ello, se busca que todos los que generan residuos o basura comprendan que sus principales componentes provienen de de la naturaleza y que, por tanto, al aumentarse la producción de basura por un estilo de vida consumista, los recursos naturales no podrán cubrir la demanda de materiales para producir plásticos, empaques, botellas de vidrio, papel y cartón, latas metálicas y otros materiales.

---

<sup>8</sup> Actualmente, en 2007 y a partir de la Ley de Residuos Sólidos para el D.F. que entró en vigor en el 2004, la UNAM, y en especial el PUMA con el comité conformado para ello, han redoblado esfuerzos para dar cumplimiento a la ley a través de la promoción de la separación en orgánicos e inorgánicos. El anexo 6 describe la situación actual de este programa.

### **3.5 Manejo de residuos sólidos en Ciudad Universitaria**

A medida que la población estudiantil de CU se ha incrementado desde 1954, la generación y recolección de los residuos sólidos dentro y fuera de sus instalaciones ha aumentado tanto en volumen como en el número de sus componentes

Se cuenta con un sistema de recolección y almacenamiento de basura que consiste en: campanas y tambos en áreas verdes y andadores; artesas o áreas de concentración de basura generada en traspacios de edificios principales y una flotilla de camiones recolectores. Este sistema muestra serias limitaciones, ya que si bien no existen datos exactos que avalen esta aseveración, es suficiente con observar la acumulación de basura en áreas verdes y alrededor de las artesas y depósitos, así como la proliferación de fauna nociva asociada a estos sitios. Además de significar un problema estético, ambiental y de salud, también constituye un problema de imagen, ya que la universidad siempre ha sido un ejemplo a seguir para la sociedad.

Según un estudio realizado por el Dr. Humberto Bravo (1982) del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, en CU diariamente se generaban 20,013 kg de basura, pero sólo 11,968 kg se recogían. Esto mostraba una diferencia de 8,045 kg diarios de basura de los cuales la basura pepenada para reutilizarse equivale al 30%; un posible error de pesaje corresponde al 10% y 60% no es recolectado. Del total generado, 12% es papel comercializable, 32% son desechos orgánicos, 13% son desechos combustibles (papel sanitario, todo el papel que no se recicla, envases de tetrapack, madera, textiles, desechos orgánicos de laboratorio) y 43% son desechos incombustibles (vidrio, latas, desechos químicos de laboratorio, desechos de construcción, tierra, papel metálico).

Bravo (1982) también aporta el cálculo de producción de basura por estudiante en CU que es de 0.215 kg/día y realiza una proyección de la cantidad de basura que se producirá en 1990. Calcula que la población estudiantil será de 110,000 y que generará 0.349 kg diarios, lo que provocará una producción de basura diaria de 38,390 kg. Esta cantidad de basura generada diariamente exige mejorar el sistema de recolección y almacenamiento temporal, así como las formas de disposición final más adecuadas que permitan reducir riesgos y costos.

Para la disposición final de los residuos, la UNAM llevó a cabo a partir de 1982, la construcción de una planta incineradora de basura con una capacidad de 28 toneladas por turno de ocho horas de operación, iniciándose el arranque de dicha planta en el mes

de marzo de 1984. Después de algún tiempo de operación de la planta se hizo un análisis donde se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 1) El proceso de incineración debe ser precedido de un sistema eficiente de separación de subproductos, ya que esto además de representar una recuperación parcial de los costos de disposición de los desechos, permite eliminar materiales que han ocasionado problemas operativos.
- 2) Los costos de incineración resultan aproximadamente tres veces mayores que los de procesamiento de los residuos sólidos en rellenos sanitarios (Mercado y Jongitud, 1984).

Como parte de las actividades de la Comisión de Control Ecológico del Campus se inició el programa de Manejo de Residuos Sólidos. Este proyecto pretende lograr que la población universitaria colabore con la separación de los residuos antes de que se conviertan en basura. Para iniciar estas acciones se adquirieron y distribuyeron botes de basura en las dependencias que forman la “Zona Piloto” (Circuito Interior de CU), y se estableció un procedimiento para la separación y recolección de los residuos separados (PUMA, 1994).

Se tienen en operación camionetas que pasan a recoger las fracciones de residuos separados en lugares estratégicos dentro de la zona piloto. Se ha evaluado y cuantificado este proyecto con el fin de mejorarlo y ampliarlo a otras zonas.

Cabe mencionar que ya se realiza la recolección por separado de los residuos de jardinería, los cuales, anteriormente, eran manejados como basura. En la etapa inicial de este proyecto, estos residuos se han convertido en materia prima para la planta de composta (PUMA, 1994)<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup>La planta de composta se encuentra en operación y está a cargo de la Dirección de Conservación de la UNAM. Se maneja el dato de que se produce suficiente composta para cubrir los requerimientos de abono de Ciudad Universitaria.

## IV. METODOLOGIA

### 4.1 Investigación documental

Para encontrar información referente al manejo integral de residuos sólidos, su caracterización, los problemas ambientales asociados a su manejo, así como las alternativas que se proponen para un adecuado manejo, se revisó material actualizado nacional y extranjero. Se hizo una búsqueda bibliográfica sobre el manejo integral de residuos sólidos en la Biblioteca Central, en la Biblioteca Nacional, en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias y en la Biblioteca del Instituto de Ingeniería, todas ellas en CU. En la Biblioteca del Instituto de Ingeniería fue donde más información se encontró. No se encontraron libros que propiamente aborden el tema, excepto el de Tchobanoglous *et al* (1993). Sólo en algunos libros de ingeniería ambiental se menciona el tema sin demasiada profundidad. También se localizó el manual sobre el reciclaje de la basura de Alfonso del Val, (1993), que contiene aspectos técnicos y sugerencias educativas que resultaron muy útiles. Se solicitaron algunos materiales a la EPA (Environmental Protection Agency) de Estados Unidos que es donde más han publicado. De éstos destaca la guía para tomadores de decisiones para el manejo de residuos sólidos que concentra información técnica y consejos interesantes para su manejo. El Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA) realizó un evento académico sobre el reciclaje de residuos sólidos con invitados expertos y del cual surgió una publicación muy interesante de la cual se retomaron varios artículos (Hernández y González, 1997).

Este material tiene un valor especial ya que hace referencia a información actualizada de México. Se buscaron tesis que pudieran estar relacionadas con el tema pero no se encontró ninguna relacionada con la selección y reciclaje de residuos sólidos municipales.<sup>1</sup> Concerniente a otro tipo de documentos, los materiales más accesibles son folletos y trípticos producidos por distintas instancias nacionales y extranjeras, pero abordan más los consejos prácticos dirigidos al público en general que un análisis y propuestas integrales. También se revisaron revistas de divulgación científica como *Ciencia y Desarrollo* y *Ciencias* donde se encontraron referencias interesantes y sintetizadas al respecto.

---

<sup>1</sup> Actualmente, 2007, la información disponible sobre residuos sólidos tanto para el DF como para el país en general ha aumentado. Esto debido al impulso para que surgiera primero la Ley de Residuos Sólidos para el DF y después la Ley General de Residuos Sólidos (nacional). En los últimos años ya que se ha convertido en un tema relevante.

Para obtener información sobre la generación y manejo de residuos en el D.F. se solicitó directamente en la Dirección Ejecutiva de Manejo de Desechos de la Dirección General de Servicios Urbanos del Departamento del Distrito Federal.<sup>2</sup> Para antecedentes sobre diagnósticos de residuos en CU se entrevistó al Dr. Humberto Bravo, del Instituto de Ciencias de la Atmósfera quien proporcionó los resultados de su investigación y algunos materiales adicionales. Asimismo, en la Dirección General de Obras de la UNAM, se recopilaron algunos informes sobre generación y recolección de residuos en diferentes edificios y circuitos de CU.

La información obtenida puso de manifiesto la necesidad de profundizar en el conocimiento del sistema de manejo de basura en Ciudad Universitaria para poderlo caracterizar, tanto su forma de manejo, como en tipo y cantidad de basura.

#### **4.2 Recorridos de reconocimiento**

Para conocer la forma de manejo de los residuos sólidos municipales se hicieron algunas actividades preliminares como recorridos de reconocimiento y charlas con personal responsable de su manejo, lo que permitió tener una primera impresión del manejo de los residuos y que ayudó a tener mayor información para diseñar las actividades siguientes. Para realizar los recorridos se acompañó a los camiones encargados de recoger la basura dentro de CU mientras seguían sus rutas comunes. Se tomó nota de las situaciones observadas y se tomaron algunas fotos. Se entrevistó a personal de la Dirección General de Obras (responsables de la recolección), así como a personal de intendencia. Se detectaron, cualitativamente, algunos puntos problema. Asimismo se realizó una descripción general de cómo se maneja la basura en CU. Como producto de estos recorridos se generó un informe (González *et al*, 1994) que se entregó a las autoridades correspondientes para justificar la realización de este estudio. Datos relevantes obtenidos durante esta primera fase de investigación se incluyen en los resultados.

Durante estos recorridos y entrevistas se detectaron dos formas de manejo de la basura:

- Recolección de la basura toda revuelta
- Proyecto piloto de recolección de basura por separado.

---

<sup>2</sup> La información de país es manejada por el Instituto Nacional de Ecología, y la del DF se ha conjuntado en el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos del DF y puede consultarse en las páginas de la Secretaría de Medio Ambiente del GDF [www.sma.df.gob.mx](http://www.sma.df.gob.mx) y en la Procuraduría Ambiental de Protección al Ambiente [www.paot.org.mx](http://www.paot.org.mx).

Después de recorridos y observaciones, se compararon ambas formas de recolección entre sí y con la información bibliográfica desde los puntos de vista ambiental, económico y técnico y se detectaron muchas deficiencias. Por ello, tomando como base la información obtenida sobre la propuesta de manejo integral de residuos se hicieron algunas recomendaciones para eficientar el uso de equipo, de personal y de tiempo. Como la información se basaba en datos cualitativos, se decidió hacer una caracterización y cuantificación de los residuos.

#### ***4.3 Elaboración y obtención de planos de rutas***

Para delimitar y visualizar el universo de estudio a partir del manejo actual de los residuos en CU, con la información obtenida a partir de los recorridos se elaboraron planos de las rutas que los camiones siguen comúnmente para recolectar la basura. Estos planos se utilizaron como base para diseñar la caracterización de la basura, los sitios, los horarios y el número de personas necesarios para llevar a cabo esta actividad. Los planos finales se presentan en los resultados.

#### ***4.4 Diseño de la caracterización***

Para obtener los datos que permitieran caracterizar el sistema de manejo se consiguió el apoyo del personal de la Dirección General de Obras de la UNAM y se utilizó la información obtenida en los recorridos preliminares.

Se organizó la información bibliográfica y se elaboró la estrategia a seguir para la caracterización de los residuos sólidos que se generan en Ciudad Universitaria y que se recogen en ambas rutas de recolección identificadas. En función de esta estrategia se diseñaron las fichas de registro de datos y tablas para recuperar la información que se reporta como parte de los resultados (Anexo 1).

#### ***4.5 Muestreo directo***

El muestreo directo se refiere a la obtención directa de muestras para conocer la cantidad y composición de los residuos que se generan en Ciudad Universitaria.

Se decidió tomar toda la basura recolectada como la muestra a evaluar, tanto para la cantidad como para la composición. Para poder identificar cantidades y composición específica para cada sitio de recolección, se tomaron muestras directas en cada una de las artesas que forman parte de las rutas de recolección. Así, se obtuvieron datos por artesa sobre la cantidad de basura y datos cualitativos de su composición.

Estos datos se tomaron durante la semana del 4 al 8 de julio de 1994, fecha cercana al periodo vacacional. Aún cuando se encuentran cercanas las vacaciones estudiantiles y hay una reducción en el número de alumnos<sup>3</sup>, todo el personal administrativo mantiene sus actividades normales. En este momento hubo un apoyo coyuntural para el muestreo y se aprovecharon las facilidades logísticas por considerar que la fecha seleccionada no constituía un factor determinante que pudiera desacreditar los datos obtenidos.

Se consideró que por tratarse únicamente de un muestreo representativo, una semana de toma de muestras era suficiente para mostrar variaciones a lo largo de la semana, incluyendo aquellas asociadas al fin de semana.

#### **4.6 Grupo de trabajo**

Para dar continuidad y tomar simultáneamente las muestras en todos los puntos de CU, así como para lograr separar todos los residuos generados diariamente en ese mismo día con el propósito de evitar acumulaciones, descomposición, malos olores y atracción de fauna no deseable, se consideró necesario conformar un grupo de trabajo que apoyara las actividades de cuantificación, separación y clasificación de residuos. Por ello, se solicitó apoyo al PUMA quien aportó recursos para la contratación de personal específicamente para esta actividad, así como el apoyo con personal del PUMA del área de educación ambiental. También se pidió la colaboración del personal de la Dirección General de Obras (DGO), choferes de camiones y recolectores de las distintas rutas. El personal que participó y las funciones que realizaron fueron las siguientes:

---

<sup>3</sup> Dejan de asistir los alumnos que no se van a exámenes finales.

**Tabla 4.1 Personal de apoyo en la elaboración del diagnóstico de residuos en CU**

<b>Personal</b>	<b>Función</b>
4 Cuantificadores de <i>tambos</i>	Encargados de cuantificar el número de <i>tambos</i> que se generan diariamente en cada una de las artesas que les corresponda de acuerdo a la ruta de recolección asignada. Del número de <i>tambos</i> se calcula el peso generado.
10 Separadores de residuos	Encargados de separar los residuos en las fracciones acordadas.
2 pesadores	Encargados de pesar los distintos residuos separados y de registrar sus pesos en una tabla.
1 profesional de la separación	Encargado de asesorar la identificación de residuos susceptibles de comercializarse.
2 Supervisores de las actividades	Encargados de supervisar las actividades de cuantificación en artesas así como de separación y caracterización de residuos.
1 Autoridad responsable	Encargada de realizar las gestiones para recibir el apoyo y los permisos por parte de la DGO, la gestión de recursos para el personal contratado, así como el aval para la formalización de la actividad.

Para garantizar que se siguieran los mismos métodos de cuantificación, separación, caracterización y pesaje de los residuos, todo el equipo recibió capacitación en estos rubros para poder encargarse de cualquier función en caso de requerirse.

Como responsable de esta actividad, la que escribe este documento participó en cada una de las actividades en los distintos días tanto en la fase previa al diagnóstico, como durante el diagnóstico. Asimismo fue la encargada de diseñar la metodología de trabajo y de impartir la capacitación para homogeneizar criterios de elaboración del diagnóstico.

#### **4.7 Cuantificación de basura generada en Ciudad Universitaria**

Para determinar la cantidad de basura que se genera en CU se consideró la forma de trabajo rutinaria del personal encargado de la recolecta y limpieza de artesas que plean la basura en *tambos* metálicos de 200 litros que posteriormente son vaciados en el camión. Se cuantificó el número de *tambos* requerido para vaciar y limpiar cada una de las artesas. El peso promedio del contenido de los *tambos* se estimó en 30 kg. Esta estimación se hizo al pesar aleatoriamente *tambos* de diferentes artesas, con distintos contenidos y sacando un promedio. El número de *tambos* contados se multiplicó por el peso para obtener un peso aproximado de la cantidad de basura recolectada.

Se cuantificaron tambos en 88 artesas de CU, correspondientes a rutas dentro de la zona escolar, durante una semana. Para registrar estos datos se elaboraron tablas en donde se incluyó una columna para registrar cualitativamente el tipo dominante de basura.

#### **4.8 Clasificación de la basura generada en Ciudad Universitaria**

Una vez que se cuantificaron los tambos por artesa y que se cargaron en los camiones recolectores, toda esta basura fue llevada al ex-incinerador de CU -usado como centro de acopio o unidad de transferencia- para que ahí se separara la basura en sus distintos componentes. Este sitio fue seleccionado para la separación porque se encuentra aislado de la zona escolar, tiene un área grande techada y cuenta con servicios mínimos como sanitarios, agua y un lugar para guardar el equipo y cambiarse de ropa.

El criterio más importante utilizado para la separación fue la identificación y selección de aquellos residuos que en el momento de su recolección fueran fácilmente recuperables y susceptibles de tener otro destino final. Para ello, durante toda la semana de trabajo, el grupo de trabajo descrito anteriormente, equipado con overoles, guantes, botas, cubrebocas, palas y bieldos, inició la separación de los componentes. Para cualquier duda durante la realización de la separación, se contó con la asesoría de un experto en el ramo de la comercialización de residuos.

Los residuos que se separaron fueron **papel, cartón, hierro, aluminio, plástico, vidrio y todo lo demás**<sup>4</sup>. Para reconocer estos residuos y homogenizar criterios, las personas participantes pasaron por una capacitación previa a cargo del experto anteriormente mencionado. Se decidió que la separación no fuera exhaustiva al interior de un tipo de material, por ejemplo, clasificar en todos los tipos de plásticos, porque se consideró que en especial este residuo no sería fácilmente recuperable en los distintos espacios universitarios.

---

<sup>4</sup>Papel: Todo tipo de papel, de color, blanco, satinado, impreso, en hojas, en rollo, en envolturas, que sea reciclable. Cartón: incluye todos los materiales de cartón, con pintura o sin ella, como cajas, envolturas, folders. Hierro: material de latas, trastes y algunos residuos de la construcción. Aluminio: latas de refresco. Plástico: envases de bebidas, envolturas y bolsas de plástico, todo mezclado sin importar tipo ni color. Vidrio: envases de todos tipos y colores. Todo lo demás: todos aquellos residuos que quedan después de seleccionar los anteriores, incluyendo tierra, residuos orgánicos, residuos de la construcción, y algunos que por su tamaño, por estar contaminados con otro producto o por deterioro, sea muy difícil de recuperar.

Estos residuos se colocaron en bolsas y al final de cada día se pesaron en una báscula electrónica para llevar un control de las cantidades diarias en kilogramos que se generaron. Estos datos fueron registrados en tablas.

Cada día, después de haber terminado la separación y cuantificación de la basura, los camiones de la Dirección General de Obras, cargaban nuevamente la basura para transportarla hasta la estación de transferencia de Coyoacán. Las labores se iniciaron diariamente a las 6:00 horas para terminar, en promedio, a las 18:00 horas.

#### **4.9 Análisis de datos**

Se obtuvo la cantidad aproximada de basura que se genera diariamente en CU. De igual forma, se sabe cuales son los principales componentes de esta basura y en qué porcentaje. Además, los datos que se obtuvieron de la cuantificación y caracterización de los residuos se ordenaron de acuerdo con intervalos de generación para obtener cuáles son las dependencias en CU que generan más basura. Para ello se establecieron cinco intervalos considerando la dependencia que menos genera y la que más genera. Los tres intervalos de mayor generación son los que se tomaron como mayores generadores. De igual forma, su composición se utilizó como base para, a partir de otros referentes, encontrar alternativas de acuerdo a opciones documentadas.

## V. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se identificaron dos tipos de manejo diferenciados entre los residuos que no se separan y los que sí. Los resultados se presentan de esta forma.

### 5.1 *Manejo de residuos que no se separan*

- Por las características de CU, la basura se genera en áreas interiores o en exteriores. Para el caso de interiores, que comprende, áreas de oficinas, aulas, laboratorios, auditorios, baños, gimnasios, bodegas, etc. se utilizan botes de escritorio, cajas, botes en los baños, botes en pasillos y escaleras. Para los exteriores, independientemente de si son áreas verdes, andadores o estacionamientos, se localizan botes denominados de “campana” que son metálicos, de color azul marino y amarillo los cuales al no tener tapa, permiten que la basura se moje cuando llueve. Para que el agua de lluvia se drene, por abajo no están cerrados sino que tienen una rejilla que además deja el acceso libre a roedores.
- La basura que se genera en el interior de los edificios, es recogida por el personal de intendencia que vacía los botes en bolsas o cajas y a su vez éstas se depositan en las artesas<sup>1</sup>.
- La recolección de basura de las campanas del circuito escolar<sup>2</sup> de CU, se lleva a cabo por aproximadamente 35 personas<sup>3</sup>. Esta basura se lleva a las artesas o a otros sitios acordados con los camiones recolectores.
- Las campanas que se ubican sobre las vialidades se vacían directamente por el personal del camión recolector.
- Se detectó que muchas de las campanas se encuentran llenas con basura doméstica (identificada como aquella que se encuentra en bolsas de supermercado), sobre todo las que se ubican en vialidades y estacionamientos.
- En las artesas se encuentran algunos tambos que ayudan al vaciado de éstas, las cuales se vacían con palas. Se llenan los tambos, se cargan y su contenido se deposita en los camiones. Las cosas voluminosas se avientan con las manos. El

---

<sup>1</sup> Las artesas son sitios de acumulación temporal de basura que se describen más adelante.

<sup>2</sup> El circuito escolar es la parte “antigua” de la Ciudad Universitaria.

<sup>3</sup> Datos proporcionados por el Ing. Mario Suazo de la DGO en 1994.

tiempo invertido para vaciar una artesa varía dependiendo de la cantidad de basura y de si existen o no tambos. Aproximadamente se lleva cabo en 30 minutos.

- Cuando el cartón está en buenas condiciones, se apila y almacena por separado en el antiguo incinerador. En éste se almacena y sale en diversas fracciones por separado.
- Hay campanas que no se vacían rutinariamente, lo cual se reconoce porque pasan varios días llenas y con basura dispersa a su alrededor. No son siempre las mismas, van variando y al parecer tiene que ver con un camión descompuesto o con horarios recortados por alguna razón sindical.
- Los residuos de jardinería son colocados en contenedores metálicos, de color verde. Estos se ubican cerca de áreas verdes, en los sitios donde se generan la mayoría de éstos para su fácil recolección. Un camión llega hasta el contendor y con una grúa mecánica lo levanta y se lo lleva. Este material es llevado al vivero bajo, donde se hacen pruebas para realizar composta. La idea es que este material posteriormente sea llevado a la planta de composta que se piensa instalar en CU<sup>4</sup>.
- El principal problema en estos contenedores es que no sólo se encuentran residuos de jardinería, sino que hay en ellos gran cantidad de basura doméstica y de otros residuos que se generan en CU. Esto complica que se pueda mantener por separado y se pueda utilizar para la composta.

El equipo con que se cuenta para la recolección en CU es: <sup>5</sup>

- Cinco camiones, 2 de volteo y 3 de cilindro. Los camiones son viejos (modelos 75-82) y se encuentran en muy mal estado. Es frecuente que éstos se descompongan y cuando esto sucede es necesario esperar a que otro camión termine su ruta. Los camiones de cilindro tienen una capacidad de 6-7 toneladas. <sup>6</sup>
- En cada camión van 4 hombres: 3 peones y un chofer.
- En las artesas puede haber o no tambos donde se deposita la basura. Así que casi siempre llevan un tambo en el camión para ayudarse a la recolección.

---

<sup>4</sup> En 2007, la planta de composta se encuentra en operación y procesa la suficiente composta para cubrir los requerimientos de abono de CU

<sup>5</sup> Los datos obtenidos de este estudio ayudaron a establecer criterios de sustitución del equipo actual para modernizarlo y tratar de optimizarlo.

<sup>6</sup> Esta situación ya cambió. La descripción del equipo que se utiliza actualmente, 2007, se encuentra en el Anexo 4 y fue obtenido de la información disponible por parte del Programa Universitario de Medio Ambiente de la UNAM.



Foto 5.1 Camión recolector de

La recolección se hace por varias rutas con las siguientes características:

- Según un plano de la subdirección de obras de la Dirección General de Obras (1994), hay 5 rutas para recolectar la basura que pasan por todas las artesas que existen en CU. Según los operadores de los camiones, estas rutas no se respetan tal cual están en el plano, sino que se adecuan a tiempos y cantidades de basura generadas en cada una.
- La recolección se hace de las 6:00 a las 12:00 horas aproximadamente y los camiones sólo hacen un recorrido por día, excepto los que recogen en la Tienda UNAM, que pueden hacer dos viajes por día.
- No existe una ruta que cubra la Reserva Ecológica. En esta zona se tira mucha basura doméstica procedente de las zonas habitacionales aledañas. Esta basura sólo se recoge cuando es muy evidente. Por ello en esta zona se organizan anualmente campañas de colecta de basura con alumnos de diferentes planteles universitarios.
- En CU existen personas que seleccionan de la basura residuos valiosos, sobre todo cartón, papel y latas de aluminio. Se estima que existen 15 familias que viven de la basura de CU.
- El personal que recoge la basura no utiliza equipo de protección como guantes, cubrebocas, overol, botas, gorra, etc. excepto en ocasiones especiales.
- Algunos de los trabajadores incluso viajan en el interior de los camiones junto con la basura.

- Frecuentemente se observaron montones de escombros de construcción junto a las artesas y éstos, junto con residuos de jardinería, empiezan a amontonarse y generan zonas de acumulación de residuos.
- Después de recogida la basura se transporta al antiguo incinerador<sup>7</sup>, donde la basura de los volteos se pasa a los cilindros, ya que está prohibido transportar basura en vehículos abiertos, una vez que éstos descargaron en la unidad de transferencia del Estadio Azteca<sup>8</sup>. Donde se transborda la basura a camiones más grandes que van al tiradero Bordo Poniente, en la zona del Lago de Texcoco.

### ***Descripción de los diferentes botes y contenedores que se utilizan para la recolección.***

**Botes interiores:** Dentro de los edificios se usan botes de basura donde se mezcla la basura y se vacían todos los días. Existen algunas variaciones en tamaño, uso y colocación de éstos dependiendo del tipo de edificio de que se trata. Por ejemplo, en las facultades los botes de basura se ubican en pasillos. Es raro encontrar botes dentro de los salones de clase. En cambio, en las oficinas, casi por cada escritorio se puede encontrar un bote de basura. La ventaja que estos botes representan para los usuarios es que siempre hay uno al alcance de la mano. Es frecuente observar que se utilizan cajas de cartón.

Los principales usuarios de estos botes son estudiantes y administrativos. En estos botes los residuos de papel forman la fracción más grande. Incluso en algunas oficinas, por iniciativa propia, ya recolectan por separado el papel y cartón usados y los mismos trabajadores lo venden en centros de acopio comerciales.

**Botes exteriores (campanas):** Estos botes se pueden encontrar en todos los pasillos, andadores, calles, plazas y jardines de CU, son rectangulares, metálicos y amarillos. Siguen el principio de columpio: están fijos a una base por medio de una suspensión giratoria que permite vaciarlos fácilmente. No tienen tapa por lo que en época de lluvias la basura se moja, lo que acelera la fermentación en los botes, produciendo mal olor y aumentando el peso del material depositado. Por la parte de abajo tienen una malla

---

<sup>7</sup> En 1980 funcionaba un incinerador para quemar la basura de CU, pero por los problemas de contaminación atmosférica que se presentan en la ciudad y por las deficiencias técnicas de éste, fue cerrado.

<sup>8</sup> El reglamento de limpia del Distrito Federal prohíbe que se transporte basura en vehículos abiertos, por lo que no se lleva en los camiones de volteo. La UNAM no paga ninguna cuota por vaciar sus camiones en la unidad de transferencia.

ancha que aunque evita que se inunden al permitir su desagüe, también permite el acceso a roedores que los visitan en busca de alimento.

Se observó durante los recorridos, que estos botes se vacían irregularmente, algunos diariamente, pero otros duran más de una semana llenos y con la basura dispersa a su alrededor.

Los botes exteriores prácticamente son usados por todas las personas que asisten a CU. Con frecuencia en los pasillos y sitios exteriores, los botes están llenos y rodeados con basura excedente, mientras que algunos más aislados, se usan sólo de vez en cuando por estudiantes, administrativos, visitantes y predominantemente por oportunistas y concesionarios que los usan como si fueran artesas, esto es, que acuden a los botes para tirar su basura (en general embolsada) provocando que se llenen muy rápidamente. Por ejemplo, los botes en la zona del Estadio Olímpico o en la zona de la estación de metro "CU" son frecuentemente utilizados por la gente de zonas aledañas para tirar su basura ya que es muy fácil acceder a ellos en coche. Se puede decir que no hay una fracción representativa de residuos en estos botes.

**Artesas:** Las artesas son sitios de acumulación temporal de basura, construidos con piedra volcánica en la que los residuos de los contenedores interiores (botes, campanas, cajas, etc.) se vacían. También son usados directamente por algunos generadores de basura (las personas llevan sus residuos directo a las artesas). Existen 96 artesas que, por lo general, se vacían una vez al día.<sup>9</sup>

Cualquier persona tiene acceso a las artesas ya que como los camiones deben recoger la basura directamente en ellas, se ubican en sitios abiertos. Esto las convierte en una cómoda posibilidad para que los oportunistas tiren allí sus residuos domésticos, especialmente durante los fines de semana. Los perros vagabundos pueden buscar residuos comestibles, y en ese caso dispersan la basura alrededor de la artesa. Además, hay una gran cantidad de roedores que se alimentan de la basura. Si llueve fuerte, la falta de un techo permite el lavado de la basura, formándose lixiviados que salen hacia el suelo. Por otra parte, es frecuente la presencia de insectos como moscas alrededor de estos sitios.

### **Uso de los botes y contenedores de basura**

En las artesas se pueden encontrar todos los tipos de basura. La porción de basura orgánica (propriadamente residuos de comida) por lo general es relativamente pequeña,

---

<sup>9</sup> Con el nuevo equipamiento en CU estos datos han cambiado. Las condiciones actuales se presentan en el Anexo 4.

porque esta fracción es usada de otro modo. Se pueden encontrar incluso algunos residuos considerados biológico infecciosos, como en las artesas que reciben los residuos generados por las facultades de medicina y odontología (guantes, jeringas, gasas, cubrebocas, objetos punzocortantes) o de la facultad de veterinaria (estiércol). Este material puede estar contaminado con patógenos, lo que representa un riesgo para los trabajadores de la recolección. No se pudo registrar ningún accidente asociado con estos materiales.

Es importante mencionar que dentro de CU existe una forma de separación previa de la basura que se lleva a cabo por los pepenadores, personas que bajo diversas circunstancias acuden a botes y artesas a recuperar materiales que pueden reutilizar o vender, sobre todo papel, cartón y metales.

Bajo este esquema de recolección, en CU las artesas son el "segundo receptor" absoluto. Prácticamente son los últimos sitios de la cadena de recolección a los cuales el generador de basura tiene acceso. Aquí se inicia la recolección de basura por el personal universitario responsable de esta actividad.

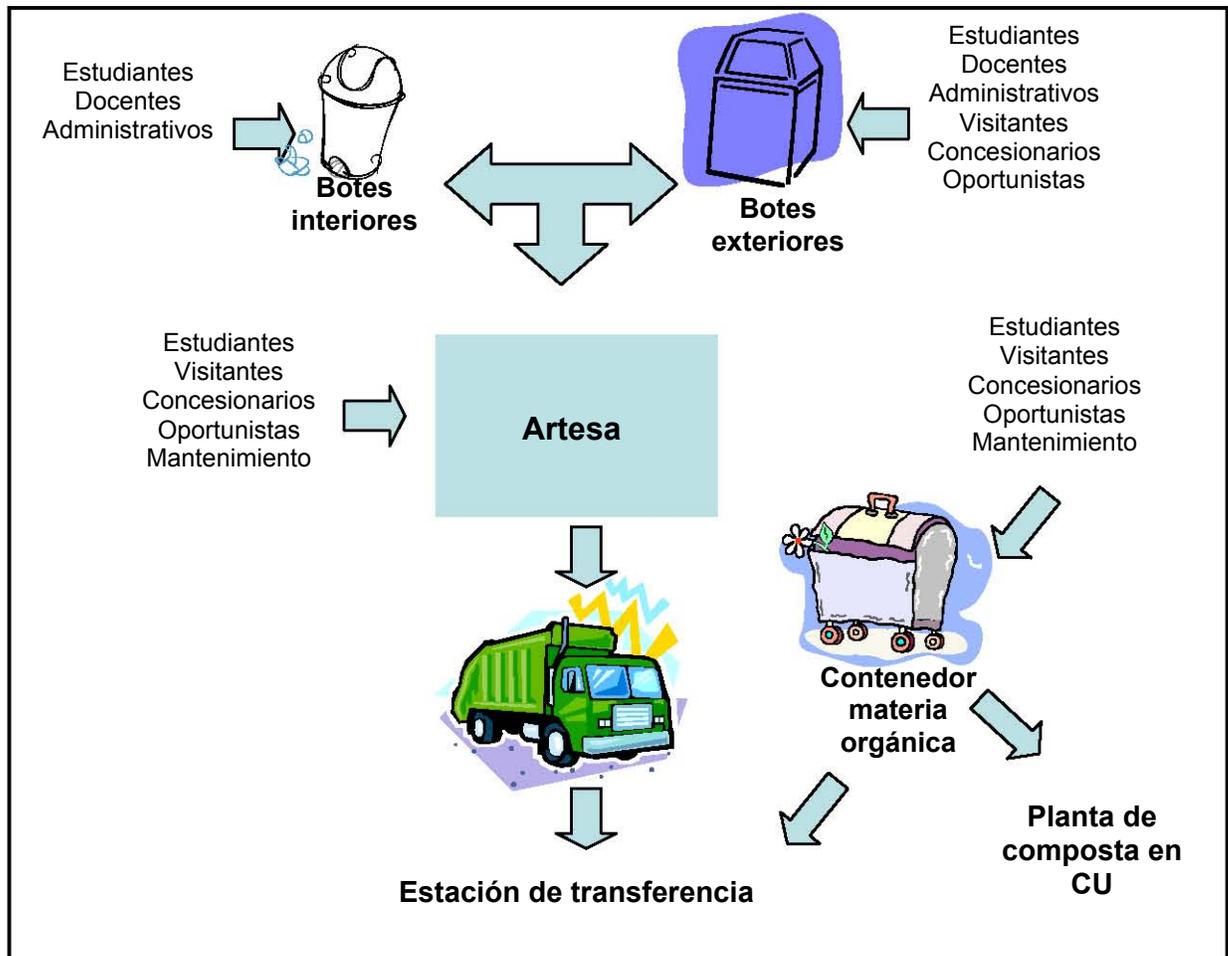
En cuanto a los **generadores** de basura se puede decir lo siguiente:

Se detectaron 6 tipos principales de generadores: Cada uno de ellos productor de residuos característicos, con formas y frecuencias de eliminación diferentes. Estos son: estudiantes, administrativos, visitantes, oportunistas, concesionarios y personal de mantenimiento (Figura 5.1).

**Estudiantes:** A Ciudad Universitaria asisten diariamente aproximadamente 90 mil estudiantes. Si se considera que por lo general los estudiantes no están en la universidad todo el día, sino que sólo acuden a sus clases, puede decirse que la cantidad de basura que generan individualmente no es significativa. Sin embargo, su alta contribución en la generación se entiende al multiplicarla por el número de alumnos.

La fracción orgánica que este grupo genera directamente es relativamente pequeña, ya que la mayor parte de los estudiantes que consumen alimentos en la UNAM, lo hacen en el comedor o en los puestos concesionados, con alimentos ya preparados, y los residuos casi siempre son envolturas. La proporción de residuos de papel y cartón se limita únicamente a las áreas de cómputo o fotocopiado, donde comúnmente se desperdicia papel, ya que durante clases y descansos no se desecha gran cantidad de papel. Otros

residuos como plástico, vidrio, latas, son los que más generan, ya que son productos que adquieren en cafeterías, concesiones, o que traen de sus casas.



**Figura 5.1 Generadores y receptores de basura en Ciudad Universitaria**

**Profesores o docentes** de tiempo completo tienen una participación en la generación parecida a la de los estudiantes, excepto porque comen menos en los puestos concesionados y pueden ser mayores generadores de papel al realizar sus actividades académicas.

**Administrativos:** Los administrativos de CU son, después de los estudiantes, los segundos grandes generadores. Todas las dependencias de la UNAM cuentan con un grupo de administrativos que contribuyen de manera permanente con un porcentaje de los residuos que se generan. Se encuentran casi todo el día en CU, y el residuo que más generan es el papel, ya que durante el desempeño de sus actividades es su principal

materia prima. También contribuyen con latas, platos, vasos envolturas y empaques. Al pasar un mayor número de horas al día en las oficinas, producen, en proporción, más residuos que los estudiantes. En las oficinas se genera mucho cartón porque la mayoría de sus insumos vienen empacados con este material.

**Visitantes:** Ciudad Universitaria, por ser una de las pocas áreas verdes que aún quedan dentro de la ciudad de México, y por su importante actividad cultural, recibe una gran cantidad de visitantes tanto entre semana, como los fines de semana. Muchos de los visitantes son familias de escasos recursos que acuden a realizar "días de campo", generando gran cantidad de basura.

Proporcionalmente, los visitantes representan el grupo más pequeño de generadores dentro de la UNAM. Sin embargo, pueden detectarse zonas en las que son los protagonistas de la producción de basura, por ejemplo, en los circuitos exteriores de CU. El tipo de basura que producen no tiene predominancia de ningún residuo, la mayoría son envases o empaques alimenticios y residuos de comida.

Los visitantes llevan mascotas a pasear a CU y no se responsabilizan de sus heces fecales, las cuales quedan en las áreas jardinadas, las que provocan riesgos a la población universitaria.

**Oportunistas:** Se le llama oportunistas a la gente que trae la basura de su casa a CU y la deposita, sobre todo, en los botes amarillos (campanas o tambos) que están en los circuitos exteriores, sobre las avenidas o directamente en las artesas. En ocasiones estos botes deben vaciarse hasta en dos ocasiones al día. Algunos trabajadores universitarios también llevan su basura doméstica a CU, y puede distinguirse porque esta basura la depositan en los botes cercanos a los estacionamientos. El aporte de basura de los oportunistas es especialmente evidente después de los fines de semana, ya que éstos botes aparecen llenos con más de un 80% de basura doméstica. Se identifica porque se deposita en bolsas de tiendas de autoservicio o bolsas especiales para basura doméstica.

La composición de estos residuos corresponde a la típica de residuos domésticos, esto es, aproximadamente 40% de residuos orgánicos, 20% de papel y cartón, 8% plásticos, 12% vidrios y 20% otros. También pueden contener residuos domésticos peligrosos, como baterías, pinturas y medicinas.

**Concesionarios:** Junto con los comedores universitarios y las cafeterías de cada facultad, producen la mayoría de los residuos orgánicos, sobre todo, restos de comida y cáscara de frutas y legumbres. Además, son los responsables de la producción de gran cantidad de residuos de plástico y de latas (material de envases) al expendir productos

con envases desechables. La mayoría de los concesionarios no tiene ningún control ni responsabilidad por la basura que se genera de los productos que venden.

**Mantenimiento:** En CU abundan las áreas verdes y existe una gran cantidad de edificios. Todos ellos requieren de mantenimiento. Periódicamente se corta el pasto, se podan árboles y se recortan arbustos, de lo que se genera gran cantidad de materia orgánica (residuos de jardinería). Este material se deposita en contenedores metálicos verdes que posteriormente se llevan a hacer composta. Lamentablemente, al no existir un control ni información precisa, en estos botes también se depositan otros tipos de basura, lo que impide su óptimo aprovechamiento. Además, algunos trabajadores llevan sus residuos de jardinería a las artesas.

En cuanto al mantenimiento de los edificios, se genera una gran cantidad de cascajo, botes de pintura, escombros, etc. La mayoría de las veces este material queda tirado en las calles, andadores o junto a las artesas durante mucho tiempo. Cuando llegan a recogerlo generalmente se tira en las barrancas de CU y/o rellenan algunos camellones.

### **La recolección**

Los intendentes son los encargados de la recolección de basura dentro de los edificios, así como de la limpieza de salones, oficinas, baños y pasillos. En el caso del papel que se ha separado en algunas dependencias, las mismas personas que inician esa separación, lo recolectan, apilan y almacenan.

No se utiliza equipo especial aunque en ocasiones es necesario. Se usan bolsas de plástico, botes de plástico más grandes que los de escritorio o cajas de cartón donde se vacían los botes y contenedores de los pasillos y salones. Posteriormente se vacían en las artesas. Este vaciado se puede llevar a cabo durante la tarde o la mañana ya que existen dos turnos de intendencia, aunque depende de la cantidad de basura que se recoja.

Para describir la recolección de basura en el campus de CU, deben distinguirse dos formas que se utilizan, una para el vaciado de los botes amarillos (campanas) y otro para el vaciado de las artesas, ya que presentan diferencias significativas.

**Vaciado de Botes exteriores (campanas):** Los responsables del vaciado de estos botes son trabajadores de la Subdirección de Obras. Conforme a la información proporcionada por la subdirección de obras, hay 35 personas que vacían los botes diariamente.

Los trabajadores tienen un carro o carretilla modificada, en la que vacían el contenido de varios botes. Así disminuyen el número de viajes a la artesa que les corresponde para descargar los residuos o hacia algún sitio que ya se haya acordado en que el camión puede recogerlos directamente. Se pudo observar que algunos botes están llenos y además tienen mucha basura alrededor. Esto se debe a que algunos botes se vacían irregularmente y por lo tanto acumulan más basura de lo normal. Por otro lado, en cuanto al vaciado de los botes, es difícil vaciarlos totalmente sólo con voltearlos. De la mitad del bote hacia abajo deben ser vaciados con palas, escobas o con la mano. Esto se complica cuando la basura está mojada y se adhiere al fondo.

**Vaciado de Artesas:** El personal de la subdirección de obras es el responsable del vaciado de las artesas y de la recolección de la basura. Para el vaciado de una artesa, los trabajadores normalmente invierten entre media hora y una hora. En algunas artesas donde hay un exceso de basura, se pueden llevar hasta 3 o 4 horas en vaciarla. Cuando esto sucede, no completan su recorrido normal. Durante vacaciones, la cantidad de basura aparentemente disminuye, por lo que el tiempo requerido para la recolección también es menor.

Hay 5 rutas para la recolección de basura, que pasan por todas las artesas de CU. No existe una ruta de recolección para la "zona de reserva ecológica", a pesar de que allí, como ya se mencionó, hay mucha basura doméstica arrojada por los coches que pasan por las avenidas. Para recolectar esta basura, se tienen que hacer programas extraordinarios de recolección. Entre ellos, se organizan brigadas de estudiantes del bachillerato y universitarios que participan en la limpieza de la zona. Normalmente los camiones hacen un solo recorrido por día. Si se descompone uno o hay demasiada basura (como sucede a veces en las tiendas de la UNAM) es posible que los trabajadores tengan que vaciar su camión y volverlo a cargar, al menos dos veces.

Con frecuencia se deposita cascajo al lado de las artesas y no se recoge durante las rutinas de limpieza. Cuando estos residuos permanecen un tiempo en estos lugares, también se acumula basura mezclada sobre ellos, provocando un tiradero de basura alrededor de las artesas. Para eliminar estos residuos, la subdirección de obras renta camiones que llevan este material. Por lo general, estos residuos deberían ser eliminados por las mismas compañías de construcción, pero no existen métodos de control que garanticen que lo hagan.

### **Transporte, transferencia y destino final**

Los desechos sólidos que se recolectan en CU a través de la vía descrita, llegan al centro de acopio (ex-incinerador). Allí se vacían los dos camiones de volteo y distribuyen la basura a los tres camiones de cilindro (se vuelven a cargar con palas y tambos). Esto se hace debido a que sólo vehículos cerrados pueden salir con basura.

Los cartones que fueron conservados y separados, se almacenan en el centro de acopio y se venden. Las ganancias son para los recolectores y trabajadores de los camiones.

Los camiones de cilindro van con su carga a la estación de transferencia de la delegación Coyoacán, ubicada cerca del Estadio Azteca. Sólo pueden ir antes de las 6 a.m. o después de las 5 p.m., ya que es el acuerdo que existe para recibir a los camiones de la UNAM. En la estación de transferencia el camión se vacía a camiones del DDF, tipo trailer, con cajas más grandes, los cuales, junto con basura de otros camiones, van directamente al tiradero Bordo Poniente, en la zona del ex-lago de Texcoco. Es importante mencionar que la transferencia de basura de los camiones de la UNAM a los del DDF, hasta el momento no tiene costo alguno.

**TABLA 5.1. Generadores y residuos que producen en Ciudad Universitaria**

<b>QUIÉNES GENERAN</b>	<b>QUÉ GENERAN</b> <b>Tipo de residuo</b>	<b>EN DÓNDE LO GENERAN</b>
Estudiantes Profesores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• residuos sanitarios</li> <li>• residuos peligrosos</li> <li>• envolturas y empaques</li> <li>• residuos de comida</li> <li>• papel y cartón</li> <li>• vasos y platos desechables, de plástico y de unicel, servilletas</li> <li>• residuos biológico infecciosos</li> </ul>	Facultades, Institutos, Centros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• baños</li> <li>• pasillos</li> <li>• salones</li> <li>• laboratorios</li> </ul> Áreas comunes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• áreas verdes</li> <li>• áreas deportivas</li> <li>• andadores</li> <li>• estacionamientos</li> </ul>
Administrativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• residuos sanitarios</li> <li>• envolturas y empaques</li> <li>• residuos de comida</li> <li>• papel y cartón</li> <li>• vasos y platos desechables, de plástico y de unicel, servilletas</li> </ul>	Facultades, Institutos, Centros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• baños</li> <li>• pasillos</li> </ul> Áreas comunes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• andadores</li> <li>• estacionamientos</li> </ul> Edificios administrativos
Visitantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• envolturas y empaques</li> <li>• residuos de comida</li> <li>• vasos y platos desechables, de plástico y de unicel, servilletas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• áreas verdes</li> <li>• andadores</li> <li>• estacionamientos</li> <li>• calles</li> <li>• áreas deportivas</li> <li>• áreas culturales</li> </ul>
Oportunistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bolsas de basura doméstica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• calles</li> <li>• andadores</li> <li>• estacionamientos</li> </ul>
Concesionarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• residuos de comida</li> <li>• envolturas y empaques</li> <li>• cajas de cartón</li> <li>• vasos, platos, servilletas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• en los puestos de comida y tiendas</li> </ul>
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• residuos de jardinería</li> <li>• cascajo</li> <li>• residuos peligrosos</li> <li>• solventes, pinturas</li> <li>• metales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• áreas verdes</li> <li>• estacionamientos</li> <li>• junto a las artesas</li> <li>• calles</li> </ul>

El origen de la basura y su eliminación por el generador es información determinante que establece las bases para buscar y analizar nuevas estrategias de manejo dentro de CU, tales como la separación y el reciclaje.

Es muy importante destacar las diferencias significativas de materiales generados que existen entre generadores ya que incluso podrían proponerse planes de manejo distintos por zona dentro de CU basados en estas diferencias. De ahí puede deducirse por ejemplo:

1. Los estudiantes y empleados de CU son los principales productores de basura.
2. No se tiene suficiente influencia sobre algunos generadores, por lo que deben buscarse medidas coercitivas en algunos casos, y en otros negociaciones con las instancias correspondientes.
3. Si se quiere resolver el problema del residuo papel, debe dirigirse un programa a administrativos, alumnos y profesores principalmente. Una vez identificado el público meta se debe definir el tipo de programa educativo a iniciar para estimular la participación de los involucrados en los programas propuestos.
4. Las personas involucradas en el mantenimiento necesitarían una capacitación diferenciada para manejar de manera especial los residuos de jardinería y el cascajo.
5. Si desea recuperarse vidrio, la tabla 5.1 puede ser útil para saber en qué sitios debe separarse y a quién se debe dirigir para que participe en su recuperación.

## 5.2 El manejo de la basura separada (residuos sólidos)

El manejo de la basura separada es un proyecto piloto iniciado en enero de 1994 y ubicado únicamente en el circuito interior de CU. En esta primera fase se probó separar papel, cartón, plástico, metales, materia orgánica, vidrio, madera, latas y *todo lo demás*. Para ello se instalaron contenedores plásticos de color gris, apilables en pasillos e interiores de edificios de este circuito (Foto 5.2).

La intención es la disminución de la basura que llega a un sitio de disposición final y la sensibilización de los estudiantes respecto a la importancia de reciclar materiales para maximizar la utilización de recursos naturales evitando mayor extracción de materias primas.



Foto 5.2 Contenedores de residuos

Como botes de separación se eligieron pequeños contenedores de plástico, con una abertura en la parte delantera que evita que al estar apilados varios contenedores, éstos queden totalmente cerrados.

- Se propuso una separación en 10 fracciones que por el número de contenedores, en la mayoría de dependencias se dispusieron en dos pilas: 1) papel blanco, 2) papel mezclado, 3) periódico, 4) papel computadora, 5) cartones, 6) vidrio, 7) metal, 8) plástico, 9) materia orgánica y 10) todo lo demás.
- Los contenedores se marcaron con etiquetas, donde se designan las fracciones con ejemplos típicos.
- La selección de los sitios donde fueron ubicados se realizó por los responsables de la separación de basura en cada edificio.
- Los contenedores se ubican en diferentes lugares dentro de las facultades. En ocasiones se encuentran asegurados por una barra.
- En varios sitios se encontraron de 20 a 30 contenedores apilados y almacenados en sitios donde no se les daba ningún uso.
- Los contenedores que han sido usados adecuadamente, una vez llenos se vacían en bolsas de plástico transparente y se etiquetan.

- El vaciado de contenedores lo realizan las personas de intendencia de cada dependencia, comprometidas para ello.
- Si los contenedores no se utilizaron bien, esto es, la basura no está correctamente separada, el contenido de todos ellos se vacía en una sola bolsa y se lleva a las artesas con el resto de la basura.
- Una vez que la bolsa con residuos separados se llena, se guarda en un sitio dentro de la dependencia y se espera a que el personal de recolección de este programa pase por ella al sitio acordado.
- No se observaron en el circuito carteles o alguna otra difusión que orientara a la gente respecto al proyecto o que hablara sobre la importancia de su participación, ni alguna otra información para que supieran como deben colaborar y se motivaran a ello.

**TABLA 5.2. Características de los contenedores propuestos para la recuperación de materiales en el proyecto piloto.**

FAVORABLES	DESFAVORABLES
Su colocación, uno sobre otro, requiere menos espacio	El depósito inferior no se usa por ser incómodo
Es fácil agregar nuevos contenedores si se aumenta el número de fracciones separadas	Son demasiadas separaciones y muchas de ellas no queda claro a que se refieren
Son resistentes	En el contenedor superior se revuelve toda la basura
Fáciles de lavar	Al ponerles bolsas se cierra el acceso al contenedor
Son económicos	No son estéticos

Para que la separación funcione, es necesario que se organice la recolección correspondiente. En CU se vacían los residuos de los contenedores en bolsas de plástico transparente. Éstas se rotulan de manera análoga a los contenedores y se almacenan, en sitios dispuestos para ello, hasta su colecta.

En la mayoría de las dependencias que participan en el proyecto piloto, no se recogieron bolsas con basura separada. Hubo únicamente residuos separados en las Facultades de Medicina y en Investigaciones Biomédicas. Según los trabajadores del camión de recolección de basura separada, estas dos dependencias y la Facultad de Química, hasta ahora son las únicas en las cuales el programa de separación ha tenido resultados. Al hacer un recorrido por estas dependencias y preguntar a algunas personas sobre por qué creían que ahí funcionaba mejor el programa, mencionaron que hubo algún tipo de

información, con carteles y oficios en donde se avisaba del programa a los trabajadores, alumnos y profesores.

Para recoger las bolsas con los residuos separados se implantó un sistema diferenciado del que recoge la basura no separada.

- La Dirección General de Obras destinó una camioneta de 3 1/2 toneladas, con tres personas para que recorrieran diariamente la zona piloto y recogieran las bolsas con residuos separados.
- Existen tres rutas diferentes aunque hasta el momento únicamente se recogen las bolsas de dos rutas que se ubican en la zona piloto. Los edificios de la tercera ruta no participan en la separación.
- Se establecieron horarios precisos para recolectar en cada edificio, ya que si se ponen las bolsas en las artesas, sin vigilancia, son robadas por los pepenadores o rotas por los perros y ratas. Por ello, las personas de la camioneta deben esperar 15 minutos en cada sitio de colecta acordado para que los responsables de cada edificio saquen sus residuos separados en ese momento.
- Se lleva un control de la cantidad de material que entrega cada dependencia.
- Las bolsas de residuos separados se llevan al ex-incinerador donde se almacenan para posteriormente ser vendidas.
- Durante el recorrido de observación, únicamente dos dependencias entregaron bolsas con residuos separados.
- Al preguntar a los encargados de la recolecta si observaban alguna variación significativa en la cantidad de basura que se recoge a través del sistema de recolección de basura no separada, se obtuvo una negativa.
- El material separado que se recoge se lo lleva la empresa Transpac, con la que se tiene un contrato a través de la Dirección General de Obras.

Al hacer un recorrido por el circuito, se puso de manifiesto que los contenedores no se están utilizando o los pocos que se usan son mal empleados, ya que la gente no sabe distinguir entre los distintos tipos de residuos. En ocasiones, si algunas personas realizan la separación correctamente, dos o tres personas que no lo hacen arruinan todo el proyecto.

En algunas dependencias se tienen más contenedores de los que se requieren, ya que en las áreas donde se colocan no se generan todos los tipos de residuos considerados. Esto genera una gran confusión entre los usuarios ya que incluso no reconocen algunos residuos aunque sean comunes. Para evitarse conflictos, prefieren depositar en el contenedor que quede más a la mano. En la mayoría de las facultades no se les da un uso adecuado a los contenedores.

El programa de separación de basura cuenta con un bajo apoyo educativo y con una disposición inadecuada de los contenedores, elementos que influyen negativamente en la disponibilidad de la comunidad universitaria para participar.

A pesar de los errores, se observa que el programa empieza a tener respuesta, especialmente en las dependencias donde se ha dedicado tiempo a su difusión. De ahí se desprende la necesidad de intensificar los mecanismos de difusión e información que promuevan e impulsen la participación y contribución a estos programas. Este proyecto piloto deja importantes aprendizajes en torno al tipo de separación (número de fracciones) y recolección que más conviene, así como a la identificación de mecanismos para difundir el programa y motivar a los universitarios a participar en él.

### **5.3 Composición y cantidad de residuos sólidos generados en CU**

- Del diagnóstico que se realizó para conocer aproximadamente qué cantidades y tipos de basura se generan en CU se obtuvieron las tablas 5.3–5.7 que muestran los valores obtenidos en cada artesa durante la semana del 4 al 8 de julio de 1994.

Después de cada tabla se incluyen los planos de Ciudad Universitaria en los que se marcan los sitios en donde se hizo cada recolección.

**TABLA 5.3 Recolección de basura en la ruta: Circuito Interior/Circuito Escolar.  
Camión de cilindro de 12m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994**

Artesa	Localización	Número de tambos Basura mezclada					Volumen recolectado (m <sup>3</sup> )					Volumen total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V		
1	Rectoría 1		36	15	11			7.2	3.0	2.2		12.4	predomina papel de oficina (a veces mojado), hay pepenadores
2	Facultad de Arquitectura		10	10	9	9		2.0	2.0	1.8	1.8	7.6	*
3	Facultad de Ingeniería	22	6		8		4.4	1.2		1.6		7.2	Latas de pintura con pintura, hojarasca alrededor mezclada con basura que no se recolecta
4	Facultad de Ingeniería/ Arquitectura	19	7.5	6	6	9	3.8	1.5	1.2	1.2	1.8	9.5	cascajo alrededor de la artesa, también hojarasca, cajas de cartón, papel
1-B	Rectoría 2	2.5	2	1	1		0.5	0.4	0.2	0.2		1.3	basura doméstica, hojarasca
5	Estacionamiento Filosofía		2		2			1.0		1.0		2.0	
5-B	Torre I de Humanidades (Filosofía y Letras)	23	21	22	24	17	4.6	4.2	4.4	4.8	3.4	21.4	basura orgánica (de comercios), cajas de cartón, pepenadores
6	Facultad de Derecho	12	7	5	3	3	2.4	1.4	1.0	0.6	0.6	6.0	un perro muerto, mucho papel, acceso difícil para los camiones
7	Facultad de Economía	13	10	11	6	8	2.6	2.0	2.2	1.2	1.6	9.6	mucha cáscara de fruta (también embolsada)
8	Gasolinera (Av. Universidad)	4.5		4	4	4	0.9		0.8	0.8	0.8	3.3	muchos botes de aceite y lubricantes, muebles y maquinarias
9	Dirección General de Personal				6	7				1.2	1.4	2.6	bolsas de aserrín
10	Facultad de Ciencias, Políticas y Sociales				10					2.0		2.0	predomina papel
												Σ 84.9 m <sup>3</sup>	

\*Ningún tipo de residuo predomina. En donde no hay datos ese día no se recogió la basura.

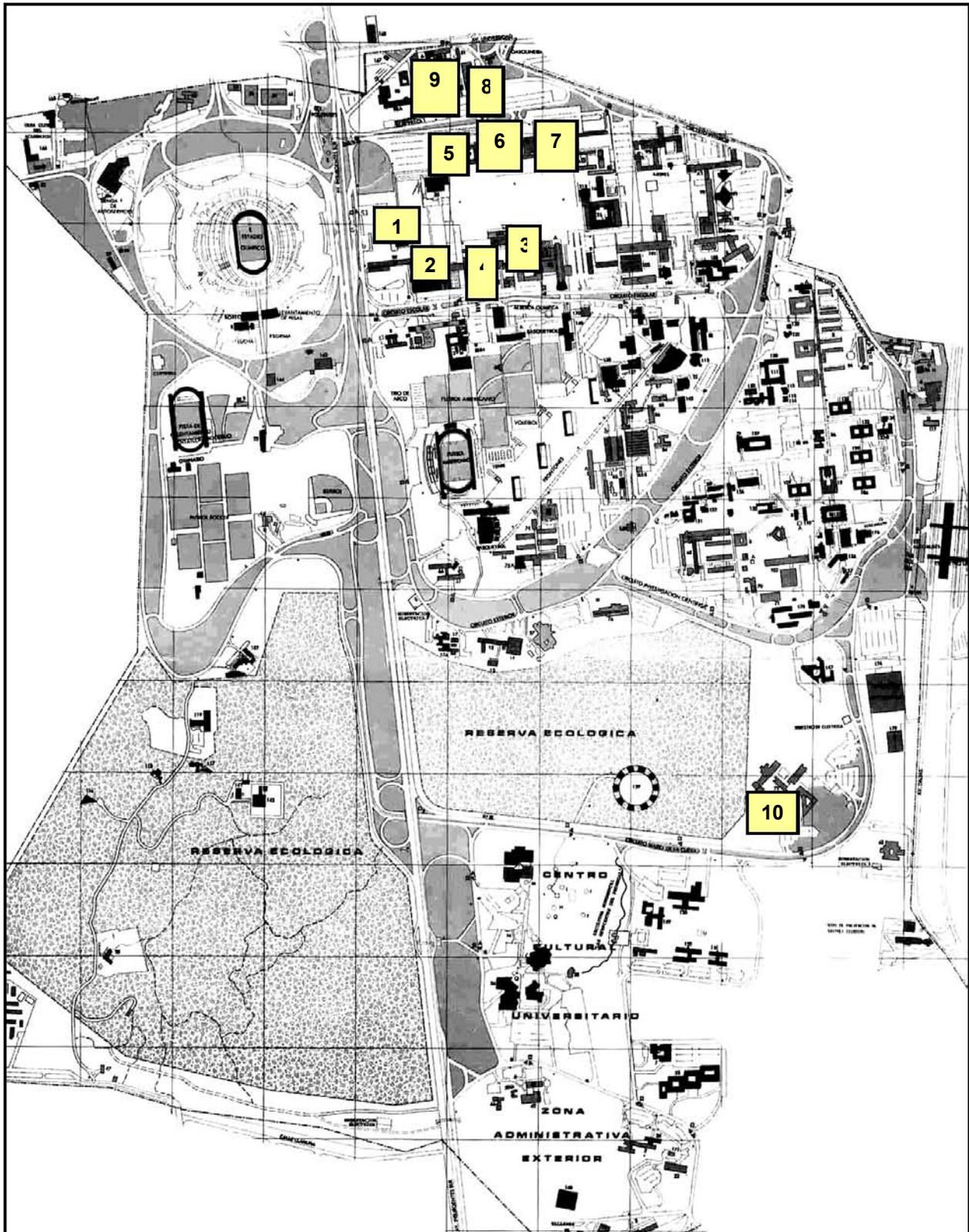


Figura 5.2 Ubicación de sitios de recolección en la ruta Circuito interior/Circuito escolar en Ciudad Universitaria.

**Tabla 5.4 Recolección de basura en la ruta: Estadio Olímpico/Reserva Ecológica  
Camión de Volteo de 6m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994**

Artesa	Localización	Número de tambos Basura mezclada					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	la mayoría es 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 muchas 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		1.0	0.2		1.6	basura doméstica, cáscara 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, cáscara 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	mucha basura doméstica
11	Gimnasio, junto al Estadio Olímpico		2	40	8			0.4	8.0	1.6		10.0	papel, envases de plástico, cáscara de naranja
12	Taller Conservación	2	8	9	12		0.4	1.6	1.8	2.4		6.2	*
13	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 jardinería
B	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 sólo para basura doméstica ( muchas veces dispersa alrededor)
												Σ 85.3	

\*Ningún tipo de residuo predomina. En donde no hay datos ese día no se recogió basura.

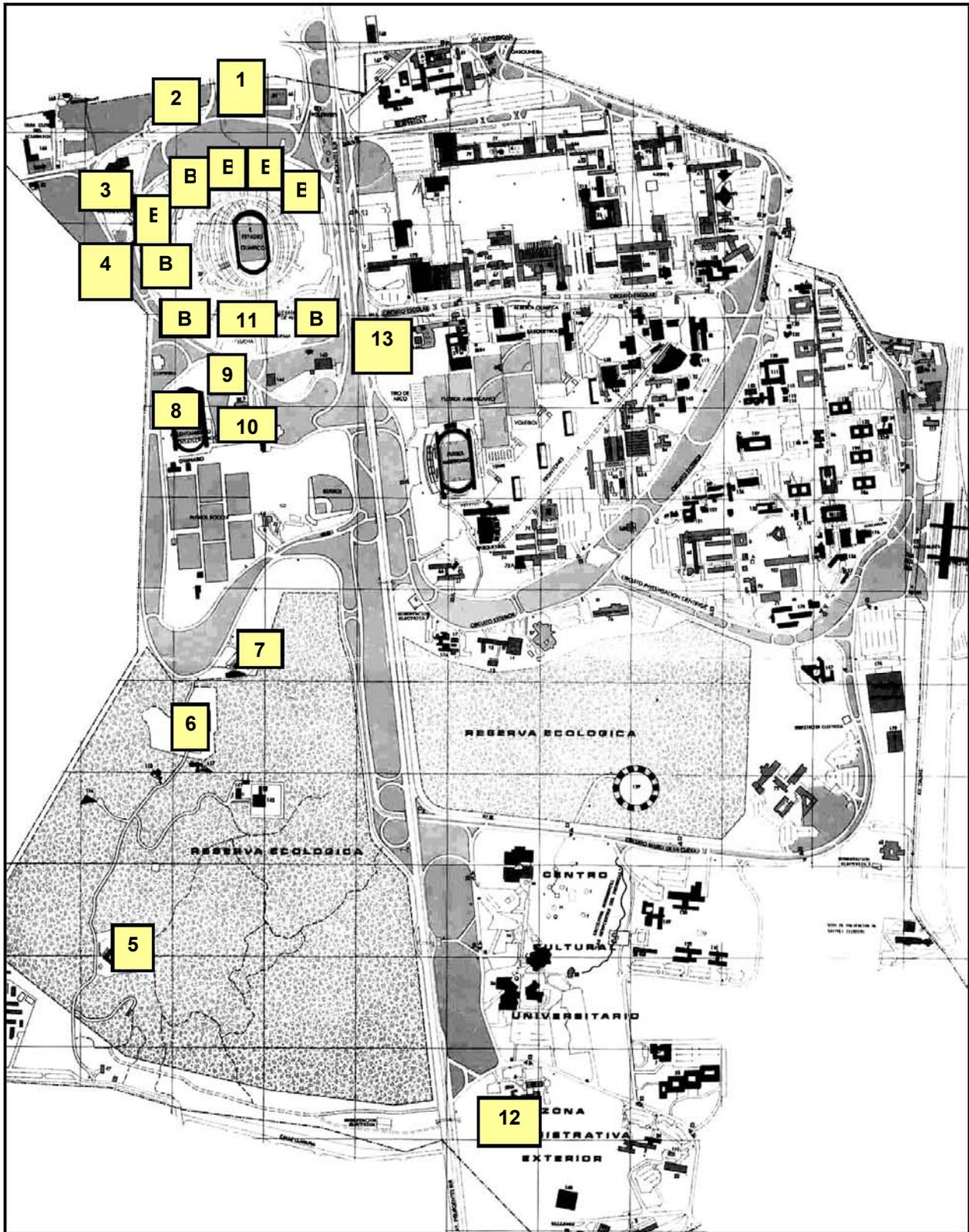


Figura 5.3 Ubicación de sitios de recolección en la ruta Estadio Olímpico/Reserva Ecológica en Ciudad Universitaria.

**TABLA 5.5 Recolección de basura en la ruta: Circuito Exterior de Ciudad Universitaria.  
Camión de volteo de 6m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994**

Artesa	Localización	Número de tambos Basura mezclada					Volumen recolectado (m <sup>3</sup> )					Volumen total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V		
1	Estacionamiento del Estadio de Prácticas	8	7	4	3	4	1.6	1.4	0.8	0.6	0.4	5.2	basura doméstica, envases de plástico
2	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,
3	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
4	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
5	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 domestica, carros bloqueando el acceso
6	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
7	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,
8	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,
9	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
10	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
11	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
12	Trabajo Social	9	9	8	7		1.8	1.8	1.6	1.4		6.6	papel blanco e higiénico, basura orgánica
13	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
14	Comedor de Ciencias	2	2	2	2	2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2.0	basura orgánica, cartones

- Las rutas seguidas por los camiones no corresponden fielmente con las descritas en el plano de la Dirección General de Obras. Con objeto de hacer más clara la localización de las artesas, se les asignó el nombre según su localización. En donde no hay datos ese día no se recogió basura.

**TABLA 5.5 Recolección de basura en la ruta: Circuito Exterior**  
**Camión de volteo de 6m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994**

(continuación de la página anterior)

15	Estacionamiento de Contaduría	9	6	6	4		1.8	1.2	1.2	0.8		5.0	basura orgánica, cartones, envases de plástico
16	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
17	Contaduría y Administración, junto al Circuito Exterior		10		6			2.0		1.2		3.2	papel blanco, envases de plástico, basura doméstica
18	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
19	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
20	Tienda 3	100	29		25		20.0	5.8		5.0		30.8	basura orgánica, madera, cartones, aserrín
21	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
22	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 146.0	

- Las rutas seguidas por los camiones no corresponden fielmente con las descritas en el plano de la Dirección General de Obras. Con objeto de hacer más clara la localización de las artesas, se les asignó el nombre según su localización. En donde no hay datos ese día no se recogió basura.

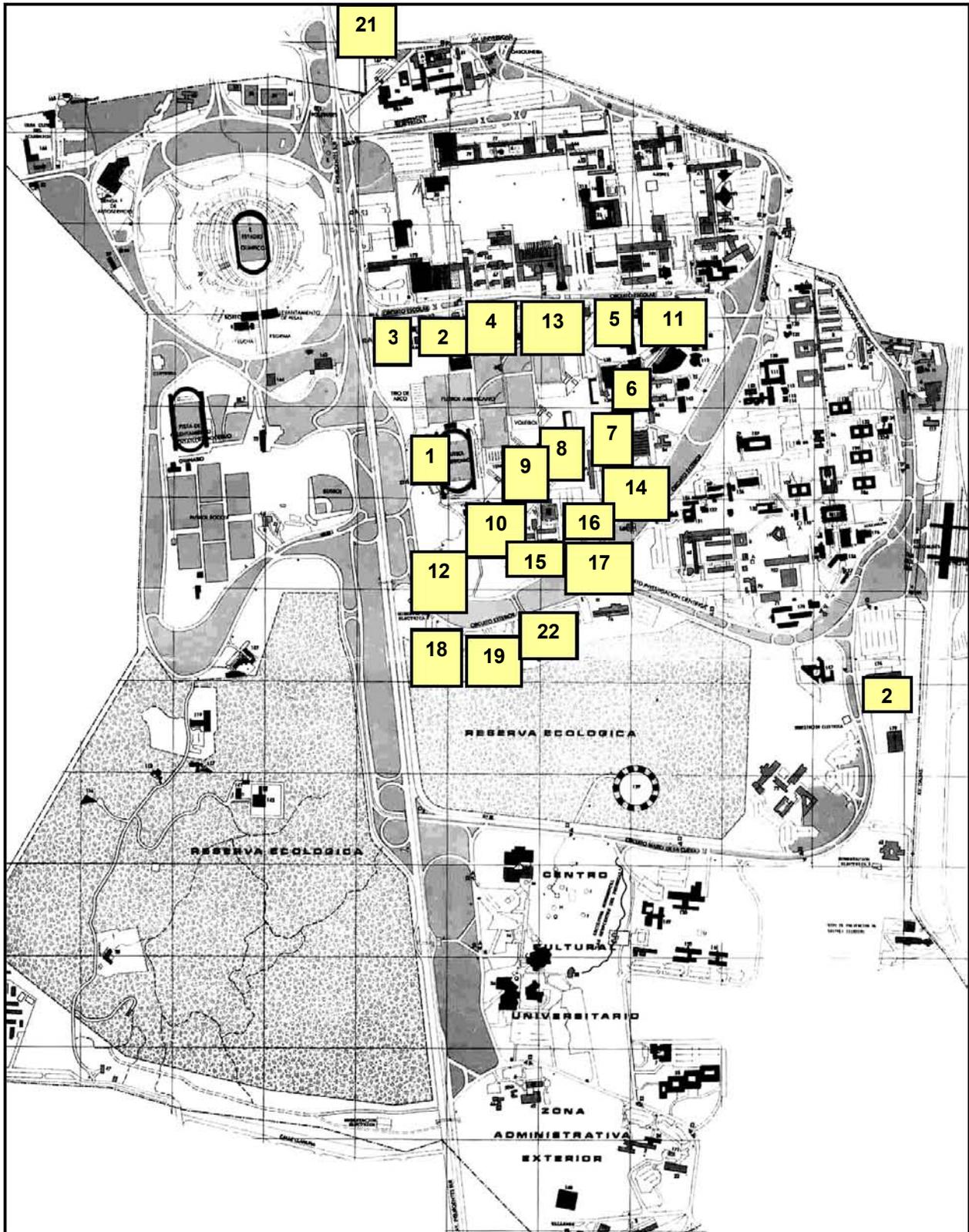


Figura 5.4 Ubicación de sitios de recolección de la ruta Circuito Exterior en Ciudad Universitaria.

**TABLA 5.6 Recolección de basura en la ruta: Circuito Interior. Ciudad Universitaria.  
Camión de Volteo de 6m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994.**

Artesa	Localización	Número de tambos Basura mezclada					Volumen recolectado (m <sup>3</sup> )					Volumen total (m <sup>3</sup> )	Observaciones
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V		
1	Facultad de Derecho Estacionamiento	21	5		5	7	4.2	1.0		1.0	1.4	7.6	basura afuera de los artesas
2	Facultad de Economía	2	19		15.5	15	0.4	3.8		3.1	3.0	10.3	basura doméstica, cartones
3	Rocas I enfrente Gasolinera	18	4	3	1		3.6	0.8	0.6	0.2		5.2	*
4	Rocas II, Estaciona- miento Economía	20	1	0.5	0.5		4.0	0.2	0.1	0.1		4.4	muchas bolsas de plástico (basura doméstica)
5	Subestación Eléctrica	24	6	3	9	4	4.8	1.2	0.6	1.8	0.8	9.2	artesa cerrada, bolsas con serrín, hojarasca
6	Medicina, Edificio de Investigaciones	29	10	3	9	8	5.8	2.0	0.6	1.8	1.6	11.8	mucho serrín, la basura afuera, basura doméstica
7	Medicina, Técnicas Quirúrgicas	13	6	3	7	6	2.6	1.2	0.6	1.4	1.2	7.0	serrín (8 tambos), cartones
8	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 (no se recogieron)
9	Centro de Investigaciones Ingeniería Genética			33	14	9			6.6	2.8	1.8	11.2	cajas de cartón, serrín
10	Medicina, Auditorio "Fernando Ocaranza"		29	1	3	3		5.8	0.2	0.6	0.6	7.2	basura doméstica, cartones (cafetería)
11	Odontología		72	5	3	6		14.4	1.0	0.6	1.2	17.2	basura doméstica (poca)
12	CELE			80	5				16.0	1.0		17.0	*
13	Diseño Industrial			116	3				23.2	0.6		23.8	*
												Σ 134.7	

\*Ningún tipo de residuo predomina. En donde no hay datos ese día no se recogió basura.

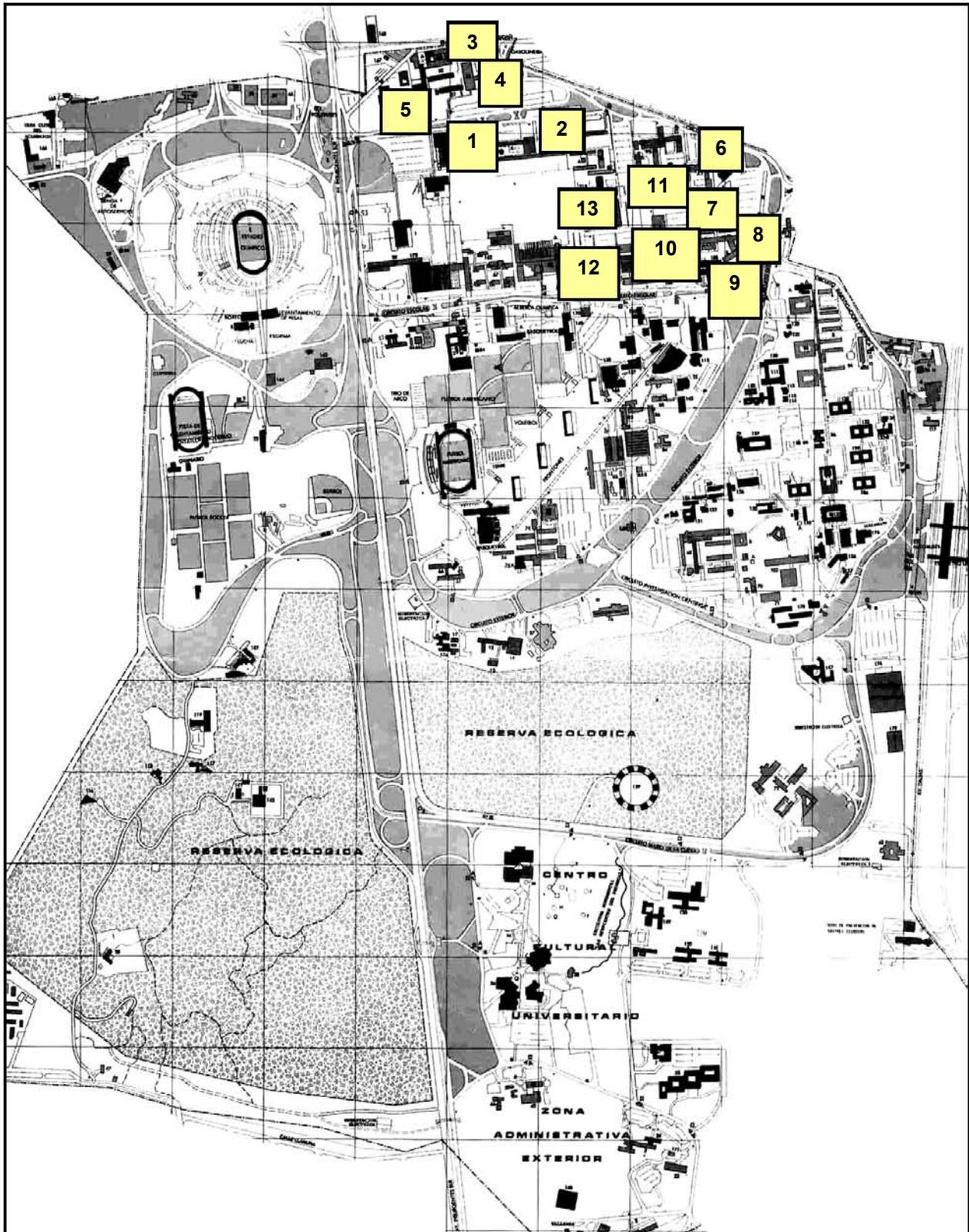


Figura 5.5 Ubicación de sitios de recolección de la ruta Circuito Interior en Ciudad Universitaria.

**TABLA 5.7 Recolección de basura en la ruta: Circuito de la Investigación Científica de Ciudad Universitaria. Camión de cilindro de 9m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994.**

Artesa	Localización	Número de tambos Basura mezclada					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 General de Publicaciones	28		57		57	5.6		11.4		11.4	28.4	mucho papel de oficina (aprox. 90%)
2	IIMAS, Vivero Bajo	14		13			2.8		2.6			5.4	muchos cartones
3	Estacionamiento, Biblioteca de Posgrado de Ingeniería	5					1.0					1.0	cartones
4	Anexo de Ingeniería	9			18		1.8			3.6		5.4	cascajo al lado, basura dispersa (difícil de recoger, muchos cartones que no se recolectaron)
5	División de Estudios de Posgrado e Investigación				23					4.6		4.6	cajas de cartón
6	Instituto de Ciencias Nucleares				9					1.8		1.8	*
7	Instituto de Materiales	2					0.4					0.4	*
8	Instituto de Astronomía, Taller de óptica	29					5.8					5.8	muchos cartones
9	CICH - Astronomía-	18					3.6					3.6	muchos cartones
10	Coordinación de la Investig. Cientif.	3			7		0.6			1.4		2.0	mucho papel, basura doméstica (5%)
11	Instituto de Biología, Bioterio	14			84		2.8			16.8		19.6	en general aserrín (de olor fuerte)
12	Inst. de Fisiología Celular junto al Circuito Exterior	15	2		5		3.0	0.4		1.0		4.4	basura doméstica

\*Ningún tipo de residuo predomina. En donde no hay datos ese día no se recogió basura.

**TABLA 5.7. Recolección de basura en la ruta: Circuito de la Investigación Científica de Ciudad Universitaria. Camión de cilindro de 9m<sup>3</sup> de volumen de carga. Semana del 4 al 8 de julio de 1994.**

(continúa de la página anterior)

13	Facultad de Veterinaria y Zootecnia	47	17				9.4	3.4				12.8	muchos cartones, cáscaras
14	Instituto de Geología		21					4.2				4.2	basura fuera de la artesa, cascajo, basura doméstica (10%)
15	Ciencias de la Atmósfera		10					2.0				2.0	basura doméstica (10%)
16	Instituto de Física		15					3.0				3.0	*
17	Facultad de Química Labor. de aparatos y C.N.		70					14.0				14.0	estuvo lleno (vacían un vez a la semana), mucho basura orgánica que ya había empezado su fermentación anaeróbica
18	Fac. Ciencias Invernadero			52					10.4			10.4	estuvo lleno, muy sucio, residuos de jardinería (mezclado con basura), muchos cartones (no se recolectaron)
19	Fac. Ciencias Laboratorio			13	7			2.6	1.4			4.0	basura dispersa alrededor (muchas bolsas), basura orgánica (hay concesionarios cerca)
20	Fac. Ciencias					10					2.0	2.0	*
21	Instituto de Investig. Antropológicas			26					5.2			5.2	*
22	Revisión de Estudios Prof., Posgrado y Dictámenes		13					2.6				2.6	basura doméstica (20%)
23	Centro de Desarrollo Infantil CU		12					2.4				2.4	puras bolsas (de separación y doméstica), mucha basura orgánica
24	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%)
25	Instituto de Investigaciones Filosóficas				10						2.0	2.0	puras cajas de cartón, hule espuma
26	2 botes exteriores pasillo Instituto de física		2.5					0.5				0.5	muchas bolsas de basura doméstica, ratas adentro
27	Facultad de Ciencias - Invernadero y Laboratorios			3					0.6			0.6	son 3 tambos para la basura, casi solo serrín de los animales con los que se hacen experimentos
												Σ 152.7	

\*Ningún tipo de residuo predomina. En donde no hay datos ese día no se recogió basura.

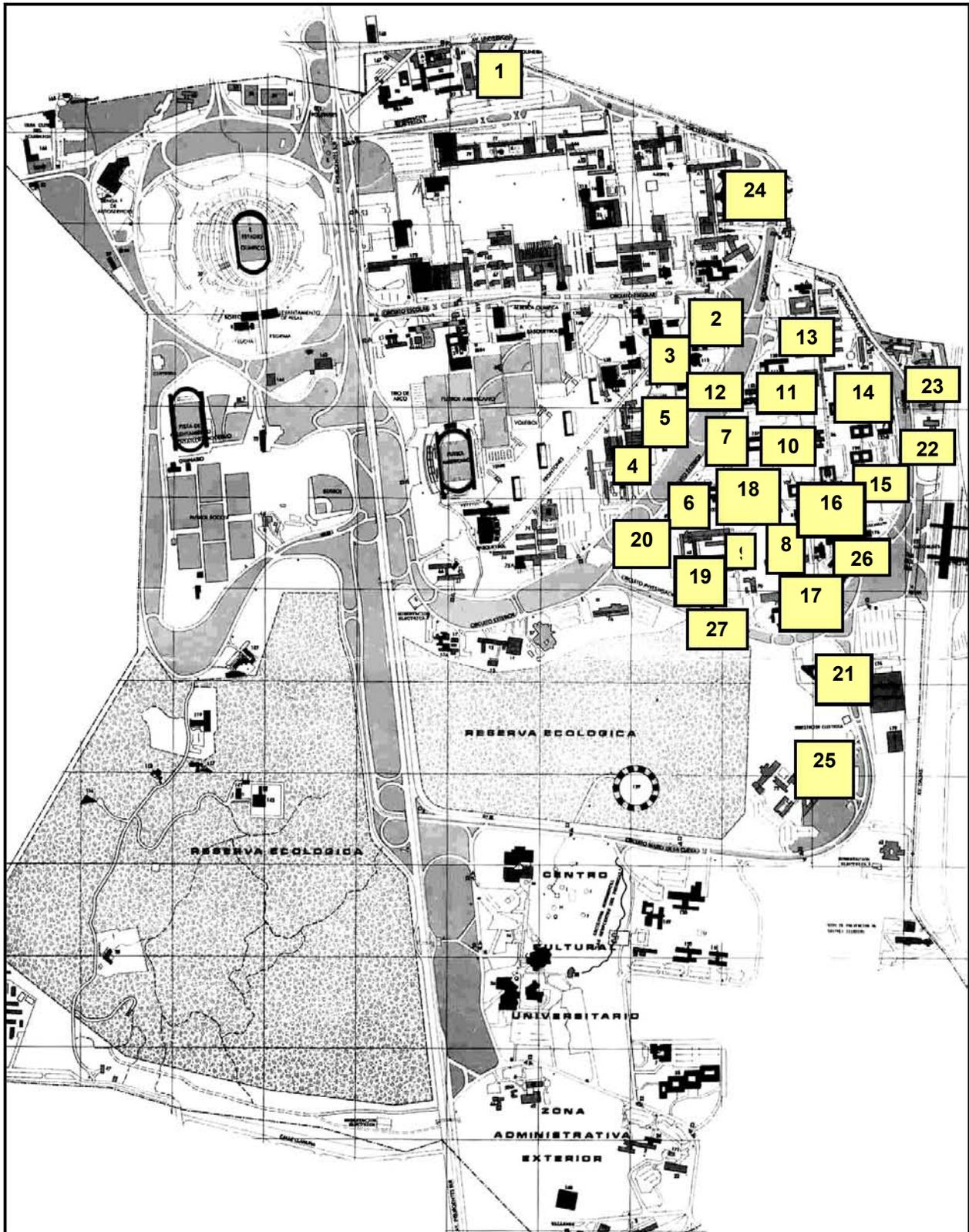


Figura 5.6 Ubicación de sitios de recolección de la ruta Circuito de la Investigación Científica en Ciudad Universitaria.

- Como se observa en la tabla 5.8 el volumen semanal de basura colectada en las 5 rutas indicadas es de 603.6 m<sup>3</sup> lo que equivale a 91.4 toneladas. Esto corresponde a un **promedio diario** de 121 m<sup>3</sup> o **18 toneladas**.

**Tabla. 5.8 Total de basura colectada en las diferentes rutas dentro de Ciudad Universitaria. Semana del 4 al 8 de julio de 1994.**

RUTAS	VOLUMEN COLECTADO (m <sup>3</sup> )	PESO (toneladas)
Estadio Olímpico/Reserva Ecológica	85.3	12.9
Circuito exterior	146	22.12
Circuito interior	134.7	20.40
Circuito escolar	84.9	12.86
Circuito de la investigación científica	152.7	23.13
<b>TOTAL</b>	<b>603.6</b>	<b>91.4</b>
<b>PROMEDIO DIARIO</b>	<b>120.72</b>	<b>18.29</b>

1 tonelada = 6.6 m<sup>3</sup>

- Se estima que esta cantidad corresponde al **75%** de toda la basura que llega a las artesas considerando un error del 10% en mediciones<sup>10</sup> más un 15% de la aportación que no fue medida de la Zona Cultural.
- Se calculan cantidades de generación diarias de aproximadamente **24 toneladas** de residuos, lo cual equivale a un volumen sin prensar de 158.4 m<sup>3</sup>. Cuando este volumen es prensado por el camión se reduce hasta el 35% de su volumen, esto es de 55 m<sup>3</sup>.

La basura que fue recolectada y cuantificada se llevó al ex-incinerador para separarla en diferentes residuos recuperables y analizar si valía la pena hacer una separación en esta fase de la recolección, previa a la disposición final. Los resultados de esta separación se muestran en la tabla 5.9.

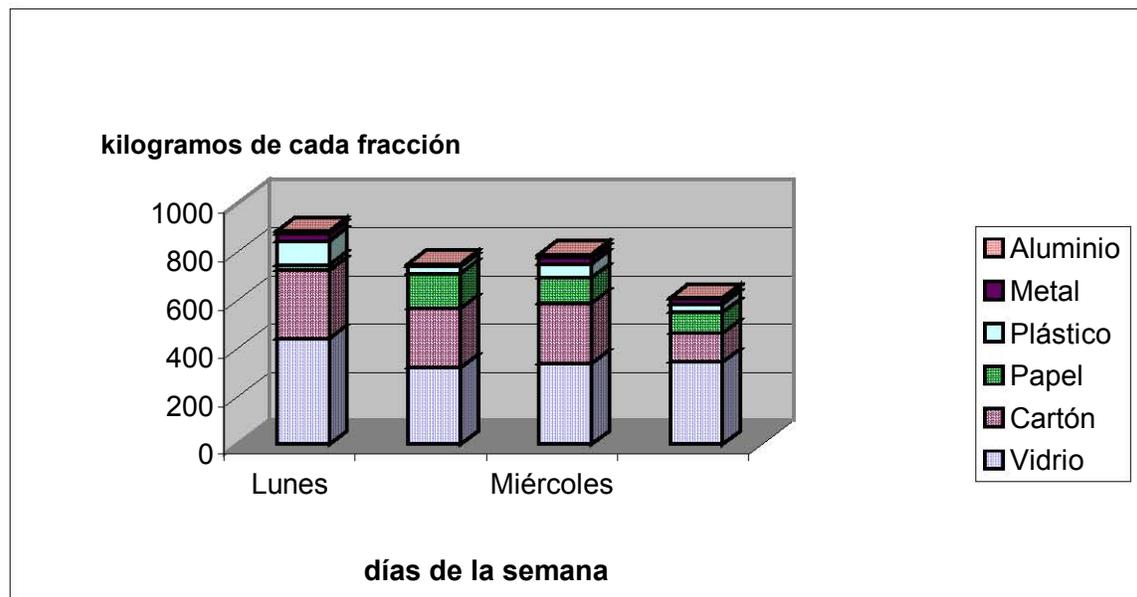
<sup>10</sup> Hay una cantidad de basura que no se recoge por ser cascajo o por ser muy voluminosa. Además había materiales imposible de pesar.

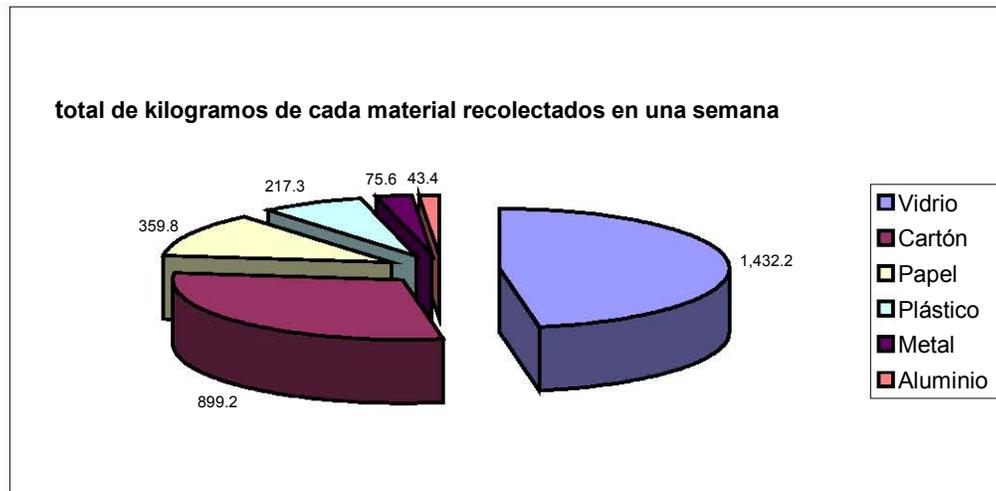
**Tabla 5.9. Fracciones y cantidades de residuos recuperables obtenidos de la basura colectada en Ciudad Universitaria en la semana del 4 al 8 de julio de 1994.**

Fracciones	Lunes (kg)	Martes (kg)	Miércoles (kg)	Jueves y Viernes* (kg)	Suma (kg)	Suma (ton)	Porcentaje de la cantidad total*
Vidrio	439.0	317.6	334.9	340.7	1,432.2	<b>1.43</b>	<b>1.56</b>
Cartón	281.9	246.0	251.3	120.0	899.2	<b>0.90</b>	<b>1</b>
Papel	22.7	145.8	104.6	86.7	359.8	<b>0.36</b>	<b>0.4</b>
Plástico	99.2	27.2	57.3	33.6	217.3	<b>0.22</b>	<b>0.2</b>
Metal	29.4	-----	25.4	20.8	75.6	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>
Aluminio	11.8	12.2	13.8	5.6	43.4	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>
<b>TOTAL</b>	<b>884.0</b>	<b>748.8</b>	<b>787.3</b>	<b>607.4</b>	<b>3,027.3</b>	<b>3.01</b>	<b>3.27</b>

\*El jueves y viernes se reportan en un solo día porque la basura recolectada el jueves se llevó mezclada con la del viernes.

\*\*Para sacar el porcentaje de materiales recuperables a la semana del total recolectado se utilizó la cifra obtenida de recolección semanal, que fue de 91.4 toneladas.

**Figura 5.7 Tipos de residuos recuperados, por día, de la basura generada en Ciudad Universitaria del 4 al 8 de julio de 1994.**



**Figura 5.8 Proporción en kilogramos de los residuos recuperados de la basura generada en Ciudad Universitaria del 4 al 8 de julio de 1994.**

- Con el manejo actual, solamente el 3.3% de los residuos (de acuerdo a su peso) serían fácilmente recuperables para su venta si se mezclaran durante la generación y la recolección.
- Si se vendiera el material que se recuperó, el beneficio económico no sería suficiente ni para pagar el salario mínimo de 10 personas que se dedicaran a la pepena.
- Los residuos que se reportan como residuos recuperados fueron aquellos que se encontraban en mejores condiciones y que era relativamente fácil su separación, sin embargo no representan la composición total de los residuos que se generan con posibilidades de ser recuperados. Esto debido a que la forma tradicional de disponerse y recolectarse sin separación, así como de irse compactando, hizo que residuos con una vocación de compostaje, reciclaje o reutilización quedarán inútiles por encontrarse muy sucios y mezclados.
- Al menos otro 20% de materiales potencialmente recuperables tuvieron que quedarse en la fracción “todo lo demás”.
- Por tanto, “todo lo demás” estuvo compuesto por aserrín, madera, tetrapack, envolturas de dulces, papas, pastelillos, residuos de comida, residuos de jardinería, tierra, residuos sanitarios (papel, toallas) y peligrosos (jeringas, guantes, cubrebocas, algodones, frascos con muestras biológicas), papel, plástico, vidrio, cartón muy sucio, etc.

- Al hacer un análisis de lo que llega a la basura puede suponerse que al menos el 20% de los materiales que se pueden reciclar se recuperan antes de llegar al bote de basura, esto se refuerza al observar la asistencia permanente de pepenadores a Ciudad Universitaria. No fue posible cuantificar estos residuos debido a que no se tienen identificadas todos los pepenadores ya que lo hacen de noche o esconden el material y lo sacan en momentos en que no se les ve. Tampoco se pudo detener a los que se encontraron para pedirles que permitieran pesar su material porque resultaba agresivo y podía provocar problemas.
- Es importante hacer notar que en 3 de las 5 rutas las artesas no fueron vaciadas a diario ya que la capacidad de trabajo del personal y del equipo no fue suficiente. Sin embargo esta es la condición cotidiana en la que se lleva a cabo la recolección por lo que los datos se consideraron válidos.
- Las cantidades de basura que se generan en cada sitio permiten estimar los volúmenes de contenedores que deberán colocarse en cada una de las artesas.
- El viernes se recogió únicamente el 50% de la basura que se produjo debido que el personal de limpieza terminó su turno más temprano.
- Una observación importante que debe resaltarse es que en CU se recolectan enormes cantidades de basura de origen doméstico. La basura doméstica no pudo ser cuantificada; sin embargo, se estima que representa aproximadamente del 30 al 40% del total.

Para abordar el aspecto técnico se formó, en abril de 1994, un grupo de trabajo, el cual, teniendo en cuenta las experiencias generadas por este estudio, ha trabajado sobre un nuevo plan de manejo de los residuos sólidos en CU.<sup>11</sup> También se reconoció la necesidad de iniciar con un programa educativo para la separación y recuperación de residuos.

Para responder a ello, el Programa Universitario de Medio Ambiente inició el Programa *reCUpera*<sup>12</sup> para motivar a la comunidad universitaria, a través de un programa de

---

<sup>11</sup> De las discusiones de este grupo surgieron algunas sugerencias para la modificación del equipo de recolección. La modificación de este sistema estuvo encabezado por la Comisión para el Control Ecológico del Campus y la Dirección de Obras.

<sup>12</sup> Aún cuando este proyecto no es parte de este trabajo, se incluye por considerar relevante compartir la información al haber estado directamente involucrada en su desarrollo y al utilizar como base algunos resultados de este. El Anexo 2 incluye mayor información.

educación ambiental, a participar en la recuperación del residuo papel. La información más relevante de este programa se muestra en el recuadro 6.1.

En 1995 se inició el proyecto piloto “Educación Ambiental para la participación comunitaria en la recuperación de papel”, como un espacio dentro de la UNAM dedicado a la búsqueda y aplicación de soluciones, así como al apoyo para la información y formación en el ámbito de la educación ambiental y el manejo de residuos sólidos.

Utiliza el tema de la recuperación del papel como pretexto para abordar la problemática ambiental y un programa de educación ambiental más amplio, identificando vías de acción y metodologías más apropiadas para la introducción de este tipo de programas en la UNAM.

Se conformó un equipo para llevar a cabo esta actividad. Los retos a los que habría que enfrentarse demandaron mucha capacitación, trabajo y tiempo. Se logró un grupo de personas dispuestas a trabajar directamente con la basura, con conocimientos de educación ambiental, residuos sólidos, elaboración de materiales didácticos, trabajo comunitario, planeación participativa, análisis y síntesis de información, con capacidades comunicativas, y sensibilidad pedagógica. Este equipo diseñó un proyecto para la Coordinación de la Investigación Científica cuyos resultados fueron:

- Diagnóstico inicial de generación de basura.
- Diagnóstico inicial de conocimientos en torno a los temas ambientales.
- Elaboración de materiales de difusión y educativos: carteles, boletines, audiovisuales, etc.
- Taller de planeación participativa para la recuperación de papel en la oficina.
- Capacitación de 65 personas en recuperación de papel.
- Elaboración y ubicación de contenedores de escritorio.
- Acondicionamiento de la zona de acopio de papel ubicado en el traspatio de la CIC para mantener en buenas condiciones el papel y ubicarlo en un lugar específico.
- Selección e instalación de 10 contenedores “Sólo para Papel”. Cada contenedor costó \$500.00 más IVA y fue una adaptación exclusiva para la UNAM.
- Se garantizó la recolecta constante del material recuperado.
- En mayo de 1997, la CIC generaba diariamente 28.65 kg. de residuos. De ellos, 22.57 kg eran papel (79%). Se recuperaban para reciclar 20.74 kg (91.89%).
- Los datos que se tenían cuando se inició el proyecto, de septiembre de 1995-a junio de 1996 referían que diariamente se recuperaban para reciclarse 5.3 kg de papel (56%) y se tiraban 4.1 kg. (44%).
- El proyecto se instaló en la Coordinación de Vinculación, pero quedó inconcluso y los resultados no fueron los esperados.

**Cuadro 5.1 Reseña del proyecto de educación ambiental para la recuperación de papel en CU *reCUpera* coordinado por el Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM de octubre de 1995 a diciembre de 1997.**

Se agruparon las distintas dependencias de acuerdo a las cantidades de residuos que generan como se muestra en la tabla de intervalos 5.10. Se tomaron los datos de volumen generado más alto y más bajo, se obtuvo el intervalo entre ambas cantidades y se dividió en cinco rangos.

**Tabla 5.10. Generación de residuos en CU organizada en intervalos a partir de los datos del 4-8 de julio de 1994**

NOMBRE DE LA ARTESA	INTERVALO DE GENERACIÓN DE BASURA (m <sup>3</sup> / semana)				
	0.5-6.5	6.6-12.7	12.8-18.8	18.9-24.9	24.9-30.9
DIRECCIÓN DE PROVEEDURÍA					
DIRECCIÓN DE OBRAS					
TIENDA 1					
UNIÓN DE UNIV. DE AMÉRICA LATINA					
UNIDAD DE SEMINARIOS					
JARDÍN BOTÁNICO					
CENTRO DE ECOLOGÍA					
PISTA DE CALENTAMIENTO					
INV. Y MEDICINA DEL DEPORTE					
MULTIFAMILIAR					
GIMNASIO, ESTADIO OLÍMPICO					
TALLER CONSERVACIÓN					
COORDINACIÓN CCH					
BOTES EXT. EN CIRCUITO ESTADIO OLÍMPICO					
RECTORÍA					
FACULTAD DE ARQUITECTURA					
FACULTAD DE INGENIERÍA					
FACULTAD ARQ./ ING.					
RECTORÍA					
ESTACIONAMIENTO FILOSOFÍA					
TORRE I DE HUMANIDADES					
FACULTAD DE DERECHO					
FACULTAD DE ECONOMÍA					
GASOLINERA					
DIREC. GRAL. DE PERSONAL					

	0.5-6.5	6.6-12.7	12.8-18.8	18.9-24.9	24.9-30.9
FAC. CIENCIAS POLÍTICAS Y SOC.					
FAC. DERECHO, ESTACIONAMIENTO					
FAC. DE ECONOMÍA					
ROCAS I ENFRENTA GASOLINERA					
ROCAS II, ESTAC. ECONOMÍA					
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA					
MEDICINA, EDIF. DE INVESTIG.					
MEDICINA, TÉCNICAS QUIRÚRGICAS					
MEDICINA, BIBLIOTECA, CIRC. ESC.					
CENT. INV. INGENIERÍA GENÉTICA					
MED., AUDIT. FERNANDO OCARANZA					
ODONTOLOGÍA					
C.E.L.E.					
DISEÑO INDUSTRIAL					
ESTACIONAMIENTO ESTADIO DE PRÁCTICAS					
ESTACIONAMIENTO TRASERO CENTRO MEDICO					
COORDINACIÓN DEL CCH					
ALBERCA OLÍMPICA					
ESTAC. CAMPOS DEPORTIVOS I.I.					
CAMINO VERDE I.I. ANEXO ING.					
CAMINO VERDE, TERCER FRONTÓN					
CAM. VERDE, SEGUNDO FRONTÓN					
CAM. VERDE, FRONTÓN CERRADO					
ESTAC. FRONTÓN CERRADO					
INSTITUTO DE INGENIERÍA					
TRABAJO SOCIAL					
COMEDOR INSTITUTO INGENIERÍA					
COMEDOR CIENCIAS					
ESTACIONAMIENTO CONTADURÍA					
CAMINO VERDE CONTADURÍA					
CONTAD. Y ADMON., CIRC. EXT.					
SISTEMA UNIVERSIDAD ABIERTA					
CENTRO DE INSTRUMENTOS					
TIENDA 3					
COMEDOR CENTRAL					

	0.5-6.5	6.6-12.7	12.8-18.8	18.9-24.9	24.9-30.9
SERVICIOS CÓMPUTO ACADÉMICO					
DIREC. GRAL. DE PUBLICACIONES					
IIMAS, VIVERO BAJO					
ESTAC. BIBL. POSGRADO ING.					
ANEXO INGENIERÍA					
DIV. EST. POSGRADO E INVESTIG.					
INST. DE CIENCIAS NUCLEARES					
INST. DE MATERIALES					
INST. DE ASTRONOMÍA, ÓPTICA					
CICH-ASTRONOMÍA					
COORD. INVESTIG. CIENTÍFICA					
INST. DE BIOLOGÍA, BIOTERIO					
INST. FISIOL. CELULAR, CIRC. EXT.					
FAC. DE VETERINARIA Y ZOOTEC.					
INSTITUTO DE GEOLOGÍA					
CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA					
INSTITUTO DE FÍSICA					
FAC. DE QUÍMICA, LAB. DE AP. Y CN					
FAC. CIENCIAS, INVER. Y LABORAT. (1)					
FAC. CIENCIAS, INVER. Y LABORAT. (2)					
FAC. CIENCIAS					
INST. INVESTIG. ANTROPOLÓGICAS					
REVISIÓN DE EST. PROF. POSGRADO .					
CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL					
PSIQUIATRÍA Y SALUD					
INST. INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS					
BOTES EXT. INSTIITUTO DE FÍSICA					
FAC. CIENCIAS, INVER. Y LABORAT.					
<b>TOTAL DE SITIOS EN ESTE INTERVALO</b>	<b>56</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
					<b>88</b>

Se escogieron los tres intervalos superiores y en la tabla 5.11 se muestran las dependencias más generadoras de basura en CU. 13 artesas, 14.7% del total de 88, producen 257.7 m<sup>3</sup>, el 42.4% del total de 603.6 m<sup>3</sup> calculados para CU. Este dato es relevante ya que muestra que si se iniciaran proyectos en tan sólo 13 sitios, la cantidad de basura podría reducirse considerablemente, casi a la mitad.

**Tabla 5.11. Lugares en los que se recogió más basura de Ciudad Universitaria del 4 al 8 de julio de 1994**

NOMBRE DE ARTESA	RUTA	CANTIDAD DE BASURA (m <sup>3</sup> )	% del total	GRUPO PREDOMINANTE
TIENDA 3	CE	30.8	5.1	basura orgánica, madera, cartones
DIRECCIÓN GENERAL DE PUBLICACIONES	CIC	28.4	4.7	90% papel
TIENDA 1	EO/RE	25.2	4.2	basura orgánica, cartones
DISEÑO INDUSTRIAL	CI	23.8	3.9	*
TORRE I DE HUMANIDADES	CI/CE	21.4	3.5	basura orgánica, cajas de cartón
INSTITUTO DE BIOLOGÍA BIOTERIO	CIC	19.6	3.2	en general aserrín
BOTES EXTERIORES	EO/RE	19.5	3.2	basura doméstica
ODONTOLOGÍA	CI	17.2	2.8	*
CENTRO DE ESTUDIOS DE LENGUAS EXTRANJERAS	CI	17.0	2.8	*
RECTORÍA	CI/CE	14.6	2.4	papel de oficina
FAC. DE QUÍMICA, LAB. DE APARATOS Y C.N.	CIC	14.0	2.3	basura orgánica
ESTACIONAMIENTO TRASERO CENTRO MÉDICO	CE	13.4	2.2	basura de jardín, guantes, papel higiénico
FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA	CIC	12.8	2.1	muchos cartones y cáscaras
<b>TOTAL</b>		<b>257.7</b>	<b>42.4%</b>	

\*La basura no presentó ningún material predominante. CE: Circuito exterior. CIC: Circuito de la Investigación Científica. EO/RE: Estadio Olímpico/Reserva Ecológica. CI: Circuito Interior. CI/CE: Circuito Interior/Circuito Escolar.

Es importante observar el tipo de dependencia al que pertenece cada sitio (áreas administrativas, área escolar, área deportiva, etc.) porque como ya se mencionó anteriormente, de ello dependerá el tipo de residuo que se genera, su forma de manejo, y el público al que se dirigirán las campañas de información.

De las 13 dependencias, 2 corresponden a las tiendas. Para ellas se pueden tener varias opciones. Por ejemplo, que existiera un solo contenedor general, parecido al que se utiliza para residuos de jardinería, quizá más grande y que no se tuviera que palear. Esto se refiere únicamente a su manejo pero no a evitar que llegue ahí. Mucha de la basura que llega es materia orgánica en descomposición, alimentos como verdura, fruta, pescados y mariscos, algunos alimentos empacados pero caducos, mucho cartón, madera, papel, etc. Lo primero que se propondría es que toda la materia orgánica pasara directamente a la planta de composta. Para ello tendría, primero que nada, disponerse por separado. Esta simple medida reduciría en un 70% la cantidad de basura que se saca de la tienda y que va al tiradero de basura. Por otro lado, mucho del cartón que se genera en la tienda ya se está vendiendo por separado, pero aún queda un poco, sobre todo asociado con empaques pequeños, que se va a la basura. La propuesta sería que este material también se separara. En la tienda hay una facilidad, casi todos estos residuos se producen por los mismos trabajadores que desempacan, etiquetan o mantienen el orden de los productos en la tienda. Sería con ellos con los que se tendría que trabajar, aduciendo sobre todo medidas más higiénicas y menos riesgosas para el manejo de los residuos.

Es importante empezar con un programa pequeño para que poco a poco las personas involucradas se vayan acostumbrando a las medidas y no les resulten complicadas, así desde el principio no se cierra la posibilidad de intentarlo. Definitivamente también se necesitarían algunas medidas para los clientes de la tienda, pero es importante que se empiece por donde sea más significativo el cambio para que al ver resultados evidentes, la gente se estimule a una mayor participación.

Las tiendas contribuyen con casi un 10% de la basura que se genera en CU. Si se redujera su aportación en al menos un 70%, se disminuiría la cantidad total de basura en un 7%.

Otra dependencia con una alta generación es la Dirección General de Publicaciones, de la cual el 90% de su basura es papel. La mayoría de este papel posee tintas y solventes,

pero aún así, tiene posibilidades de reciclaje. Sin embargo, al no manejarlo por separado, genera graves problemas ya que ensucia otros residuos y su fuerte olor molesta a los recolectores. Este residuo de papel se produce en talleres y son los mismos trabajadores los que deberían tomar medidas para su adecuada disposición. Esta dirección contribuye con un 4.7% del total de basura generada. Controlar e impedir que al menos el 70% de su papel llegue a la basura, disminuiría en un 3% la cantidad de basura generada.

Cabe destacar otras dos dependencias ya que tendrían que buscarse alternativas muy parecidas: la Torre II de Humanidades y Rectoría. Ambas son oficinas administrativas, las actividades son predominantemente de oficina y por supuesto, su principal residuo es el papel. El tipo de personal que trabaja en ambas es muy parecido. Entre las dos generan 6% del total de la basura en CU, de ésta, al menos 60% es papel. Si se hiciera un programa de recuperación y reciclaje de papel se disminuiría 3.6% del total de la basura generada.

El último ejemplo tiene que ver con los botes exteriores al Estadio Olímpico, del cual se mencionó que se quitaron porque únicamente se utilizaban para basura doméstica.

Lo que es necesario destacar en esta parte, es la importancia de conocer qué se genera, dónde, cómo, cuánto y quién lo genera para poder establecer programas prioritarios y saber en qué rutas se va a hacer énfasis, qué residuos deben separarse, a qué tipo de personas debe dirigirse este programa, qué tipo de equipamiento se debe buscar, etc.

En el ejemplo de la tabla 6.11, la ruta que más se beneficiaría es la del Circuito de la Investigación Científica, ya que cuatro de estas 13 dependencias pertenecen a esta ruta y contribuyen con un 12.52% ( $74.8 \text{ m}^3$ ) de la basura que se recolecta diariamente.

Por tanto, también debe analizarse desde el punto de vista de equipamientos (contenedores y camiones) que se necesitarían y como podrían redistribuirse los sitios de recolección en las rutas para hacerlos proporcionales y equitativos. Para contrastar y entender esto un poco mejor se realizó la tabla 5.12 en la que se muestran los sitios en los que se recogió menos basura:

**Tabla 5.12. Lugares en los que se recogió menor cantidad de basura en Ciudad Universitaria del 4 al 8 de julio de 1994**

NOMBRE DE ARTESA	RUTA	CANTIDAD (m <sup>3</sup> )	% DEL TOTAL	GRUPO PREDOMINANTE
INSTITUTO DE MATERIALES	CIC	0.4	0.06	*
BOTES EXTERIORES INST. FÍSICA	CIC	0.5	0.08	basura doméstica
FAC DE CIENCIAS INVERNADERO Y LABORATORIO	CIC	0.6	0.09	aserrín
JARDÍN BOTÁNICO	EO/RE	0.8	0.13	basura doméstica
INVESTIGACIÓN Y MEDICINA DEL DEPORTE	EO/RE	0.9	0.15	basura doméstica, envases y cáscaras de naranja
ESTACIONAMIENTO BIBLIOTECA POSGRADO DE INGENIERÍA	CIC	1.0	0.16	cartones
DIRECCIÓN DE PROVEEDURÍA	EO/RE	1.1	0.18	*
<b>TOTAL</b>		<b>5.3</b>	<b>0.85</b>	*

\*La basura no presentó ningún material predominante. CE: Circuito exterior. CIC: Circuito de la Investigación Científica. EO/RE: Estadio Olímpico/Reserva Ecológica. CI: Circuito Interior. CI/CE: Circuito Interior/Circuito Escolar.

En todas estas dependencias sólo se recogió la basura un día. Se puede ver que por las cantidades que se generan no es necesario más. Debe valorarse si vale la pena eliminar definitivamente estos sitios de recolección y pedir a las personas responsables que lleven esta basura a otro sitio de recolección cercano, de tal forma que se disminuya el recorrido pero además, que se recoja esta basura diariamente. Al parecer, quitarlos no sería perjudicial para las funciones de CU ya que la mayoría de la basura que se deposita en estos botes es doméstica y no se genera allí mismo.

## VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Aunque la actual eliminación de los residuos sólidos en CU está funcionando, su manejo es ineficaz, insuficiente y contaminante. Especialmente para una universidad, que tiene como función educar y ser un ejemplo para la sociedad. Para contribuir al mejoramiento del medio ambiente, es importante reorganizar el manejo de la basura. También es importante para la higiene y seguridad de los trabajadores de la recolección de basura y en general de todas las personas (estudiantes, trabajadores, profesores, etc.) que realizan alguna parte de sus actividades en CU.

### ***6.1 En cuanto al manejo de la basura que no se separa***

En general se observaron muchas deficiencias, algunas de ellas que podrían resolverse con medidas técnicas y otras con acciones de información, educación o reglamentación.

Lo incuestionable es la necesidad de cambiar la forma de manejo de residuos en la UNAM para disminuir el riesgo de accidentes y enfermedades de los responsables de la recolección, así como para evitar problemas ambientales asociados a la basura y contribuir a la solución de algunos de ellos.

Con base en lo establecido desde un punto de vista teórico y comparativamente con las observaciones que se hicieron durante los recorridos, puede decirse que manejar la basura en CU sin ningún tipo de separación genera graves problemas, por ejemplo:

- ◇ Contaminación, en los sitios de almacenamiento temporal (primero, segundo o tercer receptor), en los sitios clandestinos (barrancas, estacionamientos, camellones, calles), y en los de disposición final (relleno sanitario o tiradero a cielo abierto).
- ◇ Desperdicio de materiales potencialmente recuperables que contribuyen a la sobreexplotación de recursos naturales y al desaprovechamiento económico del recurso.
- ◇ Inversión económica y humana innecesaria para el manejo de grandes volúmenes de basura.
- ◇ Transmisión de un mensaje erróneo hacia la población universitaria respecto a que la forma de manejo actual de residuos es la correcta.

- ◇ Debido a la cantidad de residuos que se generan, por lo general no se recogen todos y en algunos sitios duran bastante tiempo, convirtiéndose en focos infecciosos al interior de CU.
- ◇ Los camiones de recolección están en mal estado, lo que con frecuencia resulta en pérdidas económicas y compromete la regularidad de los recorridos.
- ◇ El gran esfuerzo físico de los trabajadores y el riesgo al que se exponen al vaciar las artesas y cargar los camiones exige una transformación inmediata de las técnicas de recolección.
- ◇ Desorden y espacios de oportunidad para las personas que no tienen servicios pertinentes de recolección de residuos, lo que hace que lleven su basura a CU.

Por ello, debe proponerse un reordenamiento del sistema de manejo, tanto de la basura en general como de la basura separada.

Debe incidirse de manera contundente en la generación, ya que las medidas en esta fase impactarán y determinarán el manejo adecuado en las fases siguientes. Sólo requieren de manejo los residuos que se generan. Impedir la mezcla de residuos posibilita dar destinos alternos a los residuos: la materia orgánica para hacer composta, el vidrio, papel y metales para el reciclaje, etc.

Si se logra reducir la cantidad de residuos que llegan a la basura generados únicamente por estudiantes y administrativos, la cantidad de basura que tendría que disponerse al final disminuiría significativamente ya que estos grupos, aunque individualmente no aportan demasiado, al sumar sus aportaciones tienen una gran contribución. Esto porque implica la participación de todos los generadores, lo cual sólo se logra cuando los involucrados descubren o construyen una razón que los mueve a modificar hábitos y comportamientos. Pero para ello, es necesario proporcionar información o iniciar programas educativos que les ayuden a identificar razones válidas para participar individual y/o colectivamente y que pueden ser ambientales, económicas, culturales, sociales, etc.

Para atacar el problema de la contaminación *in situ* deben manejarse adecuadamente las campanas y los tambos. Es necesario garantizar su recolección diaria, para que de esta forma no se humedezca la basura, que las ratas o perros no la tiren, así como que sean

accesibles al público y a los recolectores. Esto contribuiría a que al menos el tiempo que dure la basura en estos recipientes, no se transforme en un foco infeccioso. Podría recuperarse la idea original en la que las campanas tenían un techo que no interfiere con el vaciado y evita que se humedezca. En cuanto a las ratas, la mayoría acceden al bote por debajo, cuando la rejilla de que disponen está rota. Los perros tiran la basura cuando pueden girar el bote, por tanto sería conveniente algún tipo de seguro que restrinja su movimiento. Deben revisarse las rutas de recolección y de limpieza de campanas, para cumplir en tiempo y forma y evitar desbordamientos. Deben quitarse aquellas campanas que no están siendo utilizadas por el personal universitario, por ejemplo, todas las que se encuentran alrededor del Estadio Olímpico.<sup>1</sup>

Deben cambiarse las artesas por otras formas de disposición que sean más higiénicas, menos peligrosas y fuera del alcance de cualquier persona y de los animales. La basura no debe estar expuesta pues convierte las artesas en pequeños tiraderos a cielo abierto. Para reducir los riesgos que implican, deben hacerse mejoras en la infraestructura (diseño, materiales de construcción, funcionalidad), pero también debe evitarse que residuos peligrosos o biológico infecciosos lleguen a ellas por el hecho de no ser sitios vigilados o con un cierto control y debe garantizarse su vaciado regular.

Se sugiere un cambio por contenedores cerrados, móviles y que puedan acompañarse de otro sistema mecánico que facilite su vaciado y recolección. La pertinencia de este sistema puede valorarse en el caso de las tiendas en donde la gran cantidad de materia orgánica en descomposición dificulta su recolección y pone en riesgo a los trabajadores. Se recomienda un contenedor móvil únicamente para materia orgánica que se vacíe directamente en la planta de composta. Debe acompañarse de un programa de separación de residuos ya que muchos de los materiales de empaque y embalaje se pueden reciclar.

Se sugiere revisar la normatividad que permite la existencia de los puestos concesionados, y en su caso, incluir una cláusula que los obligue a responsabilizarse de sus residuos y a respetar el reglamento interno de manejo, que aludirá al manejo separado de residuos. Si se niegan a cumplir con esto, podrían instituirse multas o en casos reiterados, revocar los permisos.

---

<sup>1</sup> Esta fue una de las medidas que se tomaron de inmediato una vez conocidos estos resultados. Se pensaba que al quitar los botes la gente dejara la basura en el suelo pero esto no ocurrió. Seguramente la gente buscó otro bote o artesa en donde dejar sus residuos pero la ruta que cubría estos botes se redujo.

La forma de recolección implica un alto esfuerzo físico del personal y un gasto excesivo en equipo para la colecta. Deben cambiarse las formas de vaciado de las artesas, por otras que requieran menos tiempo, sean más seguras y limiten la acumulación de residuos a su alrededor. Debe evitarse el contacto directo de los trabajadores con la basura; esto, promoviendo el uso del equipo de protección, y buscando formas mecanizadas para la recolección. Además, deben cambiarse los camiones por otros que estén de acuerdo a las nuevas propuestas de contenedores, que sean suficientes para cubrir las rutas y que contribuyan a disminuir el tiempo de recolección.<sup>2</sup>

Es necesario hacer modificaciones importantes a las formas de manejo actual de los residuos. Las propuestas anteriores, en su mayoría, se refieren únicamente a cambios en el aspecto técnico. Éstas, por lo general, suelen ser más fáciles de llevar a cabo ya que dependen de voluntad de autoridades y de recursos económicos. En cambio, la motivación de la comunidad a participar y a evitar que su basura llegue mezclada a un mismo sitio, es probablemente la más difícil de lograr y en la que es necesario trabajar más intensamente, como lo evidencian las observaciones al proyecto piloto de separación.

## **6.2 El proyecto piloto de separación de basura**

Las observaciones indican que el personal de la UNAM está preocupado y ocupado en cambiar algunas formas de manejo de los residuos por mejores opciones. Sin embargo, aún existen obstáculos para este tipo de cambios. Entre ellos está la insuficiente comprensión del problema, así como su sensibilización hacia él, ya que sin su apoyo no funcionará ningún sistema de separación de basura. Las otras dificultades en su mayoría son de tipo técnico (por ejemplo, número de contenedores, disposición, recolección, etc.) las cuales podrían ser más fáciles y rápidas de resolver.

El programa de separación de basura cuenta con un bajo soporte educativo, poco vínculo con la comunidad universitaria y una inadecuada selección de tipo y cantidad de contenedores, elementos que influyen negativamente sobre la participación directa e inmediata de los generadores. Hace falta también un fuerte compromiso de las autoridades de cada dependencia para que motiven o en su caso obliguen al personal

---

<sup>2</sup> En este aspecto también se dieron cambios significativos. Se compraron camiones con un sistema hidráulico que permite recoger y vaciar los nuevos contenedores plásticos de 1m<sup>3</sup>. Estos contenedores tienen tapas y ruedas y se ubicaron al interior de las artesas. En pocos casos se modificó el sitio de acumulación temporal. En los casos en que cambió, se ubicaron los contenedores cerca de áreas de estacionamiento.

encargado bajo su cargo, para que respete y mantenga por separado los residuos que se generan en estos contenedores. Debe reconocerse que al principio la calidad de la separación será muy baja, pero en la medida que la gente vaya aprendiendo y se vaya estimulando, crecerá la calidad de la separación. En cambio, si de inicio la gente observa que los residuos al recogerse se vuelven a mezclar, se decepciona y no quiere volver a participar.

El sistema alternativo que recoge los residuos separados es un gran acierto que debe conservarse y estimularse, ya sea que la misma DGO sea la responsable o que se haga un contrato con alguna otra empresa que recoja cotidianamente los residuos clasificados. Garantizar este punto es indispensable, ya que si se logra que la comunidad universitaria separe sus residuos en el sitio en que los genera pero no se recogen por separado, y no se mantienen así hasta su destino final, o no llegaran a él de esta manera (empresas recicladoras), no se estaría cumpliendo cabalmente con los objetivos de un programa de este tipo: apoyar la conservación de recursos naturales y promover la educación de la comunidad universitaria en temas ambientales.

En cuanto al personal de la UNAM, debe considerarse la posibilidad de quitar de las oficinas los botes de basura tradicionales con el propósito de forzar a la separación a través del uso de contenedores.

Acerca de los visitantes se debe reconocer la escasa influencia que sobre este grupo se puede ejercer a fin de obtener su participación en la separación de residuos. Pero si se instaura realmente un sistema de vigilancia que detecte a las personas que tiran su basura sin meterla en un contenedor, que se les llame la atención, o que incluso pudiera haber algún tipo de sanción, quizá podría propiciar una mejor actitud con respecto a no dejar la basura al alcance de ratas y perros. También puede considerarse un sistema de información, quizá asociado a los mismos contenedores de basura, en donde se invite a los visitantes a respetar el esquema de separación y donde se haga una breve explicación de por qué debe suceder de esta manera. Aquí empezaría a cumplirse uno de los propósitos de la UNAM de ir más allá en la educación de los habitantes de la ciudad.

En relación con los concesionarios, no se tiene inconveniente en que vendan los residuos de comida directamente, siempre y cuando en realidad lo hagan. Además, bajo reglamento, debe buscarse que los mismos concesionarios se responsabilicen de que la basura resultante de los productos que ellos expenden sea separada.

Es urgente impulsar los programas de separación pero es indispensable hacerla lo más sencilla posible para que la gente se acostumbre a ella. Es muy difícil que funcione una separación en 10 fracciones. Algunas experiencias han demostrado que la separación en pocas fracciones es la más prometedora, pues el generador de basura no tiene dificultades en encontrar el contenedor correcto. Además, debe considerarse que cualquier propuesta de separación ya debe tener resuelto qué va a hacer con los residuos que separe y si el análisis costo-beneficio de una separación tan minuciosa resulta favorable. En las recomendaciones se hace una propuesta general de 5 separaciones incluyendo residuos de jardinería, pero sobre todo se recomienda que en cada edificio se revisen sus propias condiciones para adecuar el programa. Por supuesto no podrá hacerlo cada quien de forma independiente. Debe haber un marco institucional básico que posibilite la identificación del programa en cualquier sitio de CU en que se encuentren para no producir más confusiones. Se encontraron diferencias significativas en la composición lo que deberá determinar a que residuos se les da prioridad y sería de mayor relevancia su recuperación.

El apoyo de los generadores es una condición fundamental para el eficaz funcionamiento de las medidas de separación de residuos. De no existir esta participación, los esfuerzos y gastos que implica el control de la basura no contribuirán al desarrollo y éxito del programa.

Es necesario invertir mayores recursos humanos y materiales para informar a la comunidad universitaria sobre estas iniciativas y sobre lo determinante de su participación, así como de los beneficios que de estos programas se derivan. Sólo una comunidad universitaria sensible e informada estará en condiciones de participar entusiasta y conscientemente.

### ***6.3 De la composición y cantidades de residuos colectados***

El sistema de manejo de residuos en CU, con aproximadamente 88 artesas, facilita el seguimiento y cuantificación de los residuos sólidos que se generan. Contar con puntos fijos de recolección que atienden de manera constante a dependencias o áreas específicas, ayuda a detectar fuentes generadoras e identificar alternativas de reducción en la generación. Podría incluso lograrse una estrategia diferenciada a partir del tipo de residuos que generan las dependencias, organizarse de manera conjunta, en pequeños

grupos de 3 o 4 dependencias para encontrar puntos de coincidencia y actuar en conjunto.

Al hacer el ejercicio de recuperación de residuos después de haber sido recolectados por el camión, se reafirma la necesidad de separar los residuos en su fuente de origen para facilitar su aprovechamiento y aumentar su calidad. Conforme se van mezclando los residuos, se complica e incluso se pierde su posibilidad de recuperación.

Para realizarse otra caracterización de la basura también podrían aprovecharse las artesas ya que resultaría más fácil manipular y separar menos basura de una sola artesa, además de que sería más fácil identificar en qué sitio en específico se está produciendo qué tipo de residuo, lo que ayudaría a una propuesta diferenciada de separación al interior de CU, pero también serían datos muy importantes para identificar posibilidades de reducción de residuos.

Los datos sobre las cantidades y composición de los residuos que se obtuvieron durante este estudio son suficientes para identificar que algunos residuos se producen en cantidades que los hacen susceptibles de ser aprovechados y que no deberían manejarse de esta manera. Tanto su reducción, como su aprovechamiento una vez generados, facilitarían su manejo dentro de un contexto de manejo integral de residuos y contribuirá al óptimo aprovechamiento de los recursos naturales.

Conocer las cantidades y tipos de residuos que se producen en cada área ayuda a definir las especificaciones para el equipo de manejo de residuos en CU ya que puede hacerse el cálculo mínimo de cuántos camiones y contenedores se necesitan, con qué capacidades, y además se puede definir el mecanismo de recolección más apropiado en función de los tipos y cantidades, en zonas específicas y prioritarias de CU.

Los datos obtenidos en este estudio son suficientes para evidenciar la urgente necesidad de adecuar o cambiar los programas de manejo actual para reorientarlos hacia las alternativas que se proponen en el esquema del manejo integral de residuos sólidos, y por tanto, hacia la búsqueda de los beneficios del mismo mostradas en el capítulo de antecedentes. Desde esta perspectiva, sería inaceptable continuar esta forma de manejo, sin ninguna modificación.

Es importante que cualquier alternativa que se incorpore no se quede únicamente en la fase de solución, es decir, en definir qué hacer con los residuos una vez generados. Es imperativo también iniciar acciones hacia la parte más importante y verdaderamente

efectiva que es la reducción: cómo evitar generar la mayor cantidad y tipos de residuos. Esta alternativa requiere también de mucha voluntad de las autoridades y de la participación de todos los involucrados para comprometerse con la sustitución, disminución y/o eliminación de productos de consumo, área especialmente delicada porque cuestiona hábitos y preferencias de consumo en las cuales en ocasiones es muy difícil, pero no imposible, conciliar. Se necesitará invertir mucho tiempo en educación y difusión de información, entre otras acciones, para reconocer que existen residuos que se pueden evitar.

## VII. RECOMENDACIONES

- Deben seguirse impulsando acciones de mejora en el manejo de residuos, ya que ejercen una influencia positiva sobre el resto de las actividades de protección y mejoramiento ambiental tanto al interior de CU (reforestación, manejo de residuos peligrosos, ahorro de energía, etc.), como fuera de la universidad.
- Un nuevo planteamiento u opción para el manejo de residuos en CU, debe considerar todas sus componentes, los actores, las rutas, el equipamiento, los espacios, las necesidades, el tipo de basura, y especialmente los recursos económicos que se puedan dedicar a este fin. Si alguno de ellos no se considerara, no se alcanzaría el objetivo de lograr un manejo integral de los residuos en CU.
- Cualquier programa debe empezar a una escala que no se salga de control. Más vale empezar en un área pequeña, que sirva incluso como piloto y que permita identificar todos los factores involucrados, para obtener resultados firmes que permitan ir avanzando y obteniendo mayores elementos y credibilidad que pueda ser utilizada subsecuentemente.

En cuanto a los generadores:

- El involucramiento y participación de los generadores de residuos es una condición indispensable para el funcionamiento eficaz de las medidas de separación de residuos. Sin ella, los esfuerzos y gastos que implican el control de la basura serán inútiles.
- Debe involucrarse a los usuarios de los botes de escritorio para buscar una mejor alternativa que elimine estos botes bajo común acuerdo.
- Para visitantes se proponen anuncios en las áreas verdes (que armonicen con el paisaje) explicando en qué consiste el programa en CU, por qué se lleva a cabo e invitándolos a participar y ser parte de la solución de este tipo de problemas.
- Aunque requiera mayor esfuerzo dirigir programas de separación para los visitantes, la universidad debe convertirse en un espacio abierto de educación ambiental, en donde, de las formas más cotidianas y en todos sus espacios, se lleven a cabo acciones informativas y educativas para todos los que la visiten.

- Los concesionarios, como parte de la comunidad universitaria, deben contribuir a la solución del problema de manejo y generación de residuos. Es necesario involucrarlos en un proceso de planeación en el que se sensibilicen sobre la problemática, y lleguen a acuerdos con las autoridades universitarias para que tanto ellos como toda la comunidad universitaria salgan beneficiados. El cumplimiento de este acuerdo podría utilizarse como condición para autorizar la concesión dentro de CU.

#### Sobre la estrategia de información, difusión y educativa.

- Las iniciativas para el cambio en el manejo de los residuos en CU deberán incluir acciones técnicas, de cambios de infraestructura, pero también de programas de educación ambiental que promuevan la participación de la comunidad para influir la conciencia de los generadores de residuos de forma tal que el apoyo al programa se incremente. Se propone un programa de educación ambiental permanente que sensibilice a la comunidad universitaria y promueva cambios en relación con la protección del medio ambiente. Este programa, con un enfoque sistémico e integral, no debe limitarse a los residuos, sino que debe abarcar también otras áreas como suelo, agua, aire, que permita ubicar las relaciones que existen entre unos y otros.
- Todos los generadores de basura deben recibir información sobre el programa. Deberá explicarse claramente cuál es su sentido y sus ventajas. Sólo a través del reconocimiento individual de estos factores, así como de la construcción de su propia razón para hacerlo, se logrará su apoyo. Para motivarlos, los programas de manejo ambientalmente adecuado de los residuos deben enfatizar que los beneficios son para los mismos participantes.
- Debe utilizarse material informativo que muestre la problemática que la basura representa, así como el proceso paso a paso para la separación de los residuos, de tal forma que se reduzcan las dudas sobre su eficacia. De igual forma debe incluirse información sobre cómo debe realizarse la separación, mostrando claramente las diferentes fracciones a separar, así como el destino de éstos una vez recogidos por separado.

- Se sugieren presentaciones generales del programa en cada uno de los edificios, empezando por aquellos de mayor impacto, a fin de despertar el interés.

#### Sobre los cambios en infraestructura para la separación

- Los cambios en operación e infraestructura deben darse a la par de un programa educativo para impedir que se desfasen las acciones y se genere confusión entre la comunidad universitaria.
- Se propone la colocación de contenedores de gran tamaño, con depósitos para basura separada, en las zonas circundantes con mayor afluencia de personas.
- Los contenedores para la separación que se compraron pueden aprovecharse, aunque debe modificarse el número de ellos en cada estación de separación, así como su disposición.
- Para decidir cuántos contenedores se requieren debe considerarse qué tipo de residuos se generan en mayor cantidad, cuáles de ellos tienen posibilidades de reciclarse, y cuáles son más fáciles de distinguir por los usuarios.
- Se hace la siguiente propuesta de recuperación a partir de aquellos que se generan en grandes cantidades y que tienen un mercado para reciclarse:
  - Papel: En México existe la infraestructura para reciclar el papel. Se sugiere no separar en fracciones por tipo de papel ya que si esta clasificación no se hiciera correctamente, el esfuerzo parecerá inútil porque tendría que manejarse todo como un solo tipo de residuo, lo cual enviaría mensajes contradictorios a los participantes. La cantidad de papel que se genera es muy grande, por lo que definitivamente debe incluirse en cualquier programa de recuperación.
  - Vidrio: Este material es fácilmente identificable, además de que se produce en grandes cantidades. Su recuperación contribuiría a disminuir el peso del material que se maneja durante la recolección. El riesgo es que se rompa y cause accidentes, aunque este riesgo puede reducirse con un programa de capacitación.

- Metales: Principalmente latas de aluminio, aunque también se incluyen latas de hojalata. El aluminio es uno de los materiales más valiosos para reciclarse, la mayoría se pepena y muy poco llega hasta el camión. Sin embargo, su separación ayudaría a garantizar su reciclaje.
- Envases de plástico: se generan en gran cantidad envases de bebidas y casi todos son del mismo tipo de plástico, PET. Aunque no contribuyen considerablemente en peso, si lo hacen en volumen. Es importante que se aclare específicamente cuáles son los envases que se van a recuperar (por ejemplo, los de bebidas) ya que para reciclar los plásticos es necesario que sean de un mismo tipo. Hay posibilidades técnicas para su reciclaje, aunque esto siempre estará limitado por una correcta separación y una cantidad mínima de recuperación.
- Se propone que el resto de la basura, **todo lo demás**, se deposite en los botes que cotidianamente se utilizan para con ello evitar que los contenedores de separación sean vistos también como botes de basura y se generen mensajes confusos para los usuarios.
- Deben colocarse letreros sobre cada contenedor para ilustrar la separación por fracciones.
- No deben estar contiguos, pero si cercanos, los contenedores de residuos separados y el de *todo lo demás* porque se corre el riesgo que de entrada, por flojera, la gente siga prefiriendo no separar. Para esto, será determinante la ubicación de los contenedores a partir de un diagnóstico que ubique los sitios principales de generación de residuos y de qué tipos al interior de cada edificio.
- Los contenedores para residuos de jardinería se deben seguir utilizando pero se sugiere una campaña que explique al público su correcta utilización y especialmente se brinde capacitación para los trabajadores de jardinería.
- En relación con la materia orgánica, se recomienda poner contenedores para residuos de alimento pero poner especial atención en su vaciado para evitar que se conviertan en sitios de fauna nociva. Requerirán, al igual que el resto de los residuos, de un

programa específico que garantice su recolección y destino final adecuado: la planta de composta.

- En cuanto a otro tipo de materiales, su acumulación como residuos es tan escasa o se dificulta tanto su separación, que no vale la pena la colocación de contenedores para su separación.
- Al analizar la disposición física de los contenedores se propuso colocarlos a una altura mayor y sobre una estructura que permita vaciarlos con mayor facilidad.
- Es importante que se mantenga siempre el mismo orden en la disposición de los contenedores para que la gente se acostumbre y posteriormente su utilización se vuelva mecánica.

#### Sobre los cambios en infraestructura para los residuos sin separación

- Los contenedores que sustituyan a las artesas deben ser de fácil acceso, vaciado y utilización. No deben ser pesados pero si de un material resistente.
- Se sugieren dos sistemas para la recolección de basura: el primero con contenedores grandes, metálicos como los que se utilizan en la recolección de residuos de jardinería. Requieren un camión con sistema hidráulico que los levante y los vacíe. Su inconveniente es que debe cambiarse un contenedor lleno por uno vacío y su peso debe moverse constantemente. El contenedor lleno se vacía y luego se lleva a otro sitio donde hay otro lleno y se intercambian. Esto aumenta el número de viajes, desgasta los camiones, y requiere una gran inversión de gasolina, tiempo y esfuerzo. La ventaja es que la basura no debe manipularse.
- El segundo sistema consiste en un camión con carga trasera y grúa hidráulica que ensarta el contenedor, lo levanta y lo vacía en el camión en ese momento, dejando el contenedor nuevamente en su lugar. Estos contenedores tienen ruedas para facilitar su movimiento y son de distintos tamaños, pero los más versátiles son de 1m<sup>3</sup> de capacidad, más anchos que altos y de un material plástico resistente a los golpes y a la intemperie. En un solo recorrido se vacían los contenedores y se dejan en su lugar, sin aumentar los viajes. Requieren menos mantenimiento y tienen menor desgaste. Su

desventaja es su capacidad y su mayor vulnerabilidad. Estos contenedores podrían utilizarse para distintos residuos si se realiza la separación en toda la universidad<sup>3</sup>.

- Los camiones deben ser reemplazados por unos más modernos. Para ello es importante tener claro qué sistema de recolección se va a implementar, así como considerar la cantidad de basura que se genera para adquirir el número de camiones adecuado.
- El ex-incinerador no debe utilizarse como unidad de transferencia, al cambiar los camiones ya no será necesario vaciar la basura y pasarla a otro camión. Puede mantenerse y acondicionarse como centro de acopio, pero dependerá de los acuerdos con cada empresa que se lleve los materiales para reciclaje.

---

<sup>3</sup> Esta fue la alternativa que se utilizó al sustituir el esquema de artesas en 1995.

## VIII. LITERATURA CITADA

- A.M.C.R.E.S.P.A.C. (1994) "Sistemas de Reciclaje de Residuos Sólidos Municipales", Curso sobre manejo y disposición final de los residuos sólidos. Programa Universitario de Medio Ambiente, Asociación Mexicana para el Control del los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C. Auditorio Nabor Carrillo, CU, México.
- BARRADAS, V. y R. J-SERES (1988) "Los pulmones urbanos" En Ciencia y Desarrollo Num. 78 año XIII. Enero-febrero. pp. 61-72.
- BIOCYCLE (1991) "The Biocycle Guide to the Art & Science of Composting" Journal of Waste Recycling. The Jg Press, Inc. Pennsylvania, U.S.A. pp 14-16.
- BLANCO, R. (1997) "Técnicas de reciclaje de plásticos" En: Hernández, F.C. y González, M.S., (Eds.) Reciclaje de residuos sólidos municipales. Programa Universitario de Medio Ambiente. pp.72-111.
- BRAVO, H.(1982) "Manejo de desechos sólidos en Ciudad Universitaria". Reporte de investigación. Departamento de Contaminación Ambiental. Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM.
- CANO, A. (1997) "Técnicas de reciclaje para el papel" En: Hernández, F.C. y González, M.S., (Eds.) Reciclaje de residuos sólidos municipales. Programa Universitario de Medio Ambiente. pp. 69-71.
- CARABIAS, J. (1988) "Deterioro ambiental en México" Rev. Ciencias 13, Facultad de Ciencias, UNAM. México. pp. 13-19.
- CAREAGA, .J.A. (1997) "El reciclaje en el contexto del manejo integral de los residuos sólidos" En: Hernández, F.C. y González, M.S., (Eds.) Reciclaje de residuos sólidos municipales. Programa Universitario de Medio Ambiente. pp 27-51.
- CARRILLO, T.C. (1995) "El Pedregal de San Ángel". Universidad Nacional Autónoma de México. México, 177 pág.
- CASTILLO, H. (1997) "Basura y Sociedad" En: Hernández, F.C. y González, M.S., (Eds.) Reciclaje de residuos sólidos municipales. Programa Universitario de Medio Ambiente. pp 174-183.
- CASTILLO-ARGÜERO, S., G. MONTES, M.A. ROMERO, Y. MARTÍNEZ, P. GUADARRAMA, I. SÁNCHEZ y O. NÚÑEZ (2004) "Dinámica y conservación de la flora del matorral xerófilo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (D.F., México)" en Boletín de la Sociedad Botánica de México, 74, p. 51-75.
- DDF (1991) "Reporte anual sobre la calidad del aire en la ciudad de México" Febrero de 1991, DDF.

- DDF (1996) "La contaminación atmosférica en el Valle de México: acciones para su control 1988-1994" Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México. México, DF.
- DE LA BATUT, C., C. BEAU y P. BARRET (1990) "Desarrollo Rural en América Latina, la experiencia de algunas organizaciones no gubernamentales" Ed. GEYSER, GEA, A.C. México, DF. 369 pag.
- DEL VAL, A. (1993) "Reciclaje: Manual para la recuperación y el aprovechamiento de las basuras". Ed. Integral. Barcelona, España. 243 p.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (1994) "Proyecto de norma oficial mexicana NOM-083-ECOL-1994" 22 de junio.
- DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS (1990) "Caracterización de residuos en el circuito interior de CU" Reporte interno. UNAM.
- DOF (1988) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Diario Oficial de la Federación, 28 de enero de 1988.
- EPA (1989) "Decision-Makers Guide to Solid Waste Management" EPA/530-SW-89-072. United States Environmental Protection Agency. U.S.A. 153 p.
- E.P.A. (1990) "Plastics: The facts on source reduction" From EPA's report to Congress on Methods to Manage and Control Plastic Wastes. Environmental Fact Sheet, February 1990. United States Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste.
- EPA (1990) "The facts on Recycling Plastics". From EPA's report to Congress on Methods to Manage and Control Plastic Wastes. Environmental Fact Sheet, February. United States Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste.
- ESPINOSA, G.M. (1987) "Recolección selectiva y aprovechamiento del material orgánico de desecho en CU" Tesis profesional para ingeniero agrícola. U.N.A.M., FES Cuautitlán.
- EZCURRA, E. (1991) "¿Qué mide el IMECA?". Revista Ciencias 22. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. pp 41-43.
- FRANCO, M. y G. PONCIANO (1993) "El papel de la UNAM en la investigación y formación de recursos humanos en materia ambiental" OIKOS 24, Boletín Bimestral del Centro de Ecología, UNAM. Noviembre/Diciembre. México, DF.
- GARCIA, M.E. (1981) "Modificación al sistema de clasificación climática de Köpen, México, DF., UNAM.
- GODF (2003) Decreto por el que se crea la Ley de residuos sólidos del DF. Gaceta Oficial del Gobierno del Distrito Federal. 22 de abril de 2003. Asamblea Legislativa del D.F.

- GODF (2000) Ley Ambiental del Distrito Federal. 13 enero de 2000. Asamblea Legislativa del DF.
- GONZÁLEZ, G. E. (1994) "Elementos estratégicos para el desarrollo de la educación ambiental en México" Secretaría de Desarrollo Social, Instituto Nacional de Ecología. pp. 112.
- GONZÁLEZ, S. (1997) "Presentación de la V Reunión Anual del PUMA" En: Hernández, F.C. y González, M.S., (Eds.) Reciclaje de residuos sólidos municipales. Programa Universitario de Medio Ambiente. pp. 9-10.
- GONZÁLEZ, S., POZOS, B., SCHMAL, J. y HERNÁNDEZ C. (1994) "Caracterización de la basura en Ciudad Universitaria". Informe final del proyecto No. 4303 elaborado para la DGOSG y el PUMA de la UNAM. 18 pag.
- HERNÁNDEZ, F.C. y S. GONZÁLEZ (1997) "Reciclaje de residuos sólidos municipales". Programa Universitario de Medio Ambiente, México D.F.
- HAMMER, M. y J. EARLE, (1990) "Reduce-Reuse-Recycle: Alternatives for Waste Management". In: Home Economics, Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, U.S.A. (HE3157).
- HAMMER, M. (1993) "Source Reduction: The Number 1 Waste Management Alternative". Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, U.S.A. Fact Sheet 3168. 7pag.
- IBUNAM (1992) "Producción de composta a nivel doméstico", Instituto de Biología, Programa Universitario de Medio Ambiente, UNIVERSUM. México, D.F. UNAM.
- INE (2006) Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Capítulo 4 Residuos sólidos urbanos. [http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=495](http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=495)
- LEZAMA, J.L. (2000) "Crítica a la política del aire en el valle de México, 1979-1996." El Colegio de México. 330 pag.
- LÓPEZ DE JUAMBELZ, R. (1990) "El impacto de los desechos sólidos sobre el medio" Rev. Ciencias #20. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. p.p. 37-41.
- LÓPEZ, F. (1997) "Situación actual del reciclaje en México" En: Hernández, F.C. y González, M.S, Editores. Reciclaje de residuos sólidos municipales. Programa Universitario de Medio Ambiente. pp 161-173.
- MAZARI, M. (1990) "Ciudad de México ¿una ciudad sin límites?" En Oikos #6, Boletín del Centro de Ecología, U.N.A.M. noviembre-diciembre.
- MEAVE, J. (1993) "Difusión de alto nivel permitirá la conservación de la Reserva Ecológica de CU" Gaceta U.N.A.M., 6 de diciembre de 1993. pp. 14-15.

- MERCADO, F. y JONGUITUD, V. (1984) "Evaluación operativa de la planta incineradora de desechos sólidos de Ciudad Universitaria" En: Memoria del IV Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. México.
- MEZA, A. (2007) Imagen, símbolos y representaciones sociales de la UNAM a 450 años de su Fundación y a 73 de su Autonomía  
<http://www.unidad094.upn.mx/revista/43/imagensimbol.htm>.
- NOVO, M. (1998) "La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas". Ediciones UNESCO-Editorial Universitas, 290 pag.
- PUMA (1994) "Control Ecológico del Campus" Programa Universitario de Medio Ambiente y de la Comisión para el Control Ecológico del Campus, Folleto informativo. Mayo. México, DF. UNAM.
- PUMA (1995) "Cursos de Actualización para 1995" Folleto de difusión, Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. México, DF.
- RAMÍREZ, R. (1996) "El cuidado del ambiente en la Universidad Nacional Autónoma de México" En Rivero, O. y G. Ponciano (Eds.), La situación ambiental en México, Programa Universitario de Medio Ambiente. pp. 123-124.
- RAZO, A. (1997) "Técnicas de reciclaje de metales" En: Hernández, F.C. y González, M.S., (Eds.) Reciclaje de residuos sólidos municipales. Programa Universitario de Medio Ambiente. pp. 112-116.
- ROJO, A. (1990) "Una Reserva Ecológica en CU" OIKOS 4, Boletín Bimestral del Centro de Ecología, UNAM. Julio/Agosto 1990. México, DF.
- ROJO, A. (1990) "Últimos cambios en la Reserva *El Pedregal*" OIKOS 5, Boletín Bimestral del Centro de Ecología, UNAM. Septiembre/Octubre 1990. México, DF.
- ROJO, A. (1992) "Jornadas de Conservación en el Pedregal" OIKOS 17, Boletín Bimestral del Centro de Ecología, UNAM. Octubre/Noviembre 1992. México, DF.
- SÁNCHEZ, E. (1994) "Manejo y control de los desechos sólidos en Ciudad Universitaria" En Rivero, O. y G. Ponciano (Eds.), La situación ambiental en México, Programa Universitario de Medio Ambiente. pp. 127-130.
- SANCHOyCERVERA, J. y ROSILES, G. (2005). Situación Actual del Manejo Integral de los Residuos Sólidos en México. SEDESOL-INE.
- SEDUE (1988) Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
- SEDESOL-INE (1994) "Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente" 1993-1994. Secretaría de desarrollo Social, Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 374 p.

- SMA, (2004) Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Distrito Federal 2004-2008. Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal, Octubre 2004.
- TCHOBANOGLIOUS, G. THEISEN, H., y VIGIL, S. (1993) "Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues". McGraw Hill Inc. U.S.A. pp 10-21.
- TREJO, V.R. (1987) "La disposición de los desechos sólidos urbanos" Rev. Ciencia y Desarrollo, #74, año XIII, pp 79-89.
- UNAM (1994) "Guía Universitaria" Secretaría Administrativa de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 233 p.
- UNAM (2007) Cuaderno de Información Estadística Básica Población Escolar UNAM: 1980-2003 y Cuaderno de Información Estadística Básica Docencia 1993-2003 Dirección General de Planeación, UNAM  
[http://www.planeacion.unam.mx/publicaciones/pob\\_esc.html](http://www.planeacion.unam.mx/publicaciones/pob_esc.html)

## **IX. ANEXOS**

### ***Anexo 1: Formatos de registro de datos***



“Diagnóstico y caracterización de residuos en CU”  
Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM  
Ficha para registrar los tipos de residuos que se obtienen de la separación en el depósito general de basura

Fecha \_\_\_\_\_

Nombre del tomador de datos \_\_\_\_\_

FRACCIONES EN KILOGRAMOS								
# de dato	PAPEL	VIDRIO	METAL	ALUMINIO	PLÁSTICO	MAT. ORGÁNICA	TODO LO DEMÁS	TOTAL
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
<b>TOTAL</b>								

## **Anexo 2. Proyecto de educación ambiental para la recuperación de papel en CU**

### **“Breve reseña del proyecto de educación ambiental para la recuperación de papel en CU coordinado por el Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM de octubre de 1995 a diciembre de 1997”**

En 1994 se empezó la evaluación del sistema de manejo de residuos en CU. Éste estuvo a cargo del PUMA y de la DGO. Para ello se hicieron recorridos por todo CU y además un diagnóstico del que se derivaron las siguientes conclusiones:

- La recolección de la basura debe ser modificada ya que los trabajadores de limpia se someten a condiciones de alto riesgo al recolectar la basura, que incluso contiene residuos peligrosos, sin ningún equipo de protección.
- Debe evitarse que el material que se genera se revuelva, ya que hay gran cantidad de materiales que podrían recuperarse para reutilizarse, reciclarse o compostarse y otros que deberían seguir una ruta alterna para disminuir riesgos a la salud y al ambiente.
- Se calcularon 35 toneladas de basura al día, de las cuales el 35% estaba compuesto por papel.
- Después de recolectada la basura, es muy difícil tratar de separarla ya que pasó por una fase de revoltura y compactación en los camiones. Por ello, la separación debe hacerse en el mismo sitio en que se genera.
- Para lograr la separación y recuperación en el mismo sitio de la generación, es necesario contar con la participación de todos los generadores y recolectores de basura.
- La participación puede promoverse cuando los generadores están convencidos de que deben hacerlo y cuando existe la infraestructura que les facilite su participación.
- Por ello, es importante considerar los aspectos técnicos y los educativos y deben implantarse a la par.

A partir de las consideraciones anteriores, en 1995 se hicieron cambios en las técnicas para recolectar la basura en CU. Definitivamente las condiciones de seguridad para los

trabajadores se mejoraron, así como se redujo el tiempo de trabajo para limpiar todos los contenedores de CU.

Además, para abordar el aspecto educativo de la recuperación de residuos en fuente, se inició en 1995 el proyecto piloto “Educación Ambiental para la participación comunitaria en la recuperación de papel”.

Este proyecto se planeó como un espacio dentro de la UNAM dedicado a la búsqueda y aplicación de soluciones, así como al apoyo para la información y formación de personas en el ámbito de la educación ambiental y el manejo de residuos sólidos.

Cabe destacar que se trata de un proyecto educativo que utiliza el tema de la recuperación del papel como pretexto para abordar una problemática ambiental y para insertarse en un programa de educación ambiental más amplio, tratando de establecer las bases de las vías de acción y metodologías más apropiadas para la introducción de este tipo de programas en la UNAM.

Para ello, se procedió como primer paso, a conformar un equipo que llevara a cabo esta actividad. Los participantes de este grupo deberían estar dispuestos a trabajar directamente con la basura, tener conocimientos de educación ambiental, de elaborar materiales didácticos, trabajar con la comunidad, trabajar en equipo de manera horizontal participar en planeaciones participativas, hacer encuestas, cuestionarios, evaluaciones, seleccionar, analizar y sintetizar información, capacidad de comunicarse con cualquier tipo de persona, manejar información actualizada sobre basura, así como ser capaz de formar otros recursos humanos. Este grupo de personas logró consolidarse a partir de mucha capacitación y trabajo, lo que también requirió tiempo.

Este equipo diseñó un programa de trabajo que se implantó en la Coordinación de la Investigación Científica. Sus resultados fueron los siguientes:

- Presentación del proyecto a autoridades de la CIC.
- Elaboración de diagnóstico inicial de generación de basura.
- Elaboración de diagnóstico inicial de conocimientos en torno a los temas ambientales.
- Elaboración de materiales de difusión y educativos: carteles, boletines, audiovisuales, etc.
- Taller de planeación participativa para la recuperación de papel en la oficina.

- Capacitación de 65 personas en recuperación de papel.
- Elaboración y ubicación de contenedores de escritorio
- Acondicionamiento de la zona de acopio de papel ubicado en el traspatio de la CIC para mantener en buenas condiciones el papel y ubicarlo en un lugar específico.
- Selección e instalación de 10 contenedores “Sólo para Papel”. Cada contenedor costó \$500.00 más IVA y fue una adaptación exclusiva para la UNAM.
- Acordar con la gente de Dirección General de Obras para garantizar la recolecta constante del material recuperado. Incluir a la CIC en las rutas de recolección de residuos separados.
- Realización de diagnósticos continuos para evaluar la participación en la recuperación de papel en la CIC:
  - Según el último diagnóstico, en mayo de 1997, la CIC genera diariamente 28.65 kg. de residuos. De ellos, 22.57 kg son papel (78.99%). De estos se recuperan para enviarse a reciclar 20.74 kg (91.89).
  - Los datos que se tenían cuando se inició el proyecto, de septiembre de 1995-a junio de 1996 referían que diariamente se recuperaban para reciclarse 5.3 kg de papel (56%) y se tiraban 4.1 kg. (44%).
- Posteriormente, el proyecto se instaló en la Coordinación de Vinculación, pero por cuestiones de tiempo no se dio el seguimiento adecuado y los resultados no han sido los esperados. También se colocaron contenedores en esta coordinación.
- Se solicitó el proyecto de la casa del Lago, donde se llevó a cabo un taller de planeación y capacitación y se ubicaron 5 contenedores.

En el marco de las actividades del proyecto de recuperación de papel y con el objeto de tener datos que permitieran hacer una selección más objetiva de las dependencias a las que debería extenderse este proyecto, en noviembre de 1996 se hizo un nuevo diagnóstico de generación de residuos en CU. Los datos que se obtuvieron fueron los siguientes:

- En la zona escolar se CU se producen 25 toneladas diarias de basura, sin incluir la zona cultural. De ellas, el 10.8% es papel, 17.2% es vidrio, 0.88% metal, 4.7% plástico, 13.7 materia orgánica y 52.6% es todo lo demás.
- Se van a la basura **2.7 toneladas diarias** de papel potencialmente recuperable, lo que equivale a **59.4 toneladas mensuales**.
- Según los datos de recuperación de papel en CU por la empresa Loreto y Peña Pobre, de julio a octubre de 1997 se vendieron 60,162 kg de papel. Esto es, 15,040.5 kg mensuales, y a cambio se dieron \$34,464.56, o sea **\$8,616.4 al mes**. Aproximadamente a \$0.6 el kg. de papel.
- Si se suma lo que se recupera y lo que es potencialmente recuperable, tenemos una generación promedio de papel de **3.2 toneladas diarias o 74.44 toneladas mensuales**.
- Por tanto, del papel potencialmente recuperable de CU, sólo se recupera el **15.7% diariamente**.
- Si se recuperara el 100% del papel, se obtendrían ingresos hasta de **\$44,664.00 mensuales**.

También se determinaron algunas dependencias en las que se podría empezar a trabajar con base en los siguientes indicadores:

- a) cantidad de papel que llega a la basura.
- b) cantidad de papel que es mandado a reciclar por dependencia.
- c) tipo de actividad que se realiza en las dependencias.
- d) tipo y cantidad de personal que labora en cada dependencia.
- e) ruta a la que contribuye.

Para determinar que dependencias serían adecuadas para implantar el programa de recuperación de papel, se determinaron aquellas en las que se tira mucho papel a la basura, que tienen poca diversidad de actividades, que tienen una cantidad media de

personal y que contribuyan a una misma ruta de recolección. Las propuestas son las siguientes:

DEPENDENCIA	PAPEL EN LA BASURA	PAPEL RECICLADO	TIPO DE ACTIVIDAD	NÚMERO DE PERSONAL			RUTA DE RECOLECCIÓN
				Administrativo	académico	confianza	
Dir. Gral de Obras	10.23	1.74	administrativa	200			3
Dir. Gral. de personal	9.14	0.74	administrativa	286		202	3
Inst. de fisiología celular	3.38	2.86	investigación	102	127		
Inst. Geografía	2.46	0.87	investigación	35	127		2
Inst. de Materiales	4.94	2.03	investigación	109	65		2

Estas opciones permitirían impactar dependencias que durante el diagnóstico resultaron ser las de mayor producción de papel en la basura, con lo cual se podría incrementar la cantidad de papel recuperado y reciclado, además, se podría impactar una ruta de recolección y la cantidad total de papel que se tira en CU. Además, el tipo de personas al que está dirigido facilitarían su aplicación.

**Anexo 3. “Diagnóstico de residuos sólidos en Ciudad Universitaria llevado a cabo del 4 al 8 de noviembre de 1996 y coordinado por el Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM”**

DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS  
EN CIUDAD UNIVERSITARIA

*Israel Reyes,\* Antonio Silva,\*  
Claudia Hernández,\* Amelia Gutiérrez,\*  
Ulises López,\* Mariana Camacho\**

INTRODUCCIÓN

Una de las principales características que ha generado el desarrollo actual es la necesidad a tener acceso a una mayor cantidad de bienes materiales sin importar a qué costo. Con el surgimiento de la propuesta de desarrollo sustentable que plantea satisfacer las necesidades de la población actual y también las de las generaciones futuras, se busca evitar la destrucción indiscriminada de los recursos naturales y crear un ambiente sostenible y más agradable a la sociedad.

Uno de los principales problemas al que ésta se enfrenta es la alta generación de residuos sólidos, más conocida como *basura*; estos residuos sólidos son un subproducto de la actividad humana y se generan en forma ininterrumpida en todos los sitios en los que existen asentamientos humanos, en una proporción estrechamente relacionada con el número de habitantes, con su capacidad de producir y usar bienes de consumo y con su modo de vida. Un ejemplo de ello lo tenemos en el Distrito Federal, donde se genera aproximadamente un total de 11 140 toneladas diariamente (Carreaga, 1995). El desconocimiento en la forma de darles un tratamiento adecuado a los residuos ha traído consigo una serie de problemas que en términos generales se traducen en una fuerte degradación ambiental y costos económicos (derroche de recursos) (Meza, 1993). Para poder seleccionar una alternativa de tratamiento adecuado de los residuos es necesario tomar en cuenta los siguientes criterios: la cantidad de material a tratar, las fluctuaciones en la cantidad y composición de la basura, los espacios donde se realizará el tratamiento, y una evaluación financiera, entre otros (Trejo, 1987).

\* Proyecto “Educación Ambiental para la participación comunitaria en la recuperación del papel en Ciudad Universitaria”, Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM.

Los diagnósticos de basura son un instrumento de gran utilidad que permiten dimensionar el problema de los residuos sólidos que no son aprovechados y atiende los criterios de selección de alternativas de tratamiento de los residuos. Los diagnósticos permiten determinar la cantidad de residuos sólidos que se producen en un área y caracterizar los materiales que pueden ser reciclados (EPA, 1987).

El Programa Universitario de Medio Ambiente, con la finalidad de ampliar los programas de educación para la recuperación de papel, realizó un diagnóstico de residuos sólidos en Ciudad Universitaria con el objetivo 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 las siguientes etapas:

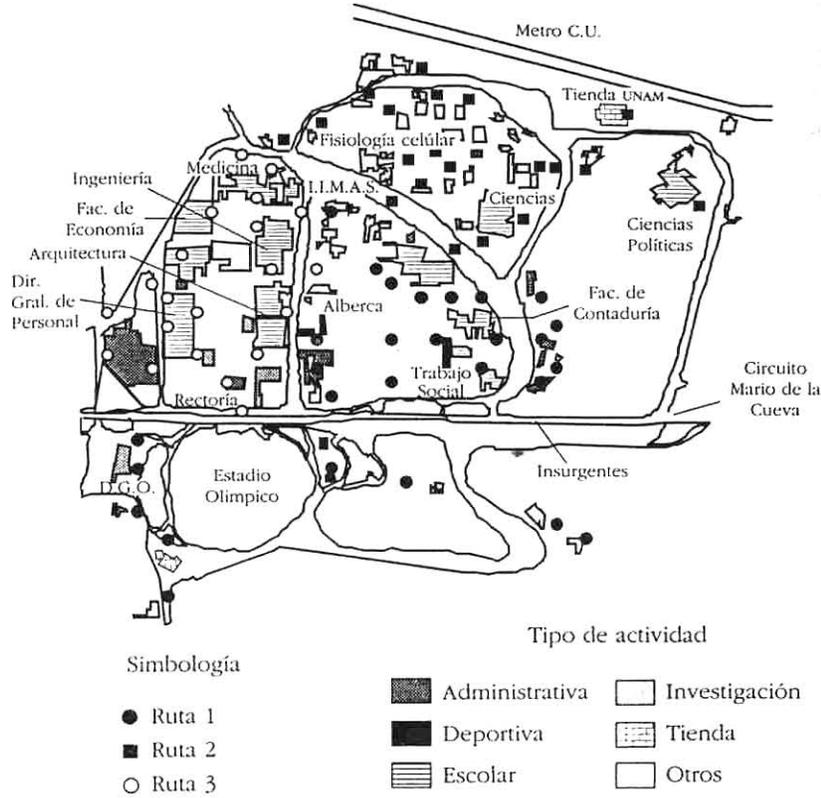
- a) Caracterización del manejo de los residuos sólidos en Ciudad Universitaria. Consistió en identificar las características particulares del proceso de recolección, transporte y de disposición final de los residuos sólidos.
- b) Elaboración y aplicación de un muestreo. En él se determinó la distribución, número y tamaño de las muestras; también se seleccionaron las técnicas y materiales de trabajo en la separación y pesaje de los residuos y la fecha apropiada para llevar a cabo la 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 Ciudad Universitaria.

#### CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN

En esta caracterización se observó el sistema de recolección, con lo que se pudieron identificar dos zonas: la primera está formada por la zona escolar donde el sistema consta de tres rutas de recolección y la basura es depositada en 270 contenedores de 1.1 m<sup>3</sup> distribuidos en 70 sitios (ver mapa); la recolección es realizada por tres camiones con dispositivos mecánicos de volteo de contenedores lo que hace que el sistema sea dinámico y eficiente. Estos recorridos se hacen en dos 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 litros 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.

DEPENDENCIAS DE CIUDAD UNIVERSITARIA SEGÚN TIPO DE ACTIVIDADES Y LOCALIZACIÓN DE CONTENEDORES



Elaboró: Israel Reyes.

Fuente: Diagnóstico de Ciudad Universitaria. Programa Universitario de Medio Ambiente, 1996.

ELABORACIÓN DEL MUESTREO

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, que equivalen 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 kilos, 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 (m. o.) y todo lo demás.

Para estimar la cantidad de residuos que se produce en Ciudad Universitaria, solamente en la zona escolar, se empleó la siguiente formula:  $Q = 2(n \cdot p)$

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 Ciudad Universitaria. Cabe señalar que los datos sólo se obtuvieron en peso por lo que la proporción volumétrica es diferente.

El total de basura encontrada fue de 4 162.28 kilogramos durante la semana de muestreo, para un promedio por día de 832.45 kg. La cantidad de residuos por fracciones es la siguiente:

Fracción/día	Lunes kg	Martes kg	Miércoles kg	Jueves kg	Viernes* kg	Total kg
Papel	121.35	88.30	106.70	91.55	44.65	452.55
Vidrio	167.95	176.75	148.60	164.00	58.90	716.20
Metal	6.30	9.15	7.05	10.25	4.00	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	2 189.52
Total	937.38	945.40	971.04	978.72	330.30	4 162.28

\* El viernes sólo se separó la tercera parte de la muestra.

La proporción de residuos de las dependencias que fueron muestreadas se presenta en este cuadro:

Dependencia	Papel kg	Vidrio kg	Plástico kg	Metal kg	M.O. kg	Todo lo demás
Alberca	4.20	17.35	6.45	1.15	122.07	142.48
Biomédicas	10.60	55.80	11.25	2.75	9.67	141.36
CELE	9.50	47.25	9.75	6.30	24.56	65.78
Cienc. Políticas	37.15	19.45	12.60	0.80	10.40	67.15
Ciencias	18.10	110.45	16.50	2.00	57.56	145.45
Contaduría	13.75	43.40	7.75	0.40	27.32	71.78
DGO	51.15	6.70	5.35	0.50	22.36	63.45
Derecho	14.55	55.45	7.80	1.65	33.50	109.35
Economía	32.30	49.75	11.10	1.60	15.32	145.38
Filosofía	39.00	31.80	6.90	1.30	58.40	82.00
Fisiología C.	16.90	11.75	3.75	0.95	31.20	56.30
Geografía	9.85	30.30	5.80*	1.90	1.35	129.70
Gimnasio	13.50	30.45	17.35	2.50	1.60	172.52
IIMAS	11.50	29.40	17.90	3.85	8.60	120.65
I. I. Materiales	24.70	19.65	6.00	3.40	16.54	137.26
Odontología	9.85	38.25	9.25	0.60	66.05	147.52
Dir. de personal	45.70	21.55	7.55	0.25	26.35	73.95
Rectoría	29.80	20.10	8.75	1.55	1.01	44.54
SUA	23.55	6.70	7.65	0.75	7.70	47.30
Trabajo social	11.95	31.45	11.30	1.60	0.00	101.90
Veterinaria	24.95	39.20	6.60	0.95	28.70	123.70

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos de este muestreo se ha podido estimar el total de la producción de residuos sólidos en Ciudad Universitaria. Así tenemos que tomando como base los 260 contenedores que se encuentran colocados en las tres rutas, se determinó que la cantidad de residuos sólidos que se produce en la zona escolar de Ciudad Universitaria es de 24 374 kilogramos diarios aproximadamente,<sup>1</sup> de los cuales el papel conforma 10.8%; el vidrio, 17.2%; el metal, 0.88%; el plástico, 4.7%; la materia orgánica, 13.7%; y todo lo demás compone el 52.6%. Cabe señalar que esta última fracción incluye materiales que ya no se pueden separar ni reciclar (materia orgánica, cascajo, papel sanitario, envolturas, etcétera) y residuos peligrosos (jeringas, sustancias químicas y otras).

<sup>1</sup> No incluye la producción de residuos en la zona cultural.

Otro aspecto que es importante indicar es la diferencia en proporción de cada fracción que se presenta en las dependencias y que está dada 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.

Aun cuando existen programas de separación de papel en varias dependencias de Ciudad Universitaria, es muy elevada la cantidad de papel que se va a la basura y que puede ser recuperado.

La producción de basura refleja patrones de comportamiento en la comunidad universitaria, ya que por ejemplo, aun 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 productos varios.

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

#### BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, Humberto *et al.*, *Manejo de los desechos sólidos generados en Ciudad Universitaria, México, D.F.*, México: Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, 1981.
- Careaga, Juan, "El reciclaje en el contexto del manejo integral de los residuos", en *Reciclaje de residuos sólidos municipales*, México: PUMA, 1997.
- Environmental Protection Agency, *Decision-makers guide to solid waste management*, E.V., 1989.
- González M., Simón, Schmal, Johann, Pozos, Benjamín, Hernández F., Claudia, *Caracterización de la basura en Ciudad Universitaria*, México: Inst. de Ingeniería-PUMA, 1994.
- Hernández, Claudia y Barrera, Salvador, *Guía práctica para el diagnóstico de residuos sólidos*, México: PUMA.
- Meza, Leonardo (comp.), *Medio ambiente y desarrollo*, México: Fundación Friedrich Ebert, 1993.
- Restrepo, Ivan *et al.*, *Los demonios del consumo (basura y contaminación)*, México: Centro de Ecodesarrollo, 1991.
- Restrepo, y D. Phillips, *La basura. Consumo y desperdicio en el Distrito Federal*, México: Centro de Ecodesarrollo, 1985.
- Trejo Vázquez, Rodolfo, "La disposición de los desechos sólidos urbanos", *Ciencia y Desarrollo*, año XIII, núm. 74, mayo-junio de 1987.

Tomado de HERNÁNDEZ, F.C. y S. GONZÁLEZ (1997) "Reducción y reciclaje de residuos sólidos municipales". Programa Universitario de Medio Ambiente, México D.F.

**Anexo 4. Programa “Por UNAMambiente sin basura”**

Información General obtenida de recorridos por Ciudad Universitaria

Coord. Antrop. Rosa Ma. Vázquez-Mellado C.

Lic. Mónica Gabriela Gutiérrez Gutiérrez

Enero, 2006

[www.unam.mx/puma](http://www.unam.mx/puma)**HALLAZGOS****Comunidad universitaria**

Personal de servicios urbanos señaló que los estudiantes son quienes más colaboran en CU, en cambio el personal académico es el más renuente a participar.

**Externos**

Aproximadamente el 30% de la basura que se recolecta en CU es generada por población externa que al transitar por las vialidades aprovecha los botes campana y contenedores que están a su paso para depositar bolsas que generan en sus hogares.

Al parecer esta situación es nueva, como resultado de la colocación de botes y contenedores que dispuso el Programa “Por UNAMambiente sin basura” al acceso de transeúntes que utilizan vías internas como atajos al tránsito y en toda la periferia.

**ESPACIOS****Aspecto exterior de patios y jardines del Campus**

Durante los recorridos fue posible observar que el área de Rectoría a la que llaman “las Islas”, está muy cuidada e impecablemente barrida. Se nos informó que incluso se barre en fines de semana, dado que los estudiantes realizan eventos sociales y deportivos en las áreas verdes del Campus.

Al observar el contenido de los botes campana encontramos muestras de intentos de separación de residuos; en los contenedores, sin embargo, encontramos basura.

**Áreas críticas**

a) En entrevista un informante señala que cuando él era responsable de barrer, una de las áreas críticas era la tienda UNAM, donde la gente tira indiscriminadamente los residuos, así como el área junto al estacionamiento de la alberca.

b) Hay áreas que no están bajo la responsabilidad de ninguna coordinación debido a cuestiones presupuestales, como por ejemplo la tienda UNAM y las áreas verdes circundantes a la alberca.

c) La Facultad de Ciencias, que es una de las facultades con mayor número de población, dado que concentra cuatro carreras (Matemáticas, Biología, Actuaría y Física). La Facultad de Contaduría en su cruce con Insurgentes, el metro y las gasolineras son entradas que abren los fines de semana, los comercios que preparan y procesan alimentos generan una gran cantidad de desechos orgánicos que exceden en proporción a los inorgánicos.

#### Otras iniciativas

Fue posible observar que existen algunas dependencias que tienen más de dos depósitos de residuos: papel y cartón, latas, pilas, PET y orgánicos.

Es común observar a personas que traen bolsas de basura de su casa y la depositan en botes campana y contenedores, o en su caso hay quien la deposita en los andadores del estacionamiento.

Diferencias en el volumen de los contenidos de los botes campana: en el recipiente para residuos inorgánicos suele haber mayor cantidad que en el de orgánicos. La proporción estimada es de 80/20.

Suponemos que en su mayoría la comunidad universitaria que transita por áreas comunes está separando, sin embargo, el porcentaje que no separa es tan significativo que con ello desvirtúa el proceso desde su inicio.

#### Infraestructura y recolección

En algunos lugares (p.e. Instituto de Biología) observamos que los botes de los dos tipos de residuos están colocados a varios metros de distancia uno de otro, lo que puede ser un factor que dificulte la voluntad de las personas a separar, sugerimos verificarlo.

Cuando existen retrasos en la recolección es común que los recipientes inorgánicos – botes y contenedores- se saturen lo que origina que la comunidad opte por depositar los residuos en los depósitos orgánicos, los cuales aún tienen espacio disponible. Es

probable que esta situación desmotive a toda la comunidad, así como al personal de servicios generales.

Los botes campana para residuos orgánicos tienen residuos inorgánicos, como envolturas de galletas. Probablemente la gente ignora si este tipo de envolturas es orgánica o inorgánica.

En el área de Rectoría los desechos están revueltos, no separados.

## Botes

Hay tramos muy largos sin botes o contenedores.

Se observan intentos de separación en los botes campana.

Ya es en el contenedor donde todos los residuos están revueltos como basura.

Los botes no tienen bolsas porque ya han sido recogidos los residuos del turno, y aun cuando no hay bolsas, la gente deposita allí los residuos. Pareciera que al usuario no le importa que no se usen bolsas.

Hay diferentes tipos de botes: botes unitarios, residuos de épocas anteriores

En áreas exteriores no hay información junto a los botes acerca de los criterios para separar correctamente los residuos.

Los carteles con información para la separación de residuos sólidos los hemos encontrado exclusivamente en muros de oficinas, en el área secretarial y en los baños.

En muchos casos alejados del bote.

El personal responsable de los camiones recolecta los residuos simultáneamente, es decir, debido a que ellos encuentran que están revueltos manejan indistintamente la colecta, al camión son vaciados los contenedores verdes y grises al mismo tiempo.

Un conductor de camión recolector, informa que los comercios son los más difíciles para aceptar la separación de residuos.

Información específica de la Coord. de Servicios Urbanos

EXISTEN 2 ZONAS DE RECOLECCIÓN:

a) Ciudad Universitaria

Infraestructura: 3 camiones recolectores con franja verde

3 camiones recolectores con franja gris

2 barredoras

b) CENTRO CULTURAL (su manejo es independiente de la anterior)

Infraestructura: 1 camión recolector con franja verde

1 camión recolector con franja gris

1 camión "viejito"

1 barredora