

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
MODULO I: RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES  
DEL 13 AL 18 DE MARZO DE 1995.  
DIRECTORIO DE PROFESORES

ING. JORGE SANCHEZ GOMEZ  
DIRECTOR DEL DEPTO.  
DEPTO. D.D.F. P. 6  
SN. ANTONIO ABADA 122 P. 6  
COL. TRANSITO  
TEL. 578 50 289

M.I. GABRIEL MORENO PECERO  
JEFE DE LA DECFI-UNAM  
PALACIO DE MINERIA  
TACUBA 5 PISO 1  
COL. CENTRO  
TEL. 512 99 55

ING. ARTURO DAVILA VILLARREAL  
DIRECTOR GENERAL  
PROCESA, ING. Y ECOLOGIA, SA. CV.  
RANCHO SECO 127  
SANTA CECILIA  
04930 MEXICO, D.F.  
TEL. 671 68 13

ING. CONSTANTINO GTZ. PALACIOS  
GTE. DE INGENIERIA AMBIENTAL  
FONATUR  
INSURGENTES SUR 800 NO. 13  
COL. DEL VALLE  
03100 MEXICO, D.F.  
TEL. 536 44 90

BIOL. MARTHA P. GTZ. ROJAS  
JEFE DE AREA  
DIREC. GRAL. DE SERVS. URBANOS  
AV. 608 ESQ. AV. 412 S/N  
SAN JUAN DE ARAGON  
07950 MEXICO, D.F.  
TEL. 799 27 97

ING. FIDEL CORTES CARBALLAR  
DIRECTOR DE RESIDUOS URBANOS Y  
ESPECIALES  
INST. NAL. DE ECOLOGIA  
RIO ELBA NO. 20  
TEL. 631 82 44

ING. RICARDO ESTRADA NUÑEZ  
SUBDIRECTOR  
DIREC. TEC. DE DESECHOS SOLIDOS  
AV. 412 NO. 608  
COMPLEJO IND. SAN JUAN DE ARAGON  
TEL. 799 26 28

ING. VICTOR GTZ. AVEDOY  
DIRECTOR GENERAL  
AMR. CONSULTORIA INT. SA. CV.  
VARSOVIA 38-302  
TEL. 533 51 07

ING. DOMINGO COBO PEREZ  
DIRECTOR GENERAL  
ING. DE MEDIO AMBIENTE SA. CV.  
AGRICULTURA 83  
COL. 20 DE NOVIEMBRE  
MEXICO, D.F.  
TEL. 515 66 19

ING. FCO. JAVIER MANANERA M.  
DIRECTOR GENERAL  
SANTALO ESTUDIOS Y PROY. SA. CV.  
FELIX CUEVAS 920 B  
COL. DEL VALLE  
03100 MEXICO, D.F.  
605 98 14

REP' 100 31 07 REL' 77  
VA' 207 21/2 100' 000  
DIPLO' DEP D'A  
FEDERACION  
MEX' ECONOMICO SYAVTY MEXICO

REP' 223 33 11  
COM' COMMERCE  
DIPLO' DEP D'A  
FEDERACION DE EST' ESTADOS  
MEX' BENEFICIO 1' DEPEND' 2'

REP' 024 05 10' 221 30  
COM' MEXICO' D'A  
MEX' SYAVTY MEXICO  
MEX' COMMERCE SYAVTY  
MEX' DEP D'A  
MEX' MEXICO  
MEX' DEPEND' DE EST' DE ESTADOS  
MEX' MEX' SYAVTY MEXICO

REP' 100 31 07  
COM' COMMERCE MEX' 1000 10' 100000  
MEX' 207 21/2 100' 000  
DIPLO' DEP D'A  
FEDERACION DE EST' ESTADOS  
MEX' BENEFICIO 1' DEPEND' 2'

REP' 100 31 07  
COM' COMMERCE MEX' 1000 10' 100000  
MEX' 207 21/2 100' 000  
DIPLO' DEP D'A  
FEDERACION DE EST' ESTADOS  
MEX' BENEFICIO 1' DEPEND' 2'

REP' 100 31 07  
COM' MEXICO' D'A  
MEX' SYAVTY MEXICO  
MEX' COMMERCE SYAVTY  
MEX' DEP D'A  
MEX' MEXICO  
MEX' DEPEND' DE EST' DE ESTADOS  
MEX' MEX' SYAVTY MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
 RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

Asociación Mexicana para el Control  
 de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C.  
 (AMCRESPAC)

PALACIO DE MINERIA  
 MEXICO, D.F.

13 + 18 de Marzo, 1995

FEBRERO 1995  
 INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES Y TECNOLOGIAS  
 INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES Y TECNOLOGIAS

CONTRIBUCION	COMUNICACION CON EL ALUMNO	USO DE AYUDAS DIDACTICAS	DOMINIO DEL TEMA	CONTRIBUCION
--------------	----------------------------	--------------------------	------------------	--------------

1.- LE AGRADO SU ESTANCIA EN LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA?  
 SI  NO

2.- MEDIO A TRAVES DEL CUAL SE ENTERO DEL CURSO:

PERIODICO EXGELSIOR	FOLLETO ANUAL	GACETA UNAM	OTROS MEDIOS
PERIODICO EL UNIVERSAL	FOLLETO DEL CURSO	REVISTAS TECNICAS	

3.- QUE CAMBIOS SUGERIRA AL CURSO PARA MEJORARLO:  
 ...

4.- RECOMENDARIA EL CURSO A OTRAS PERSONAS?  
 SI  NO

5.- QUE CURSOS LE SERVIRIA QUE PROGRAMARA LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA:  
 ...

6.- OTRAS SUGERENCIAS:  
 ...

EVALUACION DEL CURSO

...  
 ...  
 ...

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

RECICLAJE. MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

INTRODUCCION

Asociación Mexicana para el Control  
de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C.  
(AMCRESPAC)

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

13 - 18 de Marzo, 1995

# MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, HOSPITALARIOS Y ESPECIALES.

## Introducción<sup>1</sup>

Los residuos sólidos que comúnmente denominados basura y que técnicamente se define como:

" Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó "2,

han estado presentes desde la misma existencia del hombre, puesto que son inherentes a sus actividades. Así, si consideramos al ser humano desde su estado primitivo, hace aproximadamente 500,000 años a.c., los primeros residuos que generalmente se componían, principalmente de cascara de frutas, semillas, vegetales, pedazos de madera y pedernal con los que confeccionaban sus armas y utensilios, huesos y restos de animales que cazaban y comían, además de las cenizas producidas por el fuego cuando este fue utilizado. En esa época, la cantidad que se producía era escasa y la composición de estos desechos era de carácter natural sin crear ninguna afectación. La materia orgánica sufría una descomposición natural que al mismo tiempo enriquecía al suelo con nutrientes. La materia inorgánica no representaba riesgo alguno al equilibrio de los ecosistemas que constituían las efímeras de los nómadas en un sitio determinado.

Aun al evolucionar el hombre a una vida sedentaria, los residuos generados por las labores agrícolas, con el descubrimiento de la agricultura, alrededor de 6,000 años a.c., avícolas y pecuarias, siguieron constituyéndose en su gran mayoría por materia orgánica que al disponerse en el suelo eran biodegradados. Otro tipo de residuos de más difícil degradación física, química y biológica se fueron acumulando pero sin representar tampoco un riesgo serio, a la salud humana y a los ecosistemas naturales. Es el caso, por ejemplo de sitios donde se acumulaban conchas, huesos, restos de armas y utensilios fabricados con metales, piedra y barro o arcilla recocidos.

<sup>1</sup> Preparado por M. en C. Constantino Gutiérrez Palacios.

<sup>2</sup> Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, D.O 28 de enero de 1988.

Existen ejemplos de estas situaciones, como es el caso de Atenas, donde los desechos se arrojaban en tiraderos que se encontraban en las afueras de la ciudad, práctica que desafortunadamente se sigue realizando en muchas poblaciones hasta nuestros días. Los Romanos dejaban también masas de desechos en zanjas abiertas en las inmediaciones de la ciudad, aunque en las guerras se arrojaban también cuerpos humanos que con su descomposición contribuyeron a la aparición de epidemias como la tifoidea, cólera, tifo, etc. que durante siglos se constituyó como un serio problema de salud humana.<sup>3</sup>

Al incrementarse la población a nivel mundial, evidentemente aumentó la cantidad de residuos generados. Las sociedades se transforman en más complejas y diversifican sus actividades agrícolas, agropecuarias y artesanales. El impacto que producen los residuos hasta la edad media, que abarca aproximadamente del año 1000 al año 1500 d.c. fueron más bien locales y principalmente por la cantidad más no por la calidad dado que los derechos en esencia no habían tenido una variación significativa. Se estima que al final de esa época la población a nivel mundial era aproximadamente de 300 millones de habitantes, población que es menor de la que actualmente tiene un solo país, como la India o China. En este periodo, la población se mantiene prácticamente estable siendo muy similares las tasas de natalidad y mortalidad. Posteriormente, en 1650 época del posrenacimiento, la población mundial alcanza medio millón de habitantes con una tasa anual de crecimiento de aproximadamente 0.1 % en 1800, 150 años más tarde, la población se duplica a 1 millón de personas. De los siglos XVII a principios de XIX se realizan importantes avances científicos y tecnológicos que preparan una época de notable evolución social en el siglo XIX, denominado revolución industrial. Esos descubrimientos científicos comprenden asimismo, logros en el mejoramiento y la conservación de la salud humana como aplicación de vacunas para evitar o contrarrestar enfermedades que anteriormente eran prácticamente incurables o como la introducción de drenajes sanitarios en las grandes ciudades. Al aplicar las técnicas en la producción de bienes de consumo se desarrollan fábricas que utilizan maquinarias capaces de producir, un mayor número de artículos en un menor tiempo; es decir, se pasa de la labor artesanal a la actividad fabril. Estos cambios que se suscitan a nivel mundial en los modelos económicos de producción son también necesarios para satisfacer la demanda de la cada vez más creciente población humana. En esta época se acelera lo que se denomina la

<sup>3</sup> Bolaños, Federico. El impacto biológico. Problema Ambiental Contemporáneo. Coordinación General de Estudios de Postgrado. Instituto de Biología, UNAM; 1990. p.p. 4 y 5.

explosión demográfica, cuya población mundial para principios del siglo XX alcanza los dos millones de habitantes (1920). Necesariamente la generación de residuos sólidos se incrementa notablemente, tanto en su producción per-cápita, como por el volumen global. Los problemas generados por el inadecuado manejo de los residuos sólidos empiezan a tomar mayor importancia pero limitan prácticamente a las grandes y medianas ciudades y sobre todo por la forma de disposición. Que en la mayoría de los casos se realizaba como tiraderos a cielo abierto en la periferias de las zonas habitadas los problemas en la salud humana se incrementan fundamentalmente porque esta forma de disposición propicia la aparición de fauna nociva como moscas, cucarachas, hormigas, roedores y en algunas ocasiones mosquitos, que pueden servir de vehículos para transmitir enfermedades al hombre.

Sin embargo, en la época denominada contemporánea, particularmente, a partir del segundo tercio del presente siglo XX. Cuando los problemas ocasionados por el inadecuado manejo de los residuos sólidos se acrecientan. No sólo existe una mayor generación per-cápita y un notable incremento en la producción global de desechos, sino que estos se diversifican muy ampliamente debido al descubrimiento y aplicación de otros elementos y materiales con los cuales se fabrican los bienes de consumo, como es el caso de caucho de 1919 y los plásticos como el nylon en 1938. Aparte de diversos metales o sus aleaciones que hacen más resistentes a los materiales con ellos fabricados. Asimismo, la aplicación masiva del cemento para la construcción de edificaciones con concreto armado produce un cambio significativo en esta actividad. La segunda guerra mundial que duro de 1939 a 1945 requirió de tecnologías para mejorar aparatos, naves y todos los implementos militares, que una vez terminada la conflagración mundial tienen aplicación en artículos utilizados en la sociedad general. De aquí que en una época de paz, en la posguerra, los países triunfadores implantan sus condiciones que van ligadas a tener un campo de actividad económica libre y prácticamente sin mucha competencia. En la década de 1950, las economías de estos países. Principalmente de los Estados Unidos de Norteamérica, tienen un crecimiento acelerado que les permite a sus habitantes tener mejores ingresos y por lo tanto un mayor poder adquisitivo. De esta manera, el uso del consumo de bienes se ven favorecidos incrementándose paralelamente la generación de desechos. Por otro lado, la competencia que se da en esas economías de libre mercado, origina que los productores ofrezcan a los consumidores sus productos con mayor atractivo, no sólo en la presentación, si no de economía y de eficiencia

En esta época, se inicia prácticamente la presentación de productos más económicos, pero con una vida útil más reducida y que al mismo tiempo requieren ser dispuestos por que ya no son de utilidad alguna. En otras palabras se entra a la época de los productos "Desechables" o de "Usese y Tirese". Como ejemplo de lo anterior, se tienen los pañales desechables de bebe que actualmente presentan un problema para su manejo, no sólo por su cantidad si no por su contenido. Para tener una idea de la cantidad de pañales desechables que se pueden generar con una población de 1,000 bebes al día, considerándose un promedio de 6 cambios de pañal por 24 horas, se originan 6,000 pañales que se tienen que disponer en forma diaria, que al año resulta de 2 190 000 pañales.

Actualmente el número de productos que son vendidos para ser utilizados y dispuestos de manera inmediata se ha incrementado, siendo las latas y envases de bebidas y refrescos uno de los productos y más representativos. A lo anterior hay que aunar todos los envases que son necesarios para contener un producto, latas, envases de vidrio, cajas de plástico, cartón, bolsas de material sintético, etc. Por otra parte, el producto utiliza envoltorios, etiquetas, bases y otros aditamentos para hacer más atractiva la prestación de su producto. Todos estos accesorios no forman parte esencial de bien consumo, sin embargo, si producen más materiales que tienen que ser desechados.

Fue en este tipo de economías de libre mercado, donde se empezó a mencionar a la "Sociedad de Consumo", conceptualizandola como aquellas sociedades compuestas por individuos que tienen un poder adquisitivo que le permita, además de cubrir sus necesidades básicas de alimentación, vestimenta, educación y recreación, satisfacer necesidades que le eran creadas por los mismos productores. Un ejemplo de ello se presentó en los Estado Unidos de Norteamérica y que influyo para que la producción per-cápita pasara de 3.4 libras/hab/día en 1975, alrededor de 5 libras/hab/día en 1990. <sup>4</sup>

Este incremento en la generación de residuos y su inadecuado manejo ocasiono que en las décadas de 1950 y 1960 se presentaran, principalmente en los países denominados industrializados, problemas que fueron llamando la atención mundial por su significancia en el

<sup>4</sup> U S Solid Generation Projections; in Vesilind Aarne P; Unit Operation in Resource Recovery Engineering; Prentice Hall, New Jersey, 1980. p. 13.

deterioro del ambiente. La tendencia actual es manejar en forma adecuada lo que se denomina "el ciclo" de los residuos sólidos como un sistema integral, considerando: generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, reciclaje y disposición final.

Se trata de reducir la generación y hacer más eficientes los sub-sistemas de almacenamiento, recolección y transporte. Así mismo, se tiende a tratar los residuos con varios objetivos: prepararlos para su recuperación y posterior reciclaje; y prepararlos para su disposición final con el fin de reducir potenciales efectos negativos al medio. El reciclaje se piensa que será una actividad preponderante, para reducir los requerimientos de materias primas para la producción de bienes de consumo.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

PROBLEMATICA DEL MANEJO DE LOS  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

Asociación Mexicana para el Control  
de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C.  
(AMCRESPAC)

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

13 - 18 de Marzo, 1995

## **1. LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES (R.S.M.).**

Este tipo de residuos, son una mezcla heterogénea de materiales degradables y no-degradables, con diferentes tamaños, formas y pesos volumétricos. Presentan una gran variabilidad en sus características físicas, químicas y biológicas; lo cual hace que su manejo, tratamiento y disposición final no sólo sea difícil, sino que requieren para su control, una enorme demanda de personal y equipos mecánicos, amén de requerir técnicas y equipos acordes a su volumen, tipo y características. Debido a dicha heterogeneidad, se pueden emplear las siguientes definiciones, para describir a estos residuos:

- Son materiales que en el tiempo y en el espacio, no tienen ningún valor para quienes los generan.
- Son materiales con un cierto riesgo de afectación a la salud pública.
- Son materiales que requieren un manejo lo suficientemente seguro, para evitar daños al ambiente.
- Son materiales que al no ser lo suficientemente atendidos, generan problemas de inquietud social y de afectación a la estética.
- Son materiales cuyo manejo requiere de un determinado costo, el cual se incrementa en función del riesgo que representa dicho manejo.
- Son materiales que tienen un cierto valor intrínseco, así como una cierta vocación para su aprovechamiento.

Ahora bien, por su origen, los residuos sólidos municipales se pueden definir como todos aquellos materiales derivados de las actividades urbanas que se generan en los domicilios, en los comercios y en los establecimientos de servicios, así como los generados en la red vial, en el transporte y en las instalaciones de servicios. En términos generales, se puede decir que los

principales tipos de fuentes de generación de residuos sólidos municipales, se listan a continuación:

- Domiciliarios
- Comercios
- Servicios
- Especiales
- Areas Públicas
- Otros

En la Tabla No. 1.1, se presentan los porcentajes aproximados con los que cada uno de los diferentes tipos de fuentes generadoras, participan en la producción global de estos residuos sólidos.

La Tabla No. 1.2, muestra los valores correspondientes a la generación unitaria de residuos sólidos municipales, para algunos de los establecimientos más representativos de los diferentes tipos de fuentes generadoras indicados en la Tabla No. 1.1.

En la Tabla No. 1.3, se presenta la composición física, típica de los residuos sólidos correspondientes a los diferentes tipos de fuentes generadoras indicadas en la Tabla No. 1.2 Asimismo, en la Tabla No. 1.4, se presentan las características físico-químicas, de los residuos sólidos representativos de las fuentes generadoras ya mencionadas; mientras que en la Tabla No 1.5 se presentan los pesos volumétricos "In-situ", para estos residuos.

**TABLA No. 1.1**

**PARTICIPACION EN LA GENERACION GLOBAL DE R.S.M., DE LOS  
DIFERENTES TIPOS DE FUENTES CONSIDERADAS**

<b>TIPOS DE FUENTES GENERADORAS</b>	<b>% DE PARTICIPACION EN LA GENERACION GLOBAL DE RESIDUOS SOLIDOS</b>
<b>DOMICILIARIOS</b>	<b>48</b>
<b>COMERCIOS</b>	<b>28</b>
<b>SERVICIOS</b>	<b>11</b>
<b>ESPECIALES</b>	<b>3</b>
<b>AREAS PUBLICAS</b>	<b>7</b>
<b>OTROS</b>	<b>3</b>

**TABLA No. 1.2**

**GENERACION UNITARIA DE R.S.M., ATRIBUIBLES A LOS  
DIFERENTES ESTABLECIMIENTOS INCLUIDOS EN LOS  
DISTINTOS TIPOS DE FUENTES CONSIDERADAS**

TIPOS DE FUENTES GENERADORAS	SUBCLASIFICACION	GENERACION UNITARIA DE RESIDUOS SOLIDOS
DOMICILIARIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- UNIFAMILIAR</li> <li>- PLURIFAMILIAR</li> </ul>	0.669 Kg/Hab/Día 0.772 Kg/Hab/Día
COMERCIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TIENDAS DE AUTOSERVICIO</li> <li>- TIENDAS DEPARTAMENTALES               <ul style="list-style-type: none"> <li>• CON RESTAURANTE</li> <li>• SIN RESTAURANTE</li> </ul> </li> <li>- LOCALES COMERCIALES (DIVERSOS)</li> <li>- MERCADOS               <ul style="list-style-type: none"> <li>• COMUNES</li> <li>• ESPECIALIZADOS</li> </ul> </li> </ul>	2.527 Kg/Empleado/Día  1.468 Kg/Empleado/Día 0.766 Kg/Empleado/Día 0.875 Kg/Empleado/Día  2.143 Kg/Local/Día 3.350 Kg/Local/Día
SERVICIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RESTAURANTES Y BARES</li> <li>- HOTELES Y MOTELES</li> <li>- CENTROS EDUCATIVOS</li> <li>- CENTROS DE ESPECTACULOS Y RECREACION               <ul style="list-style-type: none"> <li>• CINES</li> <li>• ESTADIOS</li> </ul> </li> <li>- OFICINAS</li> </ul>	0.850 Kg/Comesal/Día 1.035 Kg/Huesped/Día 0.058 Kg/Alumno/Turno  0.012 Kg/Espectador/Función 0.054 Kg/Espectador/Evento 0.179 Kg/Empleado/Turno
ESPECIALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TERMINAL TERRESTRE</li> <li>- TERMINAL AEREA</li> <li>- RECLUSORIO</li> <li>- UNIDADES MEDICAS               <ul style="list-style-type: none"> <li>• NIVEL 1</li> <li>• NIVEL 2</li> <li>• NIVEL 3</li> </ul> </li> </ul>	2.418 Kg/Pasajero/Día 5.177 Kg/Pasajero/Día 0.538 Kg/Interno/Día  1.279 Kg/Consultorio/Día 6.622 Kg/Cama/Día 7.532 Kg/Cama/Día

**TABLA No. 1.3**

**COMPOSICION FISICA DE LOS R.S.M., GENERADOS EN  
DIFERENTES TIPOS DE FUENTES CONSIDERADAS**

TIPOS DE SUBPRODUCTOS	TIPOS DE FUENTES GENERADORAS					
	DOMICILIARIOS	COMERCIOS	SERVICIOS	ESPECIALES	AREAS PUBLICAS	OTROS
RECICLABLES	31.10	31.29	29.32	42.22	37.21	---
MATERIA ORGANICA	43.22	52.42	47.69	27.39	24.56	---
OTROS	25.68	16.19	22.99	30.39	38.23	100
TOTAL	100	100	100	100	100	100

NOTA: LOS VALORES DE ESTA TABLA ESTAN DADOS EN % EN PESO.

**TABLA No. 1.4**

**PRINCIPALES CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LOS R.S.M.,  
GENERADOS POR EN DIFERENTES TIPOS DE FUENTES CONSIDERADAS**

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS	TIPOS DE FUENTES GENERADORAS				
	DOMICILIARIOS	COMERCIOS	SERVICIOS	ESPECIALES	AREAS PUBLICAS
HUMEDAD (%)	39.65	46.78	50.08	48.04	7.20
CENIZAS (%)	20.82	4.80	12.97	6.73	25.14
PODER CALORIFICO SUPERIOR (Kg/Kcal)	3,491.80	2,885.00	2,695.00	4,371.00	4,911.00
MATERIA ORGANICA (%)	69.28	37.25	33.10	9.73	74.69
CARBONO (%)	40.20	21.61	19.20	5.58	43.41
HIDROGENO (%)	4.62	2.48	2.21	6.95	4.99
OXIGENO (%)	21.79	12.68	7.13	31.04	22.02
NITROGENO (%)	2.67	0.48	4.56	1.06	4.27

NOTA: VALORES EN BASE SECA

**TABLA No. 1.5**

**PESO VOLUMETRICO "IN-SITU" DE LOS R.S.M., GENERADOS EN  
LOS DIFERENTES TIPOS DE FUENTES CONSIDERADAS**

TIPOS DE FUENTES GENERADORAS	PESO VOLUMETRICO "IN-SITU" (Kg/m <sup>3</sup> )
DOMICILIARIOS	187
COMERCIOS	280
SERVICIOS	169
ESPECIALES	182
AREAS PUBLICAS	144
OTROS	VARIABLE

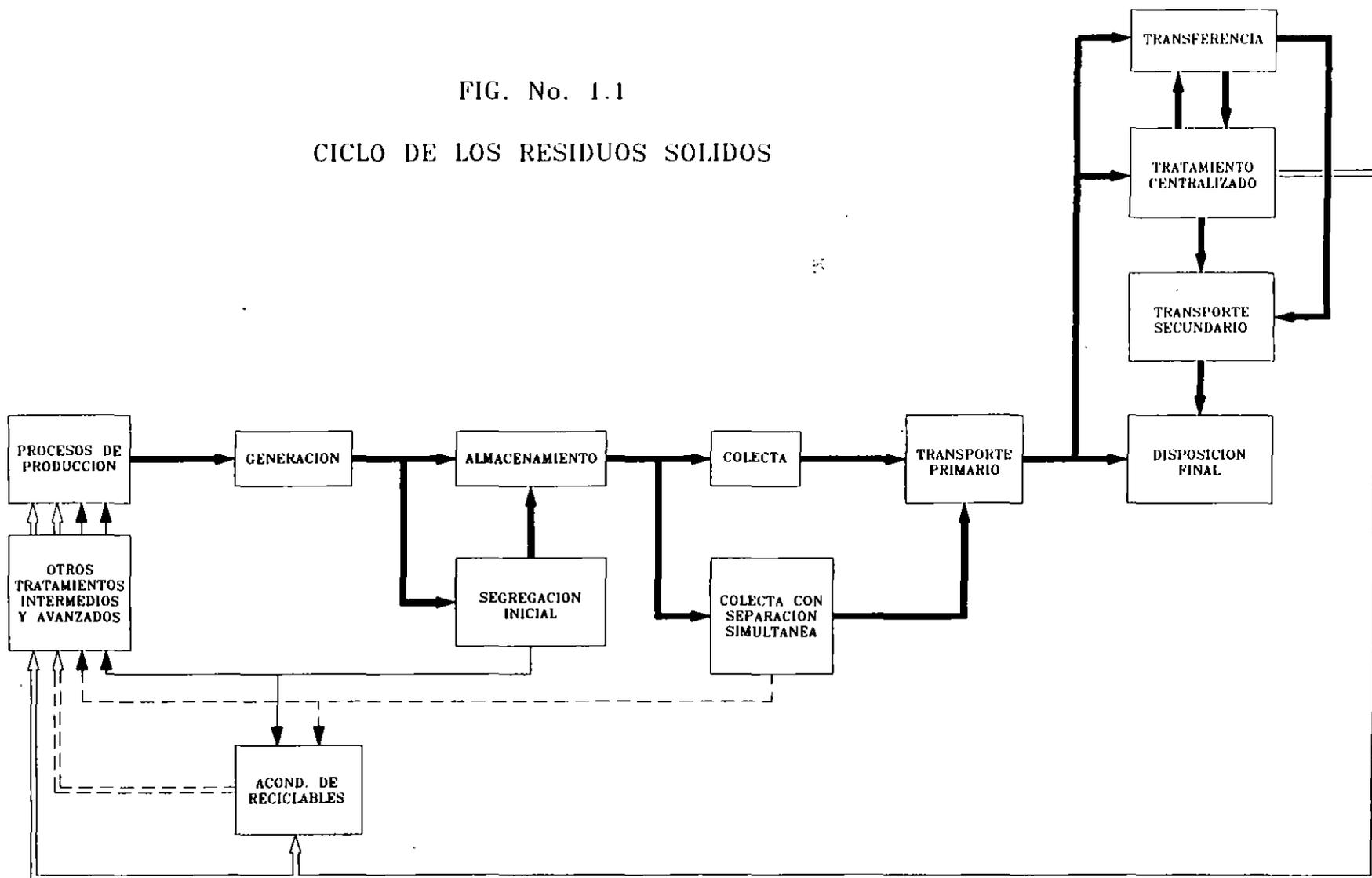
## **2. EL CICLO DE LOS R.S.M. Y LOS SISTEMAS DE ASEO URBANO.**

### **2.1 Descripción del ciclo de los residuos sólidos municipales**

Los residuos sólidos conforman un ciclo compuesto de diferentes etapas estrechamente vinculadas, el cual se inicia desde la misma producción de los bienes de consumo, continuando con la generación, almacenamiento, colecta, transferencia, transporte primario y secundario, tratamiento y disposición final de dichos residuos. Debido a esta concatenación de etapas, cualquier cambio o modificación que sufra alguna de ellas, habrá de generar un efecto sobre las demás. La interrelación de las etapas mencionadas, se ilustra en la Fig. No. 1.1, mientras que la descripción genérica que las identifica y caracteriza, se presenta a continuación:

- a) **GENERACION.** Se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos, en un cierto intervalo de tiempo.
- b) **ALMACENAMIENTO.** Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se colectan para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
- c) **SEGREGACION INICIAL.** Es el proceso de separación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados.
- d) **COLECTA.** Es la acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos dentro de los equipos destinados a conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
- e) **COLECTA CON SEPARACION SIMULTANEA.** Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la colecta segregada en un mismo vehículo de los residuos sólidos. También se identifica con la actividad de colectar los residuos sólidos de manera integrada, pero separándolos en ruta.

FIG. No. 1.1  
 CICLO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS



- ▶ FLUJO NATURAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS
- ▶ FLUJO DE LOS INSUMOS RECUPERADOS CON LA SEGREGACION INICIAL
- ▶ FLUJO DE LOS INSUMOS RECUPERADOS MEDIANTE LA COLECTA CON SEPARACION SIMULTANEA
- ▶ FLUJO DE LOS INSUMOS RECUPERADOS CON EL TRATAMIENTO CENTRALIZADO
- =====> FLUJO DE LOS MATERIALES QUE SALEN DEL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DE RECICLABLES

- f) **TRANSPORTE PRIMARIO.** Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos colectados en las fuentes de generación, hacia los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
- g) **TRANSFERENCIA.** Es la acción de transferir los residuos sólidos de las unidades vehiculares de recolección, a las unidades vehiculares de transferencia, con el propósito de transportar una mayor cantidad de los mismos a un menor costo, con lo cual se logra una eficiencia global en el sistema.
- h) **TRATAMIENTO CENTRALIZADO.** Es el proceso que sufren los residuos sólidos para hacerlos reutilizables, dándoles algún aprovechamiento y/o eliminar su peligrosidad, antes de su destino final. Esta transformación puede implicar una simple separación de subproductos reciclables, o bien, un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de los residuos.
- i) **TRANSPORTE SECUNDARIO.** Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos hasta los sitios de disposición final, una vez que han pasado por las etapas de transferencia y/o tratamiento o viceversa.
- j) **DISPOSICION FINAL.** Es el confinamiento permanente de los residuos sólidos en sitios y condiciones adecuadas, para evitar daños a los ecosistemas y propiciar su adecuada estabilización.
- k) **ACONDICIONAMIENTO DE RECICLABLES.** Es el proceso que sufren exclusivamente los materiales reciclables, para darles un valor agregado que incremente el precio de su venta, o bien que los acondicione para un mejor aprovechamiento posterior.
- l) **OTROS TRATAMIENTOS INTERMEDIOS Y AVANZADOS.** Son procesos que permiten darle un aprovechamiento sustancial a los residuos sólidos, principalmente para producir diferentes tipos de energéticos e insumos comerciales.

## **2.2 Principales características de los sistemas de aseo urbano**

Ahora bien, con el fin de identificar por tipo de actividad funcional, a los diferentes elementos que integran el ciclo de los residuos sólidos, se puede considerar entonces que estos elementos están operacionalmente integrados dentro de lo que se conoce como "SERVICIOS DE ASEO URBANO"; los cuales tienen como función primordial, controlar los residuos sólidos municipales que se generan durante el cumplimiento de las actividades que enmarcan el desarrollo de cualquier asentamiento humano. No obstante lo anterior, tradicionalmente los servicios de aseo urbano se han asociado casi exclusivamente con el barrido de calles, con la recolección de los residuos sólidos y con la disposición final de los mismos. Esta situación aunque parezca limitada y poco representativa, en realidad refleja el estado actual que guarda el aseo urbano en la mayor parte de las localidades del territorio nacional, ya que las etapas de transferencia y de tratamiento en sus diferentes formas, son prácticamente inexistentes; es decir, en términos generales y salvo algunas excepciones (D.F., Monterrey, Guadalajara, etc.), dicho esquema refleja la situación real que sobre el manejo de los residuos sólidos, prevalece en el medio mexicano.

No obstante lo anterior y estableciendo un enfoque integral para la evaluación y análisis del Aseo Urbano, este puede desglosarse en los siguientes subsistemas:

- **SUBSISTEMA No. 1: MANEJO DE LOS R.S.M.**
- **SUBSISTEMA No. 2: TRATAMIENTO DE LOS R.S.M.**
- **SUBSISTEMA No. 3: DISPOSICION FINAL DE LOS R.S.M.**

Además de los subsistemas antes mencionados, se debe considerar como cuarto subsistema, al **MONITOREO AMBIENTAL DE LOS R.S.M.**, el cual representa y significa a una actividad importantísima en estos tiempos de inquietud ambiental y de participación social, ya que a través de ella, es posible mantener de manera segura y sin afectaciones ambientales, la operación de las diferentes instalaciones destinadas al manejo, tratamiento y disposición final de los R.S.M.

El **SUBSISTEMA DE MANEJO**, incluye las acciones de barrido, recolección, transferencia y transporte de los R.S.M.

El SUBSISTEMA DE TRATAMIENTO, considera cualquier actividad a través de la cual, los R.S.M. sufran un proceso de transformación en sus características físicas, químicas o biológicas; con el fin de obtener algún tipo de aprovechamiento directo (reciclaje) o indirecto (incineración con recuperación de energía).

El SUBSISTEMA DE DISPOSICION FINAL, dará cabida a los R.S.M. generados por las diferentes actividades que se dan en todo asentamiento urbano, así como a los materiales producto del rechazo de cualquier instalación de tratamiento.

El SUBSISTEMA DE MONITOREO AMBIENTAL, se deberá realizar en las diferentes instalaciones de manejo, tratamiento y disposición final, con que se cuente para llevar a cabo el control de los R.S.M.

Ahora bien, se puede decir que cada una de las actividades que componen el Sistema de Aseo Urbano (manejo, tratamiento y disposición final), generan una serie de impactos potenciales al espacio urbano, los cuales se indican a continuación:

- Afectación de la infraestructura vial.
- Deterioro de la infraestructura hidráulica.
- Incremento del mantenimiento de la infraestructura urbana.
- Afectación de la estética urbana.
- Aparición de problemas de queja pública.
- Incremento de inquietud social.
- Incremento de inquietud ecológica.
- Afectación Calidad de Vida.
- Emisión de impactantes ambientales hacia el espacio urbano.
- Contaminación del aire, suelo, acuífero, escurrimientos y embalses.
- Afectación de la salud pública.
- Riesgos a eventualidades ambientales y situaciones emergencia.

Del listado anterior, se puede observar que los impactos potenciales al entorno o espacio urbano.

pueden generar implicaciones sobre la infraestructura vial, sobre el bienestar de la población y sobre el ambiente, amén de la afectación potencial a la salud de la población en general.

Agrupando los impactos potenciales listados anteriormente, con base en los elementos del espacio urbano que resultan afectados, se obtiene la Tabla No. 2.2.1, que establece las interrelaciones entre los impactos potenciales debidos a la prestación de los servicios de aseo urbano y los elementos del espacio urbano que pueden verse afectados:

**TABLA No. 2.2.1**

**RELACION ENTRE LOS IMPACTOS POTENCIALES ASOCIADOS CON LA GESTION DE LOS SERVICIOS DE ASEO URBANO Y LOS ELEMENTOS DEL ESPACIO URBANO QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS**

IMPACTOS POTENCIALES	ELEMENTOS DEL ESPACIO URBANO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación de la infraestructura vial.</li> <li>- Deterioro de la infraestructura hidráulica.</li> <li>- Incremento del mantenimiento de la infraestructura urbana.</li> <li>- Afectación de la estética urbana.</li> <li>- Afectación calidad de vida.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>INFRAESTRUCTURA E IMAGEN URBANA</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación de la estética urbana.</li> <li>- Aparición de problemas de queja pública.</li> <li>- Incremento de inquietud social.</li> <li>- Incremento de inquietud ecológica.</li> <li>- Afectación calidad de vida.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>BIENESTAR POBLACIONAL</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de inquietud ecológica.</li> <li>- Emisión de impactantes ambientales hacia el espacio urbano.</li> <li>- Contaminación del aire, suelos, acuíferos, escurrimientos y embalses.</li> <li>- Afectación de la salud pública.</li> <li>- Riesgo a eventualidades ambientales y situaciones de emergencia.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>AMBIENTE Y SALUD PUBLICA</b></p>

Ahora bien, la afectación que las actividades propias, traen consigo la prestación de los servicios de aseo urbano sobre los elementos del entorno urbano a través de los impactantes mencionados anteriormente, es muy variable, por lo que es evidente que puede existir un mayor peso sobre alguno de dichos elementos, de manera tal que Actividad/Elemento pueden relacionarse entre sí, casi de manera directa.

Por otro lado, también es evidente que una forma de medir la evaluación del grado de desarrollo y el nivel de eficiencia de los Servicios de Aseo Urbano, es valorando la afectación real que los elementos del Espacio Urbano, sufren por la prestación de tales servicios.

En la Tabla No. 2.2.2., se indican las relaciones Actividad/Elemento antes mencionadas, así como también se reportan algunos indicadores de interés para precisar la importancia particular de cada uno de los Subsistemas que integran los Servicios de Aseo Urbano.

**TABLA No. 2.2.2**

**ELEMENTOS DEL ENTORNO AFECTADOS E INDICADORES  
DE LOS SISTEMAS DE ASEO URBANO**

SUBSISTEMAS ASEO URBANO	ELEMENTOS DEL ENTORNO AFECTADOS	COSTOS UNITARIOS DE OPERACION (\$ U.S./TON)	REQUERIMIENTOS DE PERSONAL (*)
Manejo	- Infraestructura e Imagen Urbana - Bienestar Poblacional	15 - 30 (*)	7/10,000 Habs.
Tratamiento	- Bienestar Poblacional - Ambiente/Salud Pública	5 - 20 (Reciclaje) 8 - 20 (Composteo) Variable (Incineración)	2/10,000 Habs.
Disposición Final	- Ambiente/Salud Pública	2 - 8 (*)	1/10,000 Habs

(\*):Indicadores establecidos por la OPS/OMS, para la Región de América Latina

De la Tabla No. 2.2.2, se puede ver claramente que la disposición final de los residuos sólidos, incide básicamente en la afectación al ambiente y a la salud pública; situación que adquiere mayor importancia, si como se muestra en el cuadro anterior, el costo unitario de esta actividad, es la más baja, amén de que en cuanto a personal, los requerimientos que demanda son los menores.

Con base en lo anterior, es válido establecer entonces, que de acuerdo con los métodos y técnicas empleados para el cumplimiento de las actividades que identifican a los servicios de aseo urbano, así como con base en los niveles de eficiencia y cobertura de los mismos; se puede definir el grado de desarrollo con que estos servicios se llevan a cabo, el nivel de atención que se les brinda a los usuarios de los mismos y sobre todo, la afectación al ambiente y a la salud pública, principalmente. Con relación a este punto, es importante establecer que para el cumplimiento de las actividades que demanda el desarrollo de la gestión de los servicios de aseo urbano, se requiere de instalaciones, equipos y personal.

Dependiendo de la demanda en cuanto a utilización de personal y equipos, así como a partir de la mayor o menor complejidad de las instalaciones, se puede dimensionar con precisión, cada uno de los elementos que integran el Sistema de Aseo Urbano, en cuanto a su grado de desarrollo tecnológico, implicaciones ambientales y costos operacionales, entre otros conceptos.

Considerando lo antes mencionado, se puede decir que el manejo de los residuos sólidos, requiere de una cantidad importante de personal sin mucha especialización, su costo operacional es muy elevado y su impacto ambiental, inquietud poblacional y demanda tecnológica de equipo y maquinaria, son mínimos.

Ahora bien, una actividad que utiliza una cantidad mínima de personal comparada con el manejo de los residuos sólidos, como lo es un sistema de tratamiento de residuos sólidos, requiere de equipos e instalaciones muy tecnificadas y en ocasiones de alta sofisticación y mano de obra calificada. Asimismo la demanda de equipos e instalaciones, es de alto desarrollo tecnológico, pudiendo generar un cierto impacto ambiental y una elevada inquietud poblacional.

La disposición final de residuos sólidos, normalmente genera una elevada inquietud poblacional, una afectación ambiental de cierta importancia sino existen los controles requeridos mientras que sus requerimientos tecnológicos y de mano de obra especializada son más que regulares, no así sus requerimientos de personal y costos operacionales, los cuales casi siempre son bajos.

Con base en los comentarios anteriores, se elaboraron 4 gráficas que relacionan a los Subsistemas de Aseo Urbano, con sus requerimientos de personal (Fig. No. 2.2.1), de tecnología y de mano de obra especializada (Fig. No. 2.2.2), así como su impacto ambiental potencial e inquietud poblacional (Fig. No. 2.2.3), y con sus costos operacionales (Fig. No. 2.2.4).

# REQUERIMIENTOS DEL PERSONAL

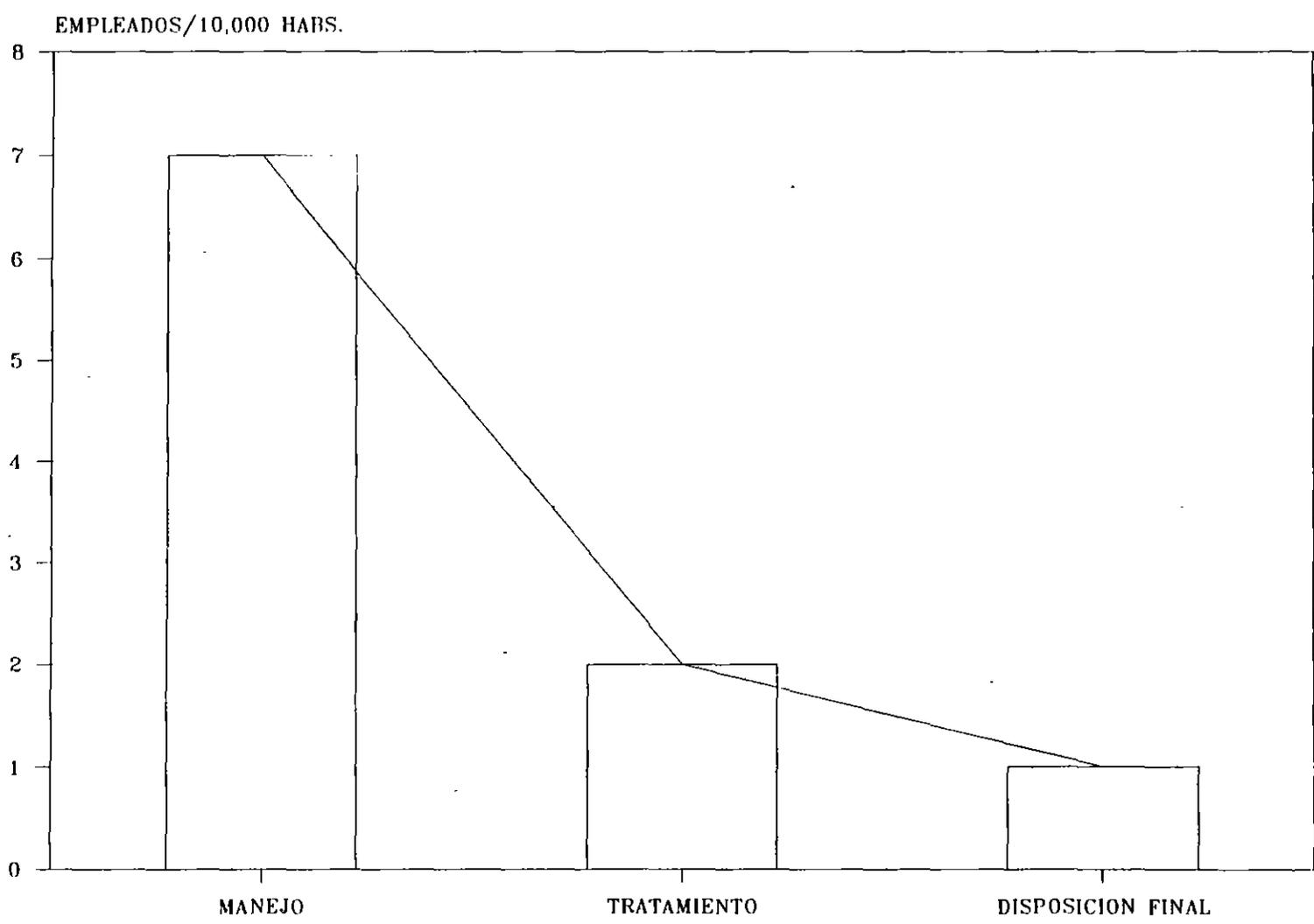


FIG. No. 2.2.1

# REQUERIMIENTOS TECNOLOGICOS Y MANO DE OBRA ESPECIALIZADA

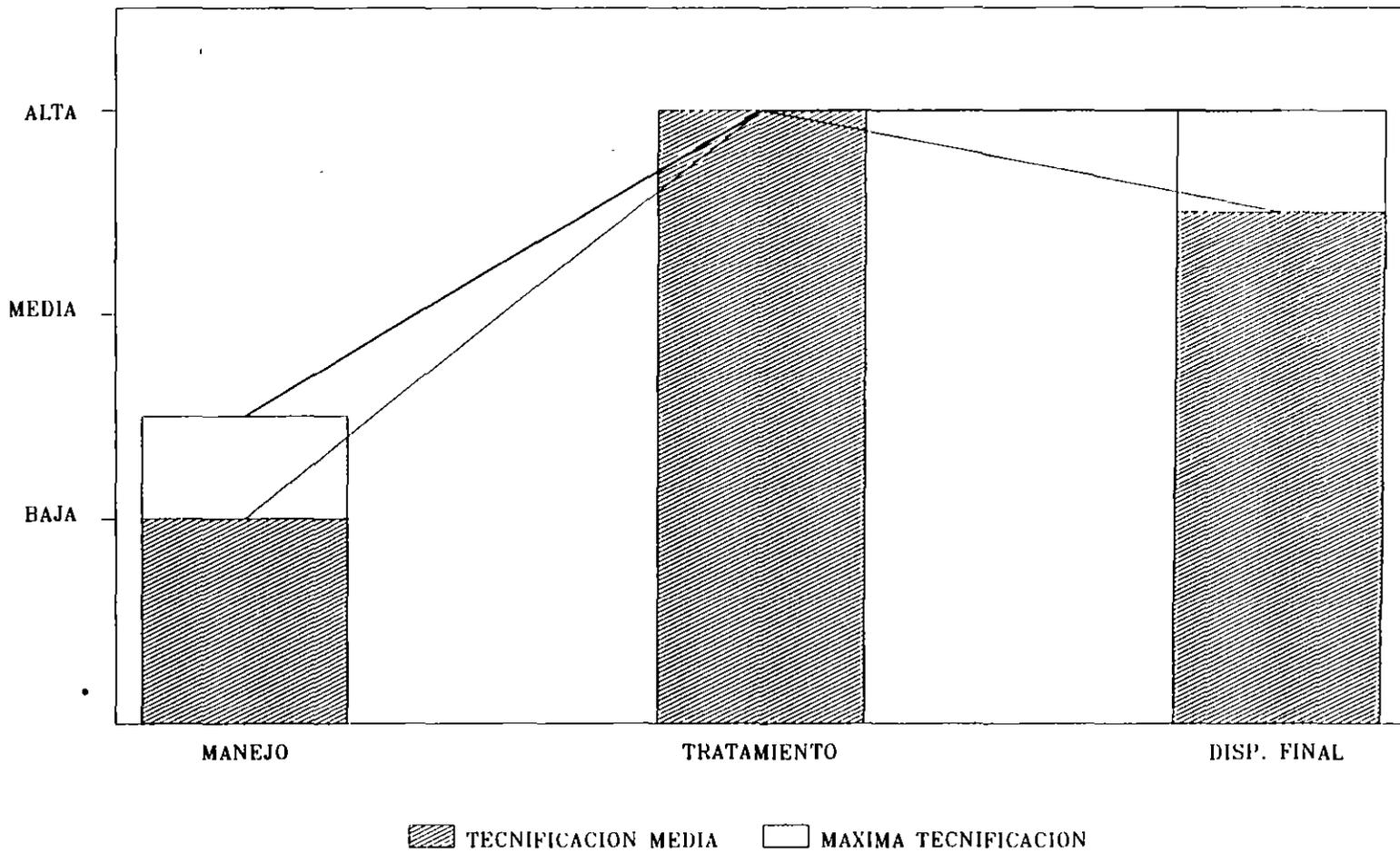


FIG No. 2.2.2

# IMPACTO AMBIENTAL E INQUIETUD POBLACIONAL

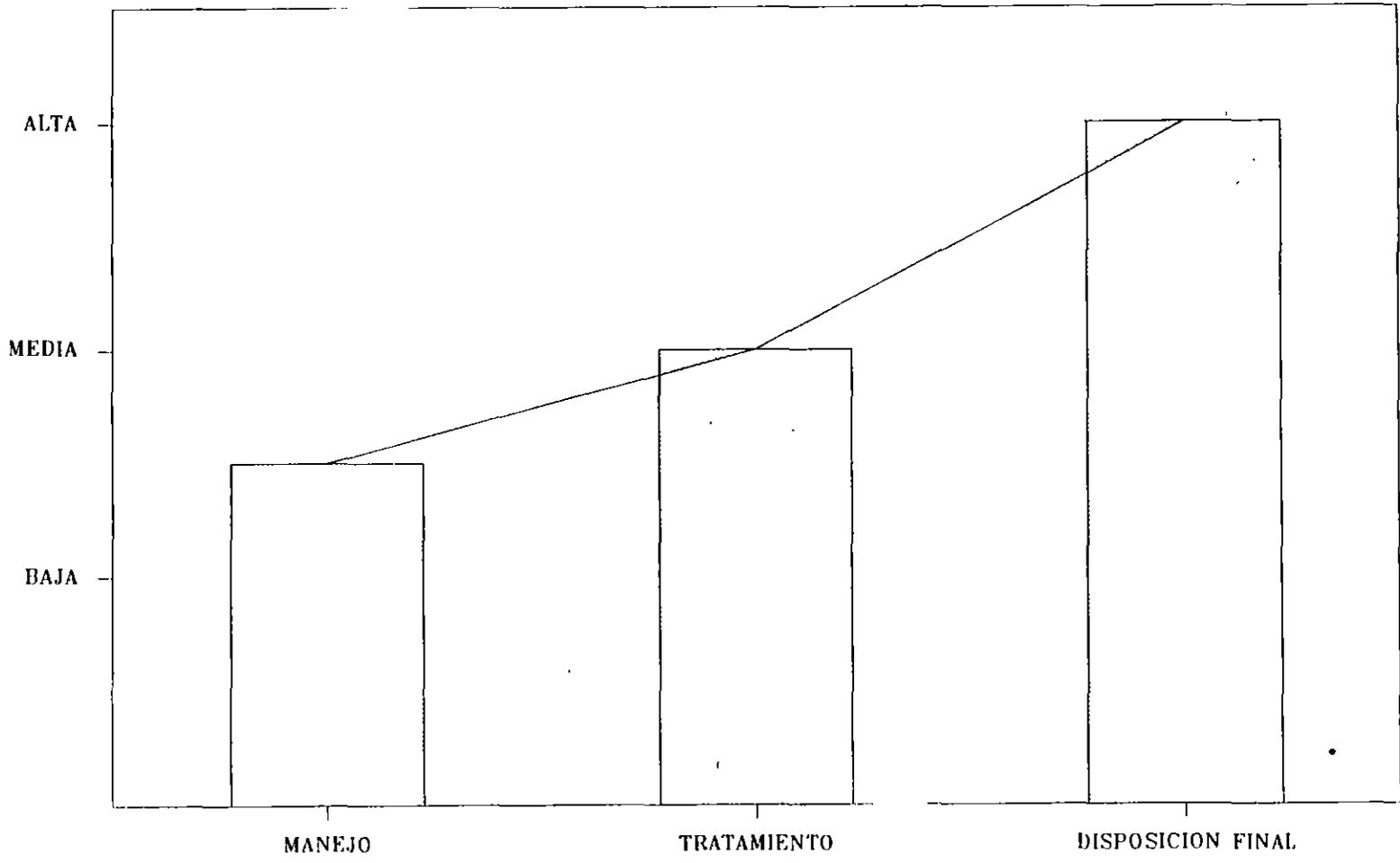


FIG. No. 2.2.3

# COSTOS OPERACIONALES

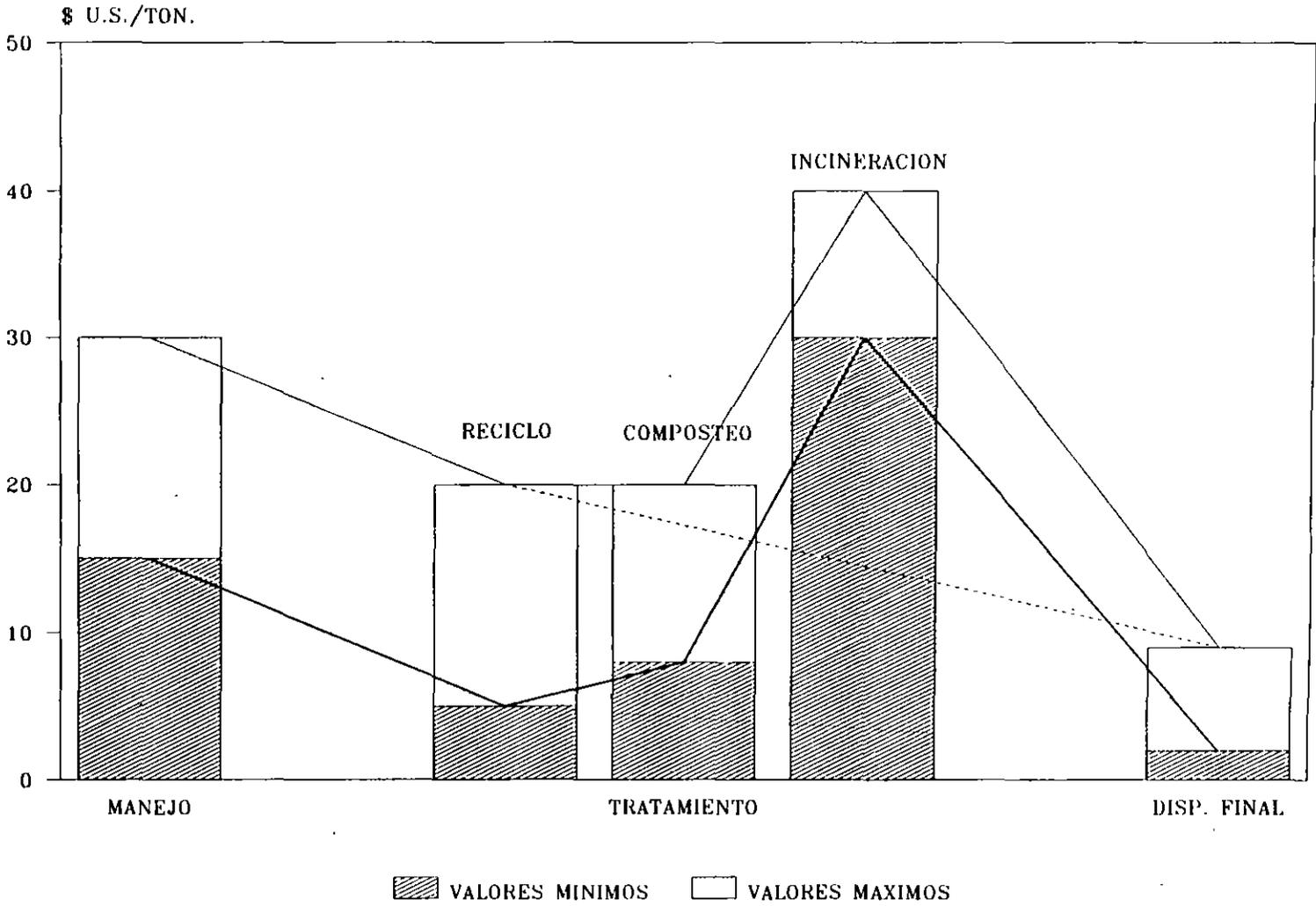


FIG No. 2.2.4

44  
21

De los gráficos antes mencionados, se puede establecer el siguiente comportamiento: A mayor utilización de mano de obra, menos especializada es esta, el empleo de equipos es mínimo, sus instalaciones son poco sofisticadas y con tecnología poco desarrollada, amén de generar un impacto ambiental y una inquietud poblacional mínima.

Por lo antes expuesto, se concluye entonces que a partir de la última fase del manejo, representada por los sistemas de transferencia, tanto los impactos generados por las instalaciones como la inquietud poblacional normalmente son mucho mayores que para el resto de las actividades del subsistema de manejo. Asimismo, la tecnología demandada y los costos de inversión son mayores, mientras que los costos operacionales, salvo la incineración y otros costos sistemas de tratamiento, con menores.

Por tanto, a partir de los sistemas de transferencia, es necesario propiciar un mayor desarrollo de los siguientes conceptos:

- **LEGISLACION MAS AMPLIA Y DETALLADA.**
- **MAYOR ATENCION GUBERNAMENTAL.**
- **MAYOR ESPECIALIZACION DEL SERVICIO.**
- **MAYORES RECURSOS.**
- **MEJORES SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS.**
- **INSTALACION ENFOQUE REGIONAL.**

### **3. PROBLEMATICA DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Evidentemente, nuestra época se caracteriza entre otras cosas, por un crecimiento poblacional urbano desmedido y por un desarrollo industrial galopante. Esta paridad conflictiva, ha propiciado un importante deterioro ambiental, a la par de una generación de residuos que se ha incrementado en cantidad y volumen, amén de presentar una mayor diversidad y complejidad en su composición, a tal grado que una parte de los elementos que la integran son de características peligrosas, por lo que requieren de un manejo seguro y confiable para no afectar al ambiente ni generar daños a la salud pública. De hecho, los residuos sólidos municipales, pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- a) Residuos No-Peligrosos (Grupo No. 1). Son todos aquellos residuos que no requieren de técnicas especiales para su control. Entre este tipo de residuos, se puede señalar a los siguientes: Cartón y Papel, Fibras Naturales y Sintéticas, Materia Orgánica, Plástico en todas sus formas y derivados, Metales, Vidrio y Materiales inertes diversos.
- b) Residuos Especiales (Grupo No. 2). Son los que requieren de técnicas especiales para su control, ya sea por su relativa peligrosidad, por las condiciones o estado en que se encuentren, o bien porque así lo demanden las disposiciones legales vigentes. Algunos ejemplos de estos residuos, son los siguientes: Fármacos Caducos, Alimentos No-Aptos para el Consumo Humano, algunos Lodos de Operaciones de Desazolve y de Plantas de Tratamiento de Aguas Negras, etc.
- c) Residuos Peligrosos (Grupo No. 3). Todos aquellos residuos que por sus características físicas, químicas y biológicas, representan un daño al ambiente y a la salud pública; como los Solventes, Químicos, Infecciosos, Limpiadores, etc.

Con base en lo anterior, una clasificación detallada que englobe a los tres grandes grupos de residuos antes descritos, se presentan a continuación en la Tabla No. 3.1.

**TABLA No. 3.1**

**CLASIFICACION PROPUESTA PARA LOS RESIDUOS DE ORIGEN INDUSTRIAL**

No. DE GRUPO PRINCIPAL	DENOMINACION DEL GRUPO	RESIDUOS Y MATERIALES CONSIDERADOS EN EL GRUPO PRINCIPAL
No. 1	RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ENVASES Y AMBALAJES DE CARTON, PLASTICO Y OTROS MATERIALES.</li> <li>- PAPEL EN TODAS SUS FORMAS.</li> <li>- VIDRIO</li> <li>- FIBRAS NATURALES Y SINTETICAS.</li> <li>- RESIDUOS ORGANICOS.</li> <li>- METALES.</li> <li>- MATERIALES INERTES.</li> <li>- OTROS.</li> </ul>
No. 2	RESIDUOS ESPECIALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FARMACOS NO-APTOS PARA SU UTILIZACION Y CONSUMO.</li> <li>- ALIMENTOS NO-APTOS PARA EL CONSUMO HUMANO.</li> <li>- COSMETICOS Y SIMILARES NO-APTOS PARA SU EMPLEO.</li> <li>- RESIDUOS DE LABORATORIO EN GENERAL.</li> <li>- ALGUNOS LODOS DE DESAZOLVE Y DE PLANTAS DE TRATAMIENTO.</li> <li>- ALGUNOS RESIDUOS BIOMEDICOS.</li> <li>- RESIDUOS DIVERSOS.</li> </ul>
No. 3	RESIDUOS PELIGROSOS	<p>TODOS LOS CLASIFICADOS COMO RESIDUOS PELIGROSOS EN EL PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA.</p> <p>NOM-PA-CRP-001/93</p>

Ahora bien, el manejo que se les da actualmente a los residuos especiales y peligrosos contenidos en los residuos sólidos municipales, generalmente es muy semejante al que se le da a los residuos no-peligrosos, ya que se utiliza el mismo equipo y las mismas instalaciones destinadas al manejo de estos últimos.

Por otro lado, la presencia de este tipo de residuos en los sistemas de aseo urbano, también se debe a que los vehículos de recolección dan servicio a industrias a lo largo de sus rutas de recolección. Por otro lado, es importante mencionar que los tipos de residuos antes indicados, son los que cuentan con menos normatividad para su manejo, amén de ser los que más fácilmente pueden controlarse, si se planteara un ordenamiento para su adecuado control.

En relación a la generación de los residuos antes mencionados, es necesario concretar lo siguiente:

- El porcentaje de residuos infecciosos dentro de los residuos generados en unidades médicas, varía del 10% al 40% en América Latina; en los E.U.A. el rango va del 10% al 20%; mientras que en Alemania es del 3% al 5%.

Estas variaciones obedecen a las diferencias en cuanto a la normatividad para establecer qué residuos deben ser considerados como peligrosos; así como a las formas y criterios que se aplican para el manejo de los residuos dentro de los hospitales.

- El porcentaje de los residuos peligrosos generados en los residuos sólidos domiciliarios, se estima que varía del 3% al 5%. Sin embargo, consultores expertos en el manejo de estos residuos, indican que en países desarrollados, un habitante puede generar de 1 a 3 kg/año de tales residuos.
- La OPS/OMS, considera como residuos infecciosos a los siguientes:
  - Residuos de salas de aislamiento.
  - Cultivos de agentes infecciosos.

- Sangre humana y sus derivados.
  - Residuos patológicos.
  - Objetos punzocortantes contaminados.
  - Restos de animales contaminados.
- Los residuos peligrosos generados en casas-habitación, incluyen los siguientes:
- Residuos químicos.
  - Lubricantes.
  - Insecticidas.
  - Baterías portátiles.
  - Residuos de pintura.
  - Selladores.
  - Solventes.
  - Anticongelantes.
  - Ácidos y Sales.
  - Asbestos.
  - Baterías de Automóviles.

Con respecto a estos mismos residuos, aún cuando es discutible su grado de peligrosidad comparado con los residuos verdaderamente peligrosos; según la normatividad actual, algunos de estos son considerados peligrosos, como lo establecen las siguientes disposiciones normativas legales:

a). Para los hospitalarios:

FRACC. XXVII del ART. 3° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

"Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas,

infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico."

b). Para los fármacos caducos:

ART. 41 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.

Cuando los productos de origen industrial o de uso farmacéutico en cuyos envases se precise fecha de caducidad, no sean sometidos a procesos de rehabilitación o generación una vez que hubieren caducado serán considerados residuos peligrosos, en cuyo caso los fabricantes y distribuidores de dichos productos serán responsables de que su manejo se efectúe de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento y las Normas Técnicas ecológicas correspondientes.

c). Para los demás materiales.

Según las normas NTE-CRP-001 y NTE-CRP-003, algunos residuos especiales, se consideran como peligrosos.

De acuerdo con lo anterior, los residuos municipales peligrosos y algunos de carácter especial, según la normatividad actual, deberían tener un manejo semejante al establecido para los residuos peligrosos, por lo cual aparentemente deberían ser dispuestos en un confinamiento controlado.

Sin embargo, considerando que no existe ninguna posibilidad de contar con un confinamiento controlado dentro del territorio del Distrito Federal, que su peligrosidad es cuestionable y tomando en cuenta que este tipo de residuos son los que más adolecen de normatividad; amén de que técnicamente son más fácilmente controlables que los residuos industriales, y que su tonelaje no es de consideración comparado con las 11,000 toneladas generadas actualmente en el Distrito Federal, el manejo de estos residuos debe orientarse, con el fin de darles un manejo adecuado y seguro, a que se permita ser dispuestos en los

sitios de disposición final de residuos sólidos municipales; ya sea mediante métodos de co-disposición o de confinamiento, o bien mezclándolos en los frentes de trabajo con residuos municipales.

## 4. IMPORTANCIA DE LOS R.S.M. CON RESPECTO AL AMBIENTE Y LA SALUD

### 4.1 Por residuos biodegradables

En un relleno sanitario, la descomposición de los residuos sólidos para su estabilización, se lleva a cabo en dos etapas.

La primera es relativamente corta, se lleva a cabo en presencia de oxígeno y es denominada **FASE AEROBIA**.

Empleando la fórmula molecular de la celulosa, este proceso de degradación se puede ejemplificar mediante el siguiente balance estequiométrico.



De esta expresión se desprende que los principales componentes de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales, son el carbón, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; mientras que los productos finales que se obtienen a partir de su descomposición vía proceso aerobio, son el bióxido de carbono, el agua y el amoníaco.

Se estima que los siguientes valores, son representativos del tipo de basura generada en la Cd. de México,

$$\text{C} = 43.02\%$$

$$\text{H} = 5.96\%$$

$$\text{O} = 49.08\%$$

$$\text{N} = 1.94\%$$

Transformando estos porcentajes en atomo-gramos y expresando los valores en función del carbono, se obtienen las siguientes cifras:

$$C = 3.58/3.58 = 1$$

$$H = 5.96/3.58 = 1.66$$

$$O = 3.07/3.58 = 0.86$$

$$N = 0.14/3.58 = 0.04$$

Sustituyendo los coeficientes en el balance, se tiene:



Por lo tanto, la cantidad de oxígeno requerido para la estabilización de basura, es de:

$$\frac{0.985 (32) \text{ gr}}{27.98 \text{ gr}} = 1.126 \text{ gr de } O_2 \text{ por gr. de basura}$$

Se estima que un 35% del material contenido en un Kg. de basura, es materia orgánica seca, por lo que entonces se llega a la siguiente relación: se requieren 3.22 gr. de oxígeno para degradar un gramo de materia orgánica.

Con los valores antes obtenidos, es posible efectuar una comparación entre el potencial contaminante generado por una persona diaria-mente debido a su producción domiciliar de aguas residuales y de residuos sólidos.

- La D.B.O. (Demanda Bioquímica de Oxígeno) generada diariamente por una persona, debido a su producción de residuos líquidos, se indica a continuación.

#### Consideraciones:

- Dotación = 350 l/hab. día
- Aportación = 80% de la dotación
- DBO de las aguas residuales = 300 mg/l = 0.3 gr./Lt.

$$DBO_{R.Liq} = 300 \text{ l(hab. día} \times 0.8 \times 0.3 \text{ gr/l} = 72 \text{ gr/hab. día}$$

- La DBO generada diariamente por una persona en relación a su producción de residuos sólidos, es la siguiente:

Consideraciones:

- Generación Per-cápita = 1.00 Kg/hab.día
- Contenido de Materia Orgánica en los residuos = 40%

$$DBO_{R.Sol} = 1,000 \text{ gr/hab. día} \times 0.40 \times 1.126 = 450 \text{ gr/hab. día}$$

De lo anterior se desprende que un habitante en la Ciudad de México, tiene un aporte potencial contaminante 6.25 veces mayor por su basura que por sus aguas negras.

#### **4.2 Por su contenido microbiológico**

Dentro de las actividades que contempla el manejo de los residuos sólidos, todas y cada una de ellas sin excepción genera grandes efectos sobre la salud de la población.

El desarrollo inadecuado de las actividades tales como almacenamiento, recolección y disposición final de los residuos puede llegar a propiciar efectos negativos ante la población. Un ejemplo típico es el desarrollo de fauna nociva consistente en proliferación de insectos, roedores y perros, los cuales son transmisores de enfermedades como la rabia, tifo, paludismo, e infecciones de la piel.

Muchas de estas enfermedades son de origen viral, aunque algunas otras pueden ser causadas por bacterias y hongos, los cuales encuentran un habitat óptimo en los residuos siendo esto el origen de que los vectores biológicos transmitan la enfermedad.

Asimismo, bacterias y otros microorganismos presentes en la basura pueden ser transportados a través del aire pudiendo afectar el agua, alimentos y hasta el mismo hombre.

Esta situación es de lo más común cuando en una ciudad sin la cobertura adecuada de recolección y barrido proliferan los tiraderos clandestinos en el área urbana, amén de los problemas de afectación a la estética, infraestructura y a los mantos acuíferos.

Lo anterior muestra como la falta de infraestructura, equipos y métodos adecuados para el manejo de los residuos sólidos pueden generar un problema de afectación a la salud pública, tal vez mayor, al que pudiera provocar un sistema de disposición final seguro y eficiente.

Sin embargo, un problema aún más serio para la salud, es el de los residuos especiales, los cuales entre otros, incluyen a los alimentos y medicamentos no aptos para el consumo humano. Estos dos grupos principales pueden ser origen de grandes problemas de salud pública, ya que al ser productos de mala calidad, caducidad vencida, deteriorados o contaminados, son causa de envenenamientos o intoxicaciones.

En general, el riesgo de estos residuos pueden ser enfocados en sentidos, el primero si son consumidos por la población, pueden presentar un alto riesgo a la salud del consumidor, y el segundo, si no se lleva un adecuado control de manejo, desde su generación, existe el riesgo de que al ser mezclados provoquen un daño inminente al entorno ecológico.

Un caso concreto de lo anterior lo tenemos en los residuos de medicamentos y de manera particular el caso de antibióticos, los cuales al ser dispuestos sin tratamiento alguno pueden crear resistencia de los microorganismos que están en contacto con ellos, volviéndolos cepas resistentes a dicho antibiótico, lo cual es un evento de mayor riesgo. En adición a lo anterior otros medicamentos pueden generar alergias por parte de la población hacia el medicamento ya que este puede contaminar el agua de los mantos freáticos, que al extraerse se encuentra contaminada con el medicamento, generando una fuerte de afectación a la salud.

Los residuos siendo de cualquier tipo, ejercen afectación sobre la salud, viéndose mayormente afectado el personal que realiza alguna actividad relacionada con los mismos.

Esta situación, se ejemplifica en los Cuadros No. 4.1 a 4.5.

### **4.3 Por materiales y residuos especiales**

Es indudable que últimamente, por el tipo de R.S.M. que se generan en la actualidad, se hallan presentes metales pesados y compuestos orgánicos, elementos que también se encuentran, tanto en las aguas negras como en los lodos de ellos, por lo que se puede mencionar que la afectación al ambiente y la salud que pueden generarlo los R.S.M., es similar al que pueden generar las aguas negras. En los Cuadros Nos. 4.6 y 4.7, se presentan los metales pesados y los químicos orgánicos, más comunmente presentes en los R.S.M.

Finalmente en en De la misma manera, en el Cuadro No. 4.8, se muestran las rutas de contaminación de microorganismos, metales pesados y químicos orgánicos presentes en la basura detallandose la ruta de entrada al individuo mayormente expuesto.

**CUADRO No. 4.1**

**PATOGENOS ENCONTRADOS EN RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES  
Y LODOS DE AGUAS NEGRAS**

<b>PATOGENO</b>	<b>ENFERMEDAD</b>
<b>VIRUS</b>	
ENTEROVIRUS	GASTROENTERITIS, ENFERMEDADES CARDIACAS, MENINGITIS
ROTAVIRUS	GASTROENTERITIS
PAROVIRUS	GASTROENTERITIS
ADENOVIRUS	INFECCIONES DEL TRACTO RESPIRATORIO, CONJUNTIVITIS
VIRUS DE HEPATITIS A	HEPATITIS VIRAL
POLIOVIRUS	POLIOMIELITIS
ECHOVIRUS	MENINGITIS
COXSACKIVIRUS	MENINGITIS
<b>BACTERIAS</b>	
SALMONELLA (1,700 ESPECIES)	TIFOIDEA Y SALMONELOSIS
SHIGELLEA	SHIGELOSIS
MYCOBACTERIUM TUBERCULOSI	TUBERCULOSIS
VIBRIO CHOLEAE	COLERA
ESCHERICHIA COLI	GASTROENTERITIS
YERSINIA ENTEROCOLICA	GASTROENTERITIS
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS	GANGRENA
CLOSTRIDIUM BOTULINUM	BOTULISMO
LISTERIA MANOCYTOGENES	MENINGO-ENCEFALITIS
<b>PROTOZOA</b>	
ENTAMOEBAS	AMIBIASIS
GIARDIA LAMBLIA	GIARDIASIS
BALANTIDIUM COLI	BALANTIDIASIS

NAEGLERIA FOWLERI	MENINGO ENCEFALITIS
ACENTHAMOEBA	MENINGO ENCEFALITIS
<b>HELMINTOS</b>	
ASCARIS LUMBRICOIDES	ASCARIOSIS
ANCYLOSTOMA SP.	ANCILASTOMIOSIS
NECATOR AMERICANUS	NECATORIASIS
ENTEROBIUS VERMICULARIS	ENTEROBIASIS
STRONGYLOIDES STERCOLARIS	ESTRONGILAI DLIASIS
TOXCARA SP.	LARVA EN VICERA
TRICURIS TRICHIURA	TRICHURIASIS
DIPHYLLOBOTHRIUM LATUM	LOMBRIZ SOLITARIA
DIPHYLLOBO-THRIUM CANIUM	LOMBRIZ SOLITARIA
TAENIA SAGINATA	LOMBRIZ SOLITARIA
HYMENOLEPSIS NANA	LOMBRIZ SOLITARIA
FASCIOLA HEPATICA	FASCIOLIASISS
ECHINECOCCUS GRANULOSUS	ECHINOCCOSIS
ECHINOCOCCUS MULTILOCLARIS	ENFERMEDAD ALVEOLAR
<b>FUNGI</b>	
CANDIDA SP.	MICOSIS SISTEMICA Y DE PIEL
TRICOSPORON CUTANEUM	MICOSIS DE PIEL
ASPERGILLUS FUMIGATUS	MICOSIS DE PULMON
TRICOPHYTON SP	MICOSIS DE PIEL
EPIDEMOPHYTON SP	MICOSIS DE PIEL
MICROSPORUM SP	MICOSIS DE PIEL
HISTOPLASMA CAPSULATUM	HISTOPLASMOSIS
COCCIDIODIES IMMITIS	COCCIDO IDOMICOSIS
BLASTOMYCES DERMATITIDES	BLASTOMICOSIS
SPOROTHRI SCHENKII	ESPOROTRICOSIS

**CUADRO No. 4.2**  
**VIRUS ENTERICOS QUE PUEDEN ESTAR PRESENTES**  
**EN LAS HECES HUMANAS**

GRUPO DE VIRUS	Nº DE TIPOS
POLIOVIRUS	3
ECHOVIRUS	31
COXSACKIEVIRUS A	23
COXSACKIEVIRUS B	6
NUEVOS ENTEROVIRUS	4
HEPATITIS A	1
ROTAVIRUS	2
REOVIRUS	3
ADENOVIRUS	37
VIRUS NORWALK	1
CALICIVIRUS	1
ASTROVIRUS	1
CORONA ENTERICA	1

**CUADRO No. 4.3**  
**MICROORGANISMOS PRESENTES EN VARIOS TIPOS**  
**DE RESIDUOS SOLIDOS**

ORGANISMOS	MICROORGANISMOS/g		
	LODOS DE AGUAS NEGRAS	RESIDUOS HOSPITALARIOS	RESIDUOS MUNICIPALES
COLIFORMES TOTALES	$2.8 \times 10^9$	$9.0 \times 10^8$	$7.7 \times 10^8$
COLIFORMES FECALES	$2.4 \times 10^8$	$9.0 \times 10^8$	$4.7 \times 10^8$
STREPTOCOCOS FECALES	$3.3 \times 10^7$	$8.6 \times 10^8$	$2.5 \times 10^9$
CUENTA TOTAL EN PLACA	$1.7 \times 10^8$	$3.8 \times 10^8$	$4.3 \times 10^9$

**CUADRO No. 4.4**  
**NIVELES DE INDICACION DE ORGANISMOS EN**  
**LISIMETROS DEPUES DE 10 AÑOS**

ORGANISMOS	COLONIAS/g DE BASURA FRESCA		
	CUENTA INICIAL	CUENTA DESPUES DE 2 AÑOS	CUENTA DESPUES DE 10 AÑOS
COLIFORMES TOTALES	$6.2 \times 10^6$	$5.6 \times 10^4$	$1.4 \times 10^8$
COLIFORMES FECALES	$2.6 \times 10^7$	$5.6 \times 10^3$	< 0.2
STREPTOCOCOS FECALES	$1.4 \times 10^8$	$1.6 \times 10^4$	$2.4 \times 10^2$

**CUADRO No. 4.5**  
**MICROORGANISMOS PRESENTES EN PLANTAS DE RECUPERACION**

ORGANISMOS	RESIDUO SOLIDO (CFU/g)	AEROSOLES (CFU/m <sup>3</sup> )
CUENTA TOTAL EN PLACA	$10^7$ - $10^8$	$10^3$ - $10^7$
COLIFORMES FECALES	$10^4$	$10^2$ - $10^3$
STAPHYLOCOCCUS AUREUS	$10^4$	$10^2$
KLEBSIELLA PNEUMONIAE	$10^4$ - $10^5$	$10^3$
K. OXYTOCA	$10^4$ - $10^5$	$10^3$
SALMONELLA	ND <sup>a</sup>	ND
SHIGELLA	ND	ND
LEGIONELLA	ND	ND
MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS	ND	ND
MYCOBACTERIUM SP.	40	$2 \times 10^2$
STREPTOMYCES	$10^5$ - $10^6$	$10^3$ - $10^4$
NORCARDIA SP.	$10^3$	$10^2$ - $10^3$
N. ASTEROIDES	ND	ND
N. BRASILIENSIS	ND	ND
ASPERGILLIS FUMIGATUS	$10^3$	$10^3$ - $10^4$
A. FLAVUS	ND	$10^3$
VIRUSES	Low <sup>b</sup>	ND

<sup>a</sup> NO DETECTADO

<sup>b</sup> UN POLIOVIRUS EN TRES MUESTRAS FUE POSITIVO, PERO CON BAJO PARA CUANTIFICARSE

**CUADRO No. 4.6**

**NIVELES DE METALES TRAZA EN RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

METALES	MEZCLA DE RESIDUOS ORGANICOS COLECTADOS (mg/kg)	RESIDUOS ALIMENTICIOS COLECTADOS SEPARADAMENTE (mg/kg)
CADMIO	2	0.24
CROMO	38	4.8
COBRE	48	NO ANALIZADO
PLOMO	520	3.00
ZINC	290	25.80

**CUADRO No. 4.7**

**QUIMICOS ORGANICOS ENCONTRADOS EN RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES Y LODOS DE AGUAS NEGRAS**

HIDROCARBUROS AROMATICOS POLINUCLEARES  
BIFENILOS POLICLORADOS  
BIFENILOS POLIBROMADOS  
TERFENILOS POLICLORADOS  
FENOL  
SOLVENTES Y FENOLES CLORADOS  
INSECTICIDAS ORGANOCOLORADOS  
RESIDUOS DE HERBICIDAS  
COMPUESTOS ORGANO ESTANOSOS  
ESTERES FTALATOS  
HIDROCARBUROS DEL PETROLEO  
SURFACTANTES  
DETERGENTES  
AMINAS AROMATICAS  
LODOS POLIELECTROLITICOS

**CUADRO No. 4.8**

**RUTAS DE CONTAMINACION DE METALES PESADOS, PATOGENOS Y  
QUIMICOS ORGANICOS PRESENTES EN R.S.M.**

RUTA	INDIVIDUO MAYORMENTE EXPUESTO
RSM-SUELO-PLANTA-HUMANO	CADENA ALIMENTICIA
RSM-SUELO-HUMANO	RESISTENTES DE ZONAS URBANAS
RSM-SUELO-PLANTA-ANIMAL-HUMANO	GRANJEROS Y CONSUMIDORES DE CARNE
RSM-SUELO-ANIMAL-HUMANO	GRANJEROS Y CONSUMIDORES DE CARNE
RSM-SUELO-PLANTA-ANIMAL	GANADO
RSM-SUELO-ANIMAL	GANADO DE PASTURA
RSM-SUELO-PLANTA	PLANTAS DE JARDIN Y COSECHAS
RSM-SUELO-BIOTA DEL SUELO	LOMBRIZ DE TIERRA Y BABOSAS
RSM-SUELO-BIOTA DEL SUELO-PREDADORES	AVES, MAMIFEROS Y REPTILES
RSM-SUELO-AIRE-HUMANOS	TRABAJADORES Y RESIDENTES CERCANOS A INSTALACIONES DE MANEJO DE RSM
RSM-SUELO-AGUA SUBTERRANEA-HUMANOS	USUARIOS DEL AGUA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

MARCO LEGAL

Asociación Mexicana para el Control  
de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C.  
(AMCRESPAC)

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

13 - 18 de Marzo, 1995

## **MARCO LEGAL**

El marco legal de referencia para el control de los residuos sólidos municipales existe en México en los niveles federal, estatal y municipal. Si bien puede decirse que la normatividad en este ámbito no es todavía la que se requiere, se cuenta con los ordenamientos básicos necesarios, de los que se efectúa a continuación una breve descripción para cada uno de los niveles mencionados.

### **1. Nivel Federal**

La Constitución Mexicana establece en su artículo 115, fracción III que "Los municipios con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes, tendrán a su cargo los siguientes servicios públicos:

- a) Agua potable y alcantarillado;
- b) Alumbrado público;
- c) Limpia;
- d) Mercados y centrales de abasto;

..."

En cuanto a un ordenamiento más específico que establece criterios relativos al manejo de los residuos sólidos municipales, en el nivel Federal se tiene fundamentalmente a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de 1988, y en menor grado la Ley General de Salud de 1984 y sus reglamentos.

Existen además, las normas oficiales mexicanas expedidas por las dependencias del Ejecutivo Federal.

## **1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).**

Esta Ley General abroga la Ley Federal de Protección al Ambiente publicada en 1982, dando así una mayor flexibilidad para su aplicación en el territorio nacional.

La LGEEPA establece inicialmente una delimitación de responsabilidades que corresponden a la autoridad federal por una parte, y a las entidades federativas por otra. En forma específica, establece las responsabilidades tanto de los estados de la República como del Departamento del Distrito Federal. Asimismo, define una serie de criterios relativos a la prevención de la contaminación del suelo originada por el mal manejo de los residuos sólidos.

A continuación se citan los artículos más relevantes de esta Ley en materia de residuos sólidos municipales.

**Artículo 3º.** Para los efectos de esta Ley se entiende por:

...

XXVI. Residuo: 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.

...

**Artículo 6º.** Compete a las entidades federativas y municipios, en el ámbito de sus circunscripciones territoriales y conforme a la distribución de atribuciones que se establezcan en las leyes locales:

...

XIII. La regulación del manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos, conforme a esta Ley y sus disposiciones reglamentarias; y

...

**Artículo 9º.** En el Distrito Federal la Secretaría ejercerá las atribuciones a que se refiere

el artículo anterior y el Departamento del Distrito Federal ejercerá las que se prevén para las autoridades locales, sin perjuicio de las que competen a la Asamblea de Representantes del Distrito Federal, ajustándose a las siguientes disposiciones especiales:

A. Corresponde a la Secretaría:

...

VIII. Expedir las Normas Técnicas para la recolección, tratamiento y disposición de toda clase de residuos, en coordinación con la Secretaría de Salud;

...

B. Corresponde al Departamento del Distrito Federal:

...

IX. Proponer al Ejecutivo Federal la expedición de las disposiciones que regulen las actividades de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos observando las normas técnicas ecológicas aplicables;

X. Establecer los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos a que hace referencia la fracción anterior;

...

XVIII. Observar las normas técnicas ecológicas en la prestación de los servicios públicos de alcantarillado, limpia, mercados y centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transportes locales; y

...

**Artículo 134.** Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

...

II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;

III. Es necesario racionalizar la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; e incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje; y

...

**Artículo 135.** Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se considerarán, en los siguientes casos:

...

- II. La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios;
- III. Las autorizaciones para la instalación y operación de confinamientos o depósitos de residuos; y

...

**Artículo 136.** Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

...

**Artículo 137.** Queda sujeto a la autorización de los gobiernos de los estados o, en su caso, de los municipios con arreglo a las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales. Los materiales y residuos peligrosos se sujetarán a los dispuesto en el Capítulo V de este mismo Título.

**Artículo 138.** La Secretaría promoverá la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para:

- I. La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales; y
- II. La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

## **1.2 Ley General de Salud y ordenamientos afines.**

La Ley General de Salud contempla aspectos relacionados con los residuos, especialmente desde el punto de vista sanitario y relativos a disposición de cadáveres y órganos, aspecto que toma relevancia en el manejo de los residuos hospitalarios.

**Artículo 3°.** En los términos de esta Ley, es materia de salubridad general:

...

XIII. La prevención y el control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud del hombre:

...

XXII. El control sanitario de productos y servicios y de su importación y exportación;

...

XXVI. El control sanitario de la disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos;

...

**Artículo 155.** La Secretaría de Salud determinará la forma de disponer de los productos, subproductos, desechos y cadáveres de animales, cuando constituyan un riesgo de transmisión de enfermedades al hombre o produzcan contaminación del ambiente con riesgo para la salud.

...

**Artículo 313.** Compete a la Secretaría de Salud ejercer el control sanitario de la disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos.

...

**Artículo 334.** Cualquier órgano o tejido que haya sido desprendido o seccionado por intervención quirúrgica, accidente o hecho ilícito, deberá ser manejado en condiciones higiénicas y su destino final será la incineración salvo que se requiera para docencia o investigación, en cuyo caso los establecimientos de salud podrán conservarlos o remitirlos a instituciones docentes autorizadas por la Secretaría de Salud, en los términos de los reglamentos respectivos.

...

**Artículo 404.** Son medidas de seguridad sanitaria las siguientes:

...

X. El aseguramiento y destrucción de objetos, productos o sustancias;

...

**Artículo 414.** ... Los productos perecederos asegurados que se descompongan en poder de la autoridad sanitaria, así como los objetos, productos o sustancias que se encuentren en evidente estado de descomposición, adulteración o contaminación que no los hagan aptos para su consumo, serán destruidos de inmediato por la autoridades sanitaria, la que levantará un acta circunstancia de la destrucción.

En el ámbito sanitario existen además el "Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios", así como el "Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Sanidad Internacional", que tocan de manera limitada algunos aspectos relativos a residuos sólidos municipales y especiales.

### **1.3 Normas Oficiales Mexicanas**

En el ámbito federal, existen también diversas normas relativas a la determinación de diversos parámetros de los residuos sólidos municipales. La mayoría de las normas relacionadas con los residuos sólidos municipales fueron elaboradas y publicadas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) con la denominación Norma Oficial Mexicana (NOM); posteriormente, la extinta SEDUE elaboró un cierto número de Normas Técnicas Ecológicas (NTE), aunque enfocadas fundamentalmente al manejo de los residuos peligrosos. Cabe mencionar que a la fecha existe una carencia de normas relativas al barrido, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales, debido posiblemente a la atención prioritaria otorgada a los residuos peligrosos, campo en el que se carecía totalmente de normas. La nueva Ley de Metrología ha unificado criterios respecto a la nomenclatura de las normas de México, estableciendo la antigua denominación utilizada por la SECOFI.

A continuación se anotan en orden cronológico algunas normas mexicanas aplicables al campo de los residuos sólidos municipales.

NOM-AA-16-1984	Determinación de humedad
NOM-AA-18-1984	Determinación de cenizas
NOM-AA-24-1984	Determinación de nitrógeno total
NOM-AA-25-1984	Determinación de pH. Método potenciométrico
NOM-AA-92-1984	Determinación de azufre
NOM-AA-15-1985	Método de cuarteo
NOM-AA-19-1985	Peso volumétrico "in situ"
NOM-AA-21-1985	Determinación de materia orgánica
NOM-AA-22-1985	Selección y cuantificación de subproductos
NOM-AA-33-1985	Determinación de poder calorífico
NOM-AA-52-1985	Preparación de muestras en laboratorio para su análisis
NOM-AA-67-1985	Determinación de la relación carbono/nitrógeno
NOM-AA-68-1986	Determinación de hidrógeno
NOM-AA-90-1986	Determinación de oxígeno

## **2. Nivel Estatal**

Existen diversos ordenamientos que a nivel estatal regulan el manejo de los residuos sólidos municipales. En primer lugar, en prácticamente la totalidad de las entidades federativas (con la excepción de dos) se cuenta ya con la Ley Estatal equivalente a la LGEEPA, variando su nombre dependiendo de la entidad de que se trate.

Además de la mencionada Ley Estatal, algunas entidades federativas cuentan con ordenamientos adicionales que varían de un estado a otro; queda fuera de los alcances de esta manual el efectuar una revisión de estos ordenamientos. Como ejemplo al azar se puede citar el caso del Estado de Sonora, que cuenta con la "Ley (estatal) que Regula la Prestación de Diversos Servicios Públicos Municipales" del 6 de agosto de 1987, así como la Ley (estatal) Orgánica de Administración Municipal, entre otras (Ley de Hacienda). Estos ordenamientos tienen aplicación ya sea en forma

directa o bien indirecta en la prestación del servicio de limpia en todos los municipios del Estado.

Por su parte, el Departamento del Distrito Federal (DDF), cuenta con el "Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de julio de 1989. Este reglamento abroga al anterior, que data del 6 de junio de 1941. Asimismo, el DDF cuenta con el Bando de Policía y Buen Gobierno, que contempla aspectos relacionados con los residuos sólidos municipales.

Para el caso particular del Distrito Federal, existe la "Ley de Salud para el Distrito Federal" del 19 de enero de 1987, que si bien fue emitida mediante decreto del Congreso de la Unión, se incluye en este apartado ya que su aplicación se limita al Distrito Federal. Entre otros, esta Ley establece:

**Artículo 5º.** En materia de salubridad local corresponde al Departamento la regulación y control sanitario de:

...

IV. Limpieza pública;

...

**Artículo 21.** Para los efectos de la presente Ley se entiende por:

V. Limpieza pública, el servicio de recolección y tratamiento de basuras;

...

**Artículo 39.** El Departamento, por conducto de las Delegaciones, proveerá de depósitos de basura en los parques, jardines, paseos públicos y en otros lugares de la vía pública que estén dentro de su jurisdicción, además de ordenar la fumigación periódica de los mismos; asimismo, fijará lugares especiales para depositar la basura, tomando en cuenta lo que sobre el particular disponga la legislación aplicable en materia de contaminación ambiental.

La basura deberá incinerarse periódicamente o destruirse por otros procedimientos, excepto que sea industrializada o tenga empleo útil, siempre que no signifique un

peligro para la salud.

**Artículo 40.** El Departamento ordenará la construcción de depósitos generales y hornos de basura en los mercados, hospitales y establecimientos públicos que los requiera y se encuentren en su jurisdicción.

Por otra parte, el Departamento del Distrito Federal cuenta con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal del 17 de junio de 1987, el cual considera aspectos relativos a residuos sólidos municipales y especiales con relación a las edificaciones construidas dentro de la demarcación.

### **3. Nivel Municipal**

En el nivel municipal, un cierto número de los ayuntamientos del país cuentan con un "Reglamento de Limpia", como es el caso del Ayuntamiento de Hermosillo, para continuar con el ejemplo del Estado de Sonora. Para este municipio, se denomina "Reglamento para el Servicio Público de Limpia, Recolección, Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos en el Municipio", del 29 de julio de 1987. Esta municipalidad cuenta asimismo con el "Bando de Policía y Buen Gobierno para el Municipio".

Estos ordenamientos son la base para el control del manejo de los residuos sólidos en el tercer nivel de gobierno; desafortunadamente es frecuente observar que estos reglamentos adolecen de carencias o bien no son aplicados como sería de desearse, por diversas razones cuya discusión queda fuera de los alcances de este trabajo.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

SISTEMAS DE BARRIDOS Y LIMPIEZA  
DE LA VIA PUBLICA

Asociación Mexicana para el Control  
de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C.  
(AMCRESPAC)

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

13 - 18 de Marzo, 1995



## 1. LIMPIEZA DE LAS VIAS

### 1.1 Grado de aseo de calles

No hay un método preciso para determinar o medir el grado de aseo en las calles de una ciudad. Se estima que las calles están limpias cuando - continuamente están libres de polvo, suciedad o cualquier otra clase de basura. Sin embargo en algunas ciudades - con la finalidad de uniformizar criterios para poder evaluar los servicios de barrido de calles - se han dado ciertos métodos tentativos de comparación. Como ejemplo podemos citar el método utilizado en Santiago de Chile.

**TABLA No. 1.1**

**METODO TENTATIVO PARA MEDIR EL NIVEL DE BARRIDO  
DE CALLES EN SANTIAGO DE CHILE**

NIVEL A	NO SE OBSERVA POLVO NI OTROS DESPERDICIOS EN CALLES NI ACERAS
NIVEL B	SOLO SE OBSERVA UNA CANTIDAD MODERADA DE POLVO
NIVEL C	HAY POLVO Y PAPELES DE CANTIDAD MODERADA
NIVEL D	HAY POLVO, GRAN CANTIDAD DE PAPELES Y UNA CANTIDAD MODERADA DE OTROS DESPERDICIOS
NIVEL E	HAY GRAN CANTIDAD DE POLVO, PAPELES Y DE OTROS DESPERDICIOS, EN ESPECIAL BASURA DOMESTICA
NIVEL F	DEPOSITOS DE GRANDES CANTIDADES DE BASURA DOMESTICA EN LAS VIAS PUBLICAS

### 1.2 Basura de barrido de calles

1.2.1 El primer tipo de residuos que se deposita en las calles es el polvo, el mismo que puede tener diferentes orígenes:

- a. Puede ser arrastrado por el viento de lugares sin pavimento o de carros cercanos
- b. Puede ser arrastrado por las ruedas de los vehiculos de lugares sin pavimento o de

los desmontes depositados en la vía pública.

- c. Las fuertes lluvias arrastran tierra de las partes más altas, especialmente de los cerros y lugares sin pavimento y los depositan en las partes más bajas de las calles.
- d. Puede provenir del esparcimiento por parte de los camiones que transportan tierra y escombros cuando no están bien protegidos.
- e. Del barrido de las viviendas, cuando éste se realiza de adentro hacia afuera.
- f. La abrasión de superficies en rodamiento en contacto con el pavimento.
- g. Las partículas originadas por la contaminación atmosférica.

**1.2.2** Otro tipo de residuo que se encuentra en las vías públicas es el de papeles y envases por el público, especialmente cuando no hay papeleros adecuados instalados en las calles.

**1.2.3** Un tercer tipo de basura doméstica. Si la recolección de desechos no es eficiente, suele acumularse grandes cantidades de este tipo de residuos en las calles y lugares públicos.

**1.2.4** Los excrementos de los animales, y aún humanos, son un tipo más peligroso que se encuentra en diversos lugares.

**1.2.5** Por último, en determinadas épocas del año se juntan una gran cantidad de hojas que caen de los árboles de parques y jardines.

### **1.3 Razones del barrido de calles**

**1.3.1** La razón más importante para el barrido de calles es la sanitaria. Los excrementos y la basura doméstica son dañinos para la salud, especialmente porque permiten el desarrollo de vectores que pueden transmitir diversas enfermedades.

**1.3.2** Sin embargo, si no se retiran también los papeles, polvo y hojas, el aspecto de suciedad en las calles induce al público a botar todo tipo de basura en ella.

- 1.3.3 El polvo afecta a los ojos, nariz, garganta y vías respiratorias y también origina molestias de tipo alérgico, pero además puede ser peligroso para el tránsito de vehículos al producir que éstos patinen.
- 1.3.4 Algunos residuos cortantes pueden producir lesiones a los transeúntes y cortar los neumáticos de los vehículos.
- 1.3.5 Las basuras orgánicas muy secas pueden producir incendios, así como húmedas pueden producir caída de los transeúntes y patinaje de vehículos.
- 1.3.6 La acumulación de basura puede obstruir el drenaje del agua de lluvia, produciendo inundaciones en algunos sectores y en todo caso aumentando la carga en el sistema de alcantarillado.
- 1.3.7 Por último, las calles se deben limpiar por razones de estética ya que a nadie le gusta vivir en una ciudad sucia y es motivo de orgullo ofrecer al visitante una ciudad limpia.

#### **1.4 Costo de barrido de calles**

- 1.4.1 Limpiar las calles como es lógico ocasiona un costo, el mismo que es más significativo entre los otros servicios de limpieza pública pudiendo variar del 30 al 50% dependiendo de muchos factores que explicaremos más adelante. Como ejemplo podemos citar que en la ciudad de Río de Janeiro el costo de barrido en 1981 es de 48% del servicio total de limpieza pública correspondiendo a la recolección el 36%, a la estación de transferencia el 11% y la disposición final solamente el 5%. Entre los costos de un servicio de barrido podemos citar los costos directos y los costos indirectos.
- 1.4.2 Entre los costos directos tenemos:
  - a. Mano de obra del barredor, maquinista y ayudante y beneficios sociales
  - b. Costo de los equipos

- c. Costos del combustible y lubricantes
- d. Gastos de mantenimiento

**1.4.3** Entre los costos indirectos tenemos:

- a. Sueldo de supervisores y beneficios sociales
- b. Gastos administrativos como luz, agua y demás servicios públicos y mantenimiento del inmueble que se utiliza como depósito así, como la parte proporcional de cualquier otro servicio e inmueble o personal de todo el servicio de limpieza pública.

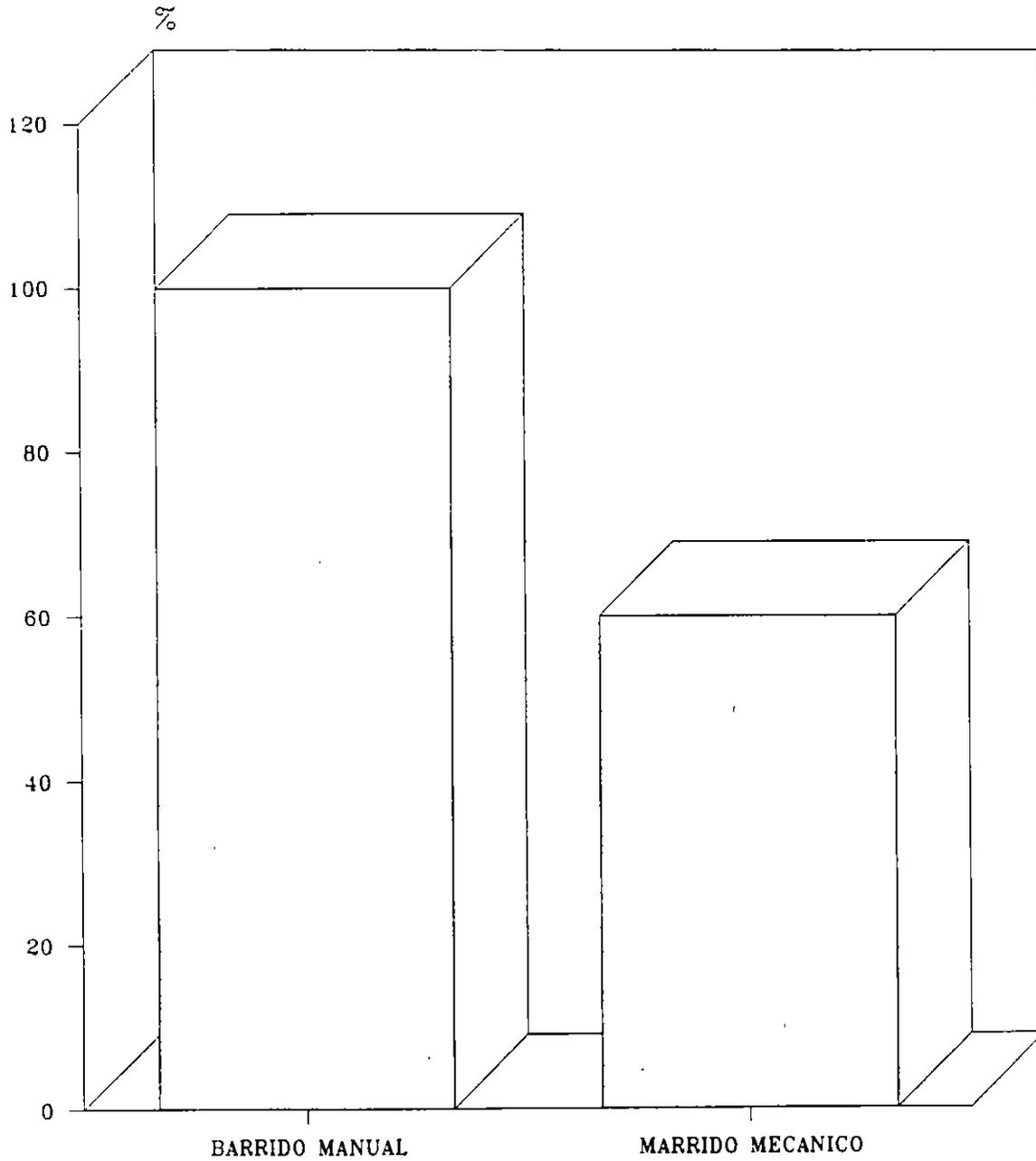
**1.4.4** Los costos directos del servicio de barrido de calles depende de varios factores entre los que podemos citar la frecuencia y el tipo de barrido.

**1.4.5** Con frecuencias altas se estará barriendo varias veces un sector por lo que se necesitará mayor implementación para cubrir otras áreas con el consiguiente aumento de costo

**1.4.6** Con rendimientos bajos también se necesitará mayor implementación para cubrir los demás sectores con el resultado antes mencionado.

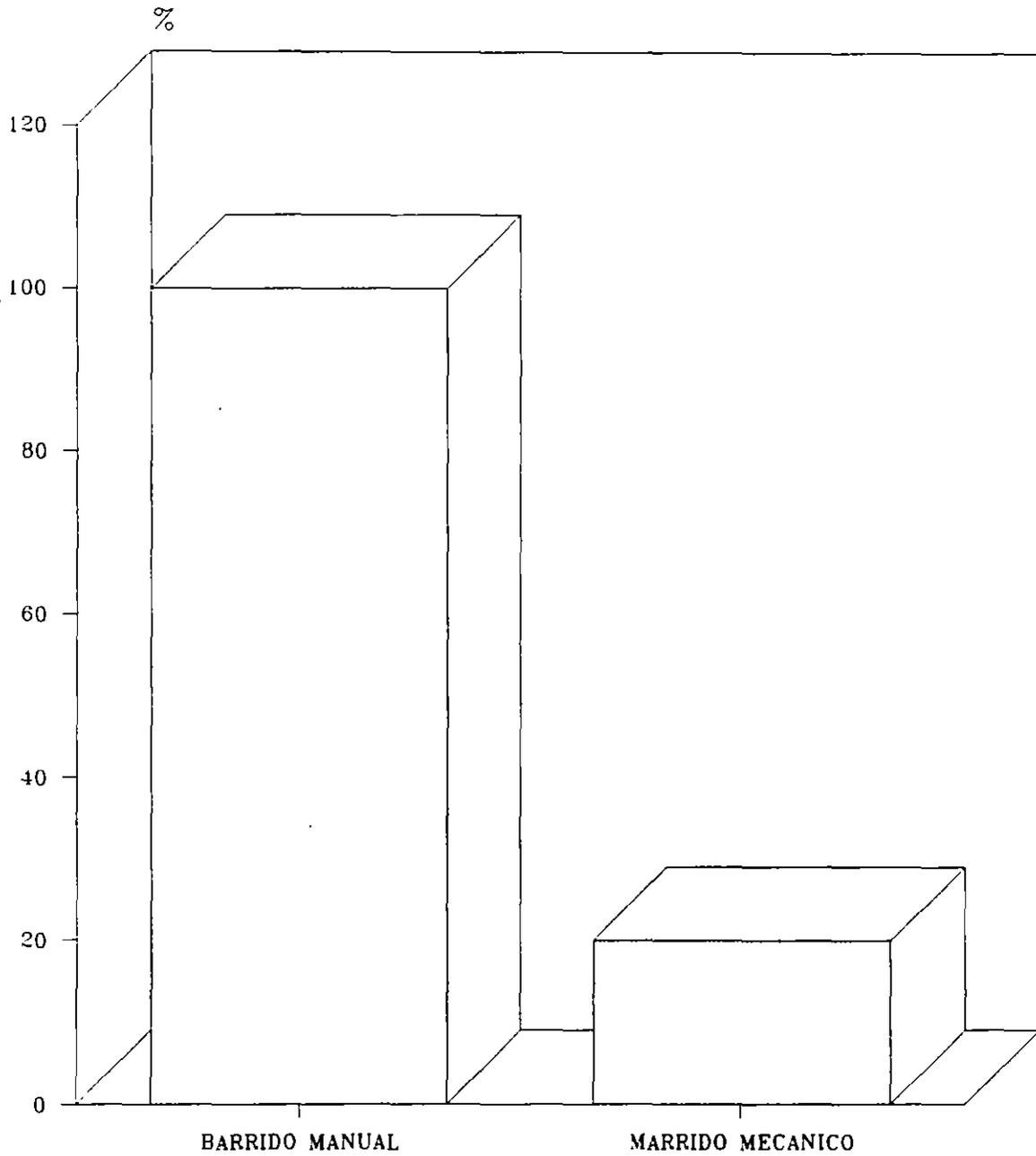
**1.4.7** El tipo de barrido influye también en el costo del servicio así en algunos lugares es más económico el barrido mecánico. En la Figuras 1.1. y 1.2 mostramos la comparación hecha por la CETESB de São Paulo (Brasil) referente al costo de barrido. En la figura 1.1. se muestra el costo de barrido por metro lineal en el que se observa que el barrido mecánico cuesta cerca de un 40% menos que el barrido manual y la figura 1.2 la comparación es hecha a base del costo por km<sup>2</sup> de barrido considerando en esta comparación que el barrido manual cubre únicamente un ancho de 0.60 m de la cuenta y que la máquina puede barrer hasta 1.90 m de ancho. La diferencia en este caso es de 75% menos que el barrido manual.

FIGURA 1.1  
COSTO POR KM LINEAL DE BARRIDO



FUENTE: Limpieza Pública LA.09  
Varrição Pública, CETESB

FIGURA 1.2  
COSTO POR KM2 DE BARRIDO



FUENTE: Limpieza Pública LA.09  
Varriçao Pública. CETESB

23

**1.4.8** Como dijimos, estos resultados mostrados son en Sao Paulo (Brasil) donde se fabrican estas máquinas y por lo consiguiente tienen un menor costo inicial y la facilidad de obtener repuestos. Además hay que considerar que la mano de obra juega un papel importante en el costo del barrido manual. En lugares donde es difícil conseguir mano de obra barata lógicamente el costo del barrido mecánico resultará más económico.

**1.4.9** Se debe considerar, además, las facilidades que se pueden encontrar en las vías para uno u otro sistema. Cuando las calles son estrechas, con muchos obstáculos, se dificulta el berrido mecánico. Un ejemplo de ello lo tenemos en el barrido del centro de la ciudad de Santiago de Chile, donde el barrido mecánico resulta más costoso que el barrido manual.

A continuación mostramos un análisis de costo de barrido manual en dicha ciudad donde se puede observar que mejorando la implementación y racionalizando la frecuencia se disminuyen considerablemente los costos unitarios del servicio.

**TABLA No. 1.2**  
**COSTO DEL BARRIDO MANUAL EN UNA ZONA RESIDENCIAL DE SANTIAGO,**  
**CHILE (1981)**

A) <u>A cada aseador se asignaba un sector, solo se usaba un escobillón</u>		
Gastos en personal (58 + 10% de reserva)	EUAS	242,157
Gastos de administración		34,793
Uso de propiedades municipales		75,371
Uniformes, guantes y escobillones		6,177
Varios (energía eléctrica, teléfono, útiles escritorio)		4,146
<hr/>		
TOTAL ANUAL PARA 100.61 kms	EUAS	362,644
Costo por km y por día (300 días al año)		12.01
Rendimiento por hombre al día:		1.73 km
B) Se fija la <u>                  </u> a cada aseador, se les entrega un carro, con bolsas de plástico y <u>                  </u> traslada a otras tareas al personal no apto físicamente, barrido se <u>                  </u> veces por semana		
<hr/>		
Gastos en personal (40 hombres + 10% de reserva)	EUAS	166,482
Gastos de administración		34,793
Uso de propiedades municipales		75,371
Uniformes, guantes y escobillones		4,247
Carritos (duración = dos años)		1,795
Bolsas de plástico (37,320 x EUAS 0.1815)		6,775
Varios (energía eléctrica, teléfono, útiles escritorio)		3,727
<hr/>		
TOTAL ANUAL PARA 100.61 kms	EUAS	293,190
Costo por km y por día (300 días al año)		9.71
Rendimiento por hombre al día		2.52 km
c) <u>Igual que en B), pero con barrido tres veces por semana</u>		
Gastos en personal (25 hombres + 10% de reserva)	EUAS	105,943
Gastos de administración		34,793
Uso de las propiedades municipales		75,371
Uniformes, guantes y escobillones		2,702
Carritos (duración = dos años)		873
Bolsas de plástico		5,646
Varios (energía eléctrica, teléfono, útiles de escritorio)		3,393
<hr/>		
TOTAL ANUAL PARA 100.61 kms	EUAS	228,741
Costo por km y por día (300 días al año)		7.58
Rendimiento por hombre al día		2.01 km*
D) En la siguiente etapa se esta considerando la reducción en los gastos de administración.		

\* Se asigna 4.02 km a cada aseador puesto que la frecuencia es de tres veces por semana

## **2. DECISIONES A TOMARSE EN LA LIMPIEZA DE VIAS Y AREAS PUBLICAS**

Para mejorar el servicio de limpieza de vías y áreas públicas es necesario tomar una serie de decisiones entre las que podemos citar la de mantener limpias las calles y el método para lograrlo. Se debe decidir sobre las funciones de limpieza a ejecutar, los lugares donde se hará la limpieza así como la frecuencia y cobertura del servicio, el método de barrido a utilizarse, colaboración de otros sectores como apoyo a las decisiones tomadas y la decisión de financiación del servicio.

Compete a las autoridades de limpieza pública tomar estas decisiones, las mismas que deben estar basadas en fundamentos técnicos. De ahí la necesidad de contar en este sector con técnicos capacitados que recomienden acciones técnico-económicas en beneficio del servicio.

### **2.1 Método para obtener una ciudad limpia**

**2.1.1** La decisión de mantener una ciudad limpia debe venir acompañada de diversas medidas. En primer lugar es preciso que la recolección es indispensable que se dicten ordenanzas que definan claramente las obligaciones del público, las que deben ser conocidas por éste. Tales ordenanzas tienen que prohibir:

- a. Botar papeles, envases y basura de cualquier tipo en lugares públicos.
- b. Barrer el interior de las viviendas y locales comerciales hacia el exterior.
- c. Transportar materiales, y en especial tierra, de forma que vayan cayendo de los vehículos.
- d. Efectuar trabajos de mecánica, que no sean de emergencia y por desperfectos leves, en las vías públicas, así como lavar vehículos en dichas áreas.
- e. Quemar papeles, hojas o desperdicios en la vía pública o en lugares erizados
- f. Sacudir alfombras, ropas y toda clase de objetos en la vía pública, así como arrojar cualquier objeto o agua a la calzada.

**2.1.2** Para que se pueda exigir el cumplimiento de estos dispositivos, se requiere instalar papeleros en las vías públicas, especialmente en los lugares en que circula gran cantidad de personas. Estos papeleros deben estar bien diseñados. En la Figura 2.1 se muestra un paplero utilizado en la ciudad de Lima (Perú) cuya capacidad es de 20 litros. Nótese que la parte superior del paplero remata en un panel cuya finalidad es la de colocar propaganda comercial que financie su costo. En general los papeleros deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. La altura de la boca debe estar a 0.70 m del suelo (a la altura de la mano para facilitar su uso).
- b. La boca debe ser de dimensiones grandes (alrededor de 0.35 m de diámetro) para evitar que un papel, éste caiga afuera.
- c. Para que los papeles que no vuelen con el viento es preferible hacer los papeleros bastante profundos y no ponerles tapa ya que el público se resiste a empujar una tapa, que se supone estará sucia.
- d. El fondo de los papeleros debe tener algunas perforaciones para evitar que se llenen de agua cuando llueva.
- e. Debe ser fácil de vaciar, por lo que conviene que pueda voltearse girando sobre su eje horizontal.
- f. Deben estar sólidamente sujetos para evitar que sean robados. Los soportes tienen que ser resistentes para que los golpes ocasionales no los doblen.
- g. El color debe ser llamativo para atraer la vista pero que no altere la estética del sector.
- h. El costo tiene que ser lo más bajo posible.
- i. Se deben colocar donde no obstruyan el paso de peatones, por ejemplo al lado de un poste.
- j. Es necesario vaciar los papeleros una o más veces al día. De esta función podrán ocuparse los barredores del sector.

**2.1.3** Finalmente, aún después de adoptarse las medidas antes señaladas, es preciso barrer las distintas vías y áreas públicas así como realizar la recolección de los desechos sólidos domésticos en forma eficiente y con frecuencias regulares.

PAPELERA EN EL MERCADO  
DE LIMA

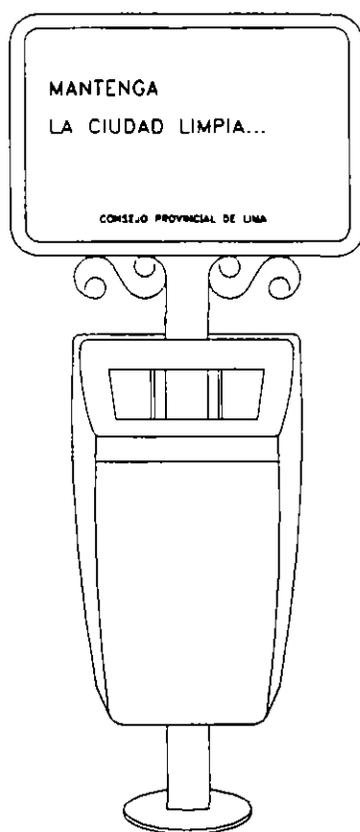


FIGURA 2.1

## 2.2 Funciones de limpieza por ejecutar

La segunda decisión a tomar es sobre las funciones de limpieza que se deben prestar a quién compete esa responsabilidad.

2.2.1 El barrido de las vías de circulación, tanto de vehículos como de peatones, es la función básica. Hay que considerar que estas vías tienen normalmente tres superficies pavimentadas, es decir la calzada y dos aceras. Las aceras están un poco elevadas de la calzada y separadas de la misma por los bordes de la acera y por las cunetas (Figura 2.2)

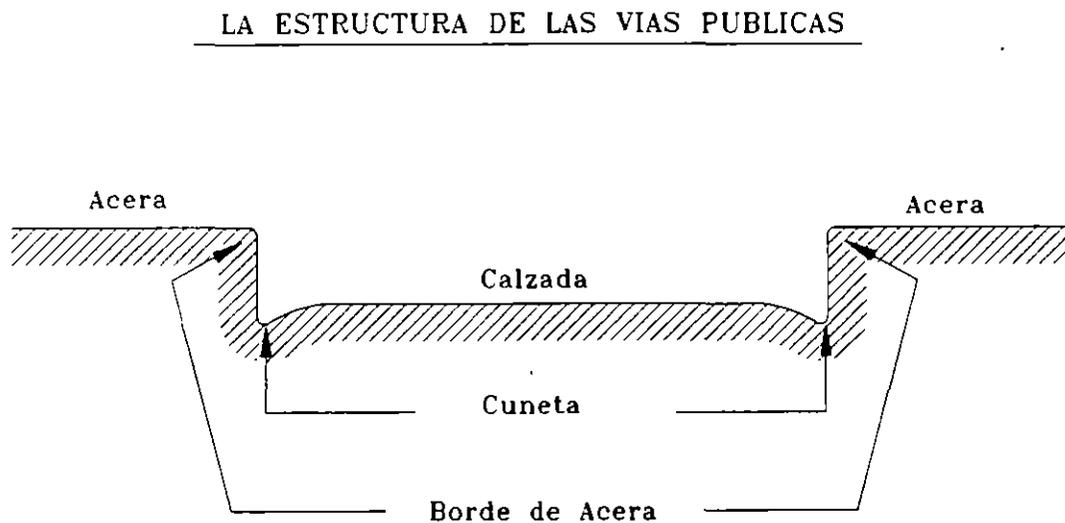


FIGURA 2.2  
ESTRUCTURA DE VIAS PUBLICAS

- a. Es muy raro que se necesite barrer la superficie de la calzada, ya que toda la basura acumulada en ella es transportada y concentrada en las cunetas por los vientos producidos por los vehículos en movimiento.
- b. Es frecuente que las ordenanzas de aseo encarguen a los vecinos el barrido de las aceras diferente a sus casas o locales comerciales, en cuyo caso la labor del servicio de limpieza pública se limita a exigir el cumplimiento de esta obligación, o en algunos casos de gran concurrencia de público, a completar la limpieza. En otros casos de barrido de las aceras debe ser ejecutado por el mismo servicio de limpieza de vías. Una de las decisiones a tomarse es quién se encargará del barrido de las aceras.
- c. Las cunetas deben ser barridas por el servicio de limpieza de vías. Esta limpieza se debe ejecutar en toda su extensión y generalmente es necesario barrer hasta un ancho máximo de 0.60 m.

**2.2.2** Otra de las funciones importantes a ejecutarse es la de la limpieza de los mercados, ferias, playas y riberas de los ríos. Estos servicios deben ser prestados por el servicio de limpieza de vías. En cuanto a la limpieza de parques, éste servicio lo realiza el servicio de parques y jardines.

### **2.3 Lugares donde se hará limpieza**

Otras de las decisiones a tomarse es sobre los lugares o sectores de la ciudad donde se hará el barrido de las calles, así como frecuencia y cobertura de los servicios.

**2.3.1** El sector comercial de una ciudad, indudablemente, tiene que ser barrido en su totalidad y la frecuencia dependerá de la cantidad de basura a retirar. Normalmente, no basta una limpieza diaria sino que el barrido debe repetirse varias veces durante el día, dependiendo también de la cantidad de personas que circulan. En algunas ciudades, en las calles principales del sector comercial, se asigna una cuadra cada barredor, que tiene que estar limpiando en forma continua durante toda la jornada.

**2.3.2** Los sectores residenciales e industriales también deben ser barridos en su totalidad pero, evidentemente, la frecuencia puede ser para diversas zonas de una ciudad aún cuando deba ajustarse según las condiciones de cada jugado lugar, considerando en especial la cantidad de personas que transitan y sus hábitos de limpieza.

**2.2.3** En general el barrido se ejecuta en las vías con pavimento pero es conveniente también limpiar las vías que carecen de él separando los elementos voluminosos, papeles y recogiendo los animales muertos.

**TABLA 2.1**

**FRECUENCIA DE BARRIDO**

CALLES COMERCIALES, ZONAS CENTRAL Y MERCADO	5 VECES/DIA
CALLES PRINCIPALES, ZONA CENTRAL	2 VECES/DIA
CALLES COMERCIALES SUB-URBANAS	2 VECES/DIA
CALLES SECUNDARIAS Y ZONA CENTRAL	1 VEZ/DIA
CALLES PRINCIPALES SUB-URBANAS	1 VEZ/DIA
CALLES RESIDENCIALES, ZONA DE BAJOS INGRESOS	3 VECES/SEMANA
CALLES RESIDENCIALES, ZONA DE ALTOS INGRESOS	1 VEZ/SEMANA

Fuente: Management of Solid Wastes in Developing Countries, Frak Flintoff

**2.4 Utilización del barrido mecánico**

La cuarta decisión a tomarse es sobre el método del barrido. Para tomar esta decisión hay que tener presente las siguientes consideraciones:

**2.4.1** El uso de la máquina barredora se supedita únicamente a vías pavimentadas y su uso es muy frecuentemente en países desarrollados donde es más barato y fácil adquirirlos

y donde el costo de la mano de obra es muy cara y difícil de conseguir. Además, en estos países es muy fácil conseguir los repuestos adecuados y necesarios para lograr un mantenimiento eficiente.

**2.4.2** En países en desarrollo, en cambio, solo se recomienda cuando hay que limpiar una gran longitud de calles en muy poco tiempo. Por ejemplo, el sector central de la ciudad a primeras horas de la mañana antes de la llegada del público y del estacionamiento de los vehículos en las calles. Igualmente, son eficientes para barrer avenidas de mucho tránsito y de gran longitud, pero siempre que se empleen antes de iniciarse el flujo intenso de vehículos.

**2.4.3** Aún en estas condiciones, sobre todo en los sectores comerciales, el uso de las máquinas barredoras, tiene que complementarse con barrido manual para mantener la limpieza todo el día.

**2.4.4** Además, podemos enumerar otros problemas para el uso de las barredoras que son:

- a. La dificultad para entrenar operarios. Estas máquinas necesitan una gran cantidad de ajustes para que efectivamente limpien, lo que requiere un entrenamiento muy intenso de sus operadores. Cuando éstos han sido adiestrados es frecuente que encuentren empleos mejormente remunerados, a lo que contribuye el hecho de ser pesado el trabajo ya que estos equipos no pueden tener resortes, a salvo en el asiento.
- b. No pueden trabajar en lugares donde hay muchos vehículos estacionados.
- c. Tampoco pueden hacerlo cuando existen muchos árboles bajos en la orilla de las veredas.
- d. Si el pavimento está en mal estado en el sector de las cunetas su eficiencia es muy baja.
- e. Si el tránsito es muy intenso, la máquina barredora lo entorpece por su gran tamaño.
- f. Las máquinas barredoras no pueden ir a descansar directamente a un relleno

sanitario pues sólo es posible que transiten por vías pavimentadas por lo que se debe coordinar con los recolectores para su vaciado o de lo contrario disponer de algún lugar en especial para esta labor.

- g. Hay que disponer de una cantidad importante de repuestos, pues su desgaste es bastante intenso.
- h. El mantenimiento mecánico tiene que ser muy cuidadoso, en especial el sistema de filtros, ya que estos equipos trabajan en un ambiente con mucho polvo.

#### **2.4.5 Algunos problemas se pueden resolver eligiendo las máquinas más adecuadas**

- a. Las de triciclo tienen radio de giro muy pequeño, de modo que pueden resolver el problema de algunos pocos vehículos estacionados.
- b. Las de cuatro ruedas pueden avanzar a mayor velocidad en vías de mucho tránsito entorpeciendo menos.
- c. Las tolvas de almacenamiento del material de barrido de 4 yd<sup>3</sup> reducen el problema de vaciado, siendo por lo tanto más recomendable que las de 3 yd<sup>3</sup> pero siempre deberán llevar mecanismos hidráulico para levantar la tolva y descargar sobre un camión.

### **2.5 Coordinación multisectorial**

La quinta decisión a tomarse es la de coordinar con otros sectores con la finalidad de mejorar la eficiencia del servicio.

**2.5.1** Se debe coordinar con los sectores de educación y comunicaciones ya que se requiere de amplias campañas de educación de la población lo que debe incluirse especialmente en las escuelas y en los programas de televisión y cine.

**2.5.2** Se debe considerar con la Dirección de Tráfico, el estacionamiento de los vehículos a fin que éste se haga alternando un día en una cuneta y al siguiente en la otra, siempre que sea posible. Así mismo, colocar los dispositivos que prohíban el estacionamiento

en un sector en una determinada hora que coincida con el barrido de la calle.

- 2.5.3** Y por último se debe coordinar con el servicio de Obras Públicas para lograr la buena conservación del pavimento, en particular en la cunetas, ya que es importante tanto para el barrido manual como para el barrido mecánico.

## **2.6 Financiación**

La última decisión a tomarse por la autoridad del servicio de aseo es sobre el método de financiación del costo necesario.

- 2.6.1** Siendo el principal motivo de las vías y áreas públicas la salud de las personas, ésta tiene que darse como mínimo hasta el nivel permisible de limpieza dado por la autoridad sanitaria. Pero este nivel mínimo ocasiona un costo y compete a la autoridad del servicio de limpieza pública el tomar la decisión de su funcionamiento. Para tomar esta decisión es necesario conocer el costo de operación de los servicios así el costo del capital si hubiera que adquirir equipos. La autoridad de limpieza pública podrá decidir el costo del capital si hubiera que adquirir equipos. La autoridad de limpieza pública podrá decidir si el cobro del servicio lo realiza a base de tarifas o tasas o si será necesario subsidiar parcial o totalmente el servicio.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

SISTEMAS DE TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS

Asociación Mexicana para el Control  
de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C.  
(AMCRESPAC)

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

13 - 18 de Marzo, 1995

## 1. INTRODUCCION

El acelerado crecimiento poblacional de los asentamientos humanos, trae como consecuencia inmediata, una demanda de servicios que normalmente se cubren a un ritmo mucho más pausado de como se da este crecimiento. Esto es debido a que la regularización de los servicios después de la explosión poblacional, es un fenómeno típico de nuestra realidad urbana, el cual se ha venido presentando con mayor incidencia a partir de la década de los 40's, acrecentándose a últimas fechas. Aunado a lo anterior, las dificultades de orden geográfico-urbano para proporcionar los servicios en forma adecuada, complican aún más la problemática, elevando los costos de inversión y agravando la gestión socio-política, que normalmente acompaña a este tipo de procesos.

Un caso que ilustra a la perfección la problemática antes mencionada, lo ejemplifica la necesidad de establecer Estaciones de Transferencia de Residuos Sólidos (ETRS), cerca de zonas urbanas densamente pobladas. Esto se debe a que los sitios de disposición final se hallan tan alejados de los centros de generación, que los costos de transportación de los residuos sólidos, alcanzan niveles verdaderamente prohibitivos. La problemática que implica el establecimiento de una "ETRS", radica básicamente en que por el propio desarrollo poblacional, se reducen las posibilidades de contar con espacios suficientes para la ubicación de estas instalaciones en áreas urbanas, la cual se vuelve más crítica cuando existe población cercana o colindante a los sitios elegidos para tal fin, esquema que se presenta cada vez con mucha más frecuencia y que no debe parecer extraño; puesto que la filosofía que debe prevalecer cuando se pretenda definir la ubicación de una "ETRS", es que se halle dentro de las zonas que presenten deficiencias en la prestación del servicio de recolección de basura, con el fin de incrementar la frecuencia, oportunidad de atención y cobertura del mismo.

En el pasado, la elección del sitio para la ubicación de una "ETRS", no implicaba mayor problema debido a que las condiciones ambientales de la Cd. de México, no presentaban los niveles tan críticos que se registran en la actualidad, amén de que el interés por los temas relacionados con la ecología, no propiciaban la inquietud poblacional que ahora provocan, por lo que mediante sencillos análisis donde se cuidaba principalmente que la instalación estuviera

dentro de la zona por servir, se definía la ubicación de este tipo de instalaciones, haciendo caso omiso de las afectaciones que al entorno urbano/ambiental, pudiera generar.

En la actualidad, la gestión para establecimiento de una "ETRS", se ha complicado sobremanera, debido principalmente a la crisis ambiental que permanentemente se vive en la Cd. de México, a la que se debe agregar la creciente participación ciudadana, algunas veces con información escasa, imprecisa y/o equivocada, sobre los procesos relacionados con los problemas ecológico/ambientales que se presentan en el territorio nacional; y principalmente en el Distrito Federal. A lo anterior hay que agregar el equivocado enfoque fundamentalista que ciertos grupos ecologistas le están dando a su gestión actual, provocando que la población tome actitudes inflexibles y de difícil concertación, dando por resultado, que se esté postergando la solución a graves problemas que están deteriorando aún más la endeble "constitución ambiental" de la Cd. de México. Ante esta situación, la selección del sitio más adecuado para la ubicación de una "ETRS", conlleva un particular análisis de alternativas, de manera tal que el sitio asegure la disminución de los impactos potenciales que la operación de la instalación pueda generar hacia el entorno urbano/ambiental y que además requiera de una menor inversión para el control de dichos impactos a través de acciones mitigantes, que deberán ser incluidas dentro del programa constructivo de la instalación; independientemente de las exigencias que haya que atender, en los procesos de concertación con la ciudadanía.

## **2. GENERALIDADES SOBRE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

Una estación de transferencia, es el conjunto de equipos e instalaciones donde se hace el traslado de basura, de un vehículo recolector a otro vehículo con mucha mayor capacidad de carga, el cual transportará finalmente dichos residuos hasta su destino final.

El objetivo básico de las instalaciones de transferencia, es incrementar la eficiencia global del servicio de recolección de residuos sólidos, a través de la economía que se logra tanto al disminuir los costos y tiempos de transporte, como por la disminución del tiempo ocioso de la mano de obra y de los equipos disponibles.

En la actualidad, la tendencia de incremento que se ha dado en las grandes conurbaciones y las áreas metropolitanas, en donde los sitios de disposición final están cada vez más alejados de las zonas de generación de residuos sólidos, obliga a utilizar las instalaciones de transferencia para eficientar los sistemas de recolección de estos residuos.

El ahorro que se logra en el tiempo de transporte al Relleno Sanitario por parte de los vehículos de recolección, no es el único ni el principal elemento a considerar para definir el uso de una determinada estación de transferencia. En realidad los costos de operación, vienen a ser el principal concepto a considerar para optar por la construcción de dicha obra. El ahorro que se logra con una estación de transferencia sobre los costos debido al transporte de los residuos sólidos, se debe principalmente a las dos causas siguientes:

- El tiempo improductivo de transporte de los vehículos de recolección, se reduce debido a que ya no tienen que transitar hasta el sitio de disposición final; con lo cual se logra un ahorro en los costos unitarios de operación.
- Los costos de mantenimiento de la flotilla de recolección llegan a reducirse, puesto que las unidades que la conforman, ya no tienen que transitar más hasta el sitio de disposición final, lugar en donde por lo general sufren daño las suspensiones, muelles, ejes y llantas, sobre todo en época de lluvias.

Además de las ventajas anteriores, una estación de transferencia ofrece las siguientes:

- Utilización más racional de la flota de recolección por la existencia de báscula en las estaciones de transferencia, ya que el registro de peso de los vehículos que conforman la flota, permite llevar de recolección, además de evitar sobrecargas en los vehículos, que pueden dañar tanto a los propios equipos, como al pavimento; así como detectar una probable utilización del equipamiento.
- Un mayor control en la operación del recojo de la basura, ya que la construcción de una estación de transferencia, facilita el trabajo de los inspectores, puesto que es más fácil ubicar en las rutas a los vehículos que se encuentren en operación.
- Una mayor regularidad en el servicio de recolección de basura, por el mayor control ejercido sobre las unidades, así como por la disminución de la ocurrencia de desperfectos mecánicos de orden menor (ponchadura de llantas, afinaciones, etc.).

Cualquier estación de transferencia, está constituida por dos subsistemas básicos: el de recolección, que se conforma con todas las unidades vehiculares destinadas al recojo de la basura, y el de la transferencia y transporte, compuesto por las tolvas de descarga y los vehículos de transporte. La unión de tales subsistemas, definen los canales de servicios de la estación.

### **3. TIPOS DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

Atendiendo a la forma en que se hace la transferencia de residuos sólidos, las estaciones de transbordo, pueden ser la carga directa, o bien de carga indirecta.

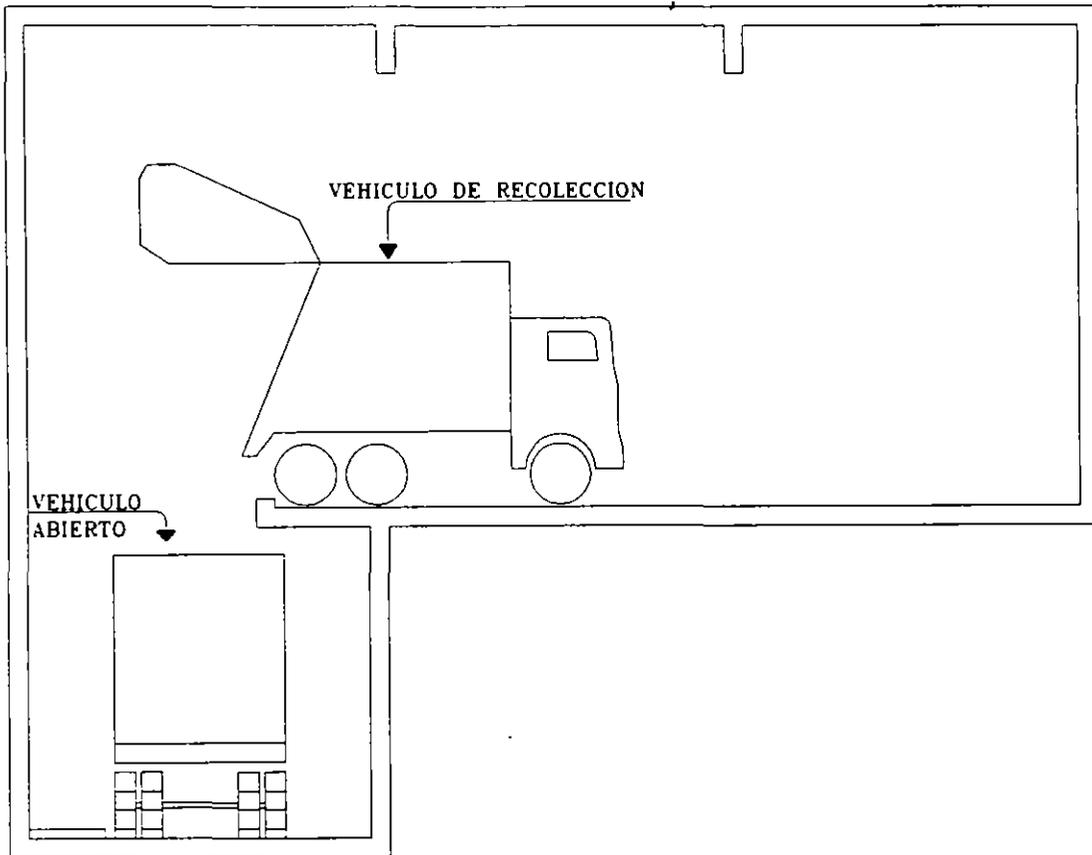
#### **a) Estaciones de carga directa (ver Fig. No. 3.1 y 3.2)**

En este tipo de estaciones, los residuos sólidos contenidos en los vehículos recolectores son descargados directamente dentro del vehículo contenedor o de transferencia, para su traslado a los sitios de disposición final. Para ello, estas estaciones cuentan con rampas de acceso y con dos plataformas, una superior de descarga sobre la cual operan los vehículos recolectores, y una inferior de carga en la que operan los vehículos de transferencia. De esta manera, a través de tolvas "abocinadas" se hace la transferencia entre los vehículos antes mencionados.

Estas estaciones tienen una seria desventaja que es la imposibilidad de almacenar la basura, lo que exige que siempre haya un vehículo de transferencia en condiciones de recibir los residuos de los recolectores. En otras palabras, si el recolector llega a la estación y no hay vehículo de transferencia para recibir la basura, el camión debe esperar hasta la llegada de un vehículo vacío (Fig. 3.6).

Esta deficiencia comúnmente provoca filas de recolectores en la estación en las horas "pico", así como una mayor necesidad de vehículos de transferencia. Sin embargo, las estaciones de carga directa son muy empleadas en vista de su simplicidad y bajo costo de inversión.

FIGURA No. 3.1



OPERACION DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS  
"CARGA DIRECTA"

MODULO: ESTACION DE TRANSFERENCIA

PREPARADO POR: ING. LUIZ EDMUNDO COSTA LEITE

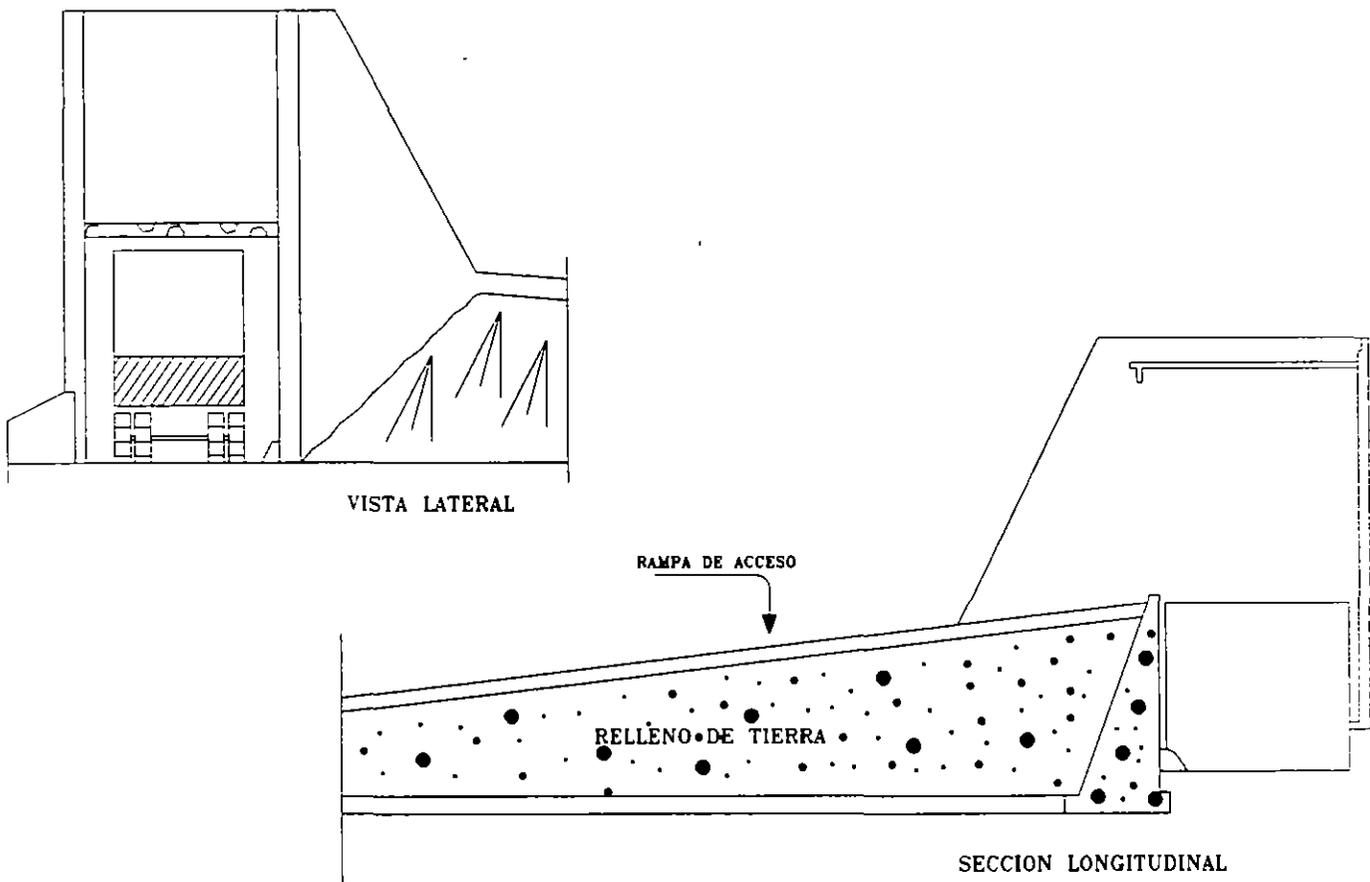
OPS / EHP / CEPIS

JUNIO, 1982

FIGURA No. 3.2

MODULO: ESTACION DE TRANSFERENCIA  
PREPARADO POR: ING. LUIZ EDMUNDO COSTA LEITE  
OPS / EHP / CEPIS  
JUNIO, 1982

PLANTA DE TRANSFERENCIA TIPO RAMPA DE TRANSBORDO (SIN COMPACTACION)  
"CARGA DIRECTA"



b) Estaciones de carga indirecta (ver Figs. Nos. 3.3, 3.4 y 3.5)

En este tipo de estaciones, los residuos se depositan en una fosa de almacenamiento, o sobre una plataforma desde donde son cargados en los vehículos de transferencia, con equipos auxiliares.

Los fosos pueden tener el sistema de fondo móvil con correas transportadoras que llevan la basura a una altura que permite cargar los vehículos de transferencia. Otro sistema es el que usa puentes-grúas para remover los residuos del foso y cargar los vehículos de transferencia.

Dependiendo del nivel del patio, se emplean diferentes equipos para mover los residuos y cargar los vehículos de transferencia. Si estos están debajo del patio, se utilizan topadoras de oruga, y en caso contrario se emplean palas cargadoras.

La más importante ventaja de estas instalaciones es que los recolectores nunca tienen que esperar para descargar sus contenidos, además de posibilitar la operación con una flota reducida de vehículos de transferencia puesto que los picos de llegada de los vehículos no influyen en el dimensionamiento de la flota.

Las desventajas de este tipo de estación son la posibilidad de fallas electromecánicas que pueden afectar todo el sistema y la posibilidad de malos olores o insectos por causa de almacenamiento de basura

FIGURA No. 3.3  
 PLANTA DE TRANSFERENCIA  
 CON PISO DE ALMACENAMIENTO  
 Y OPERACION CON MAQUINARIA  
 PESADA.

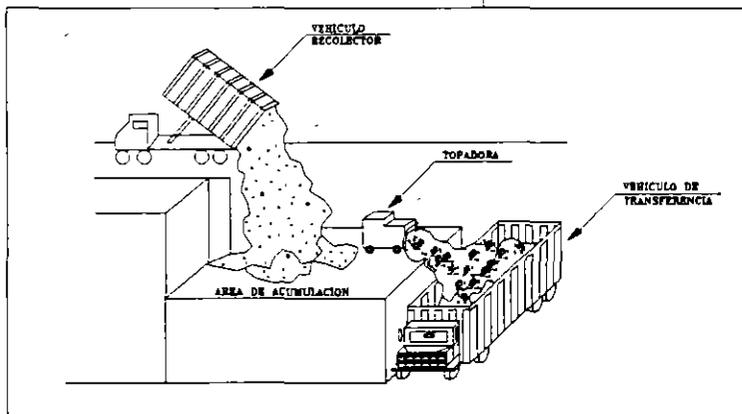
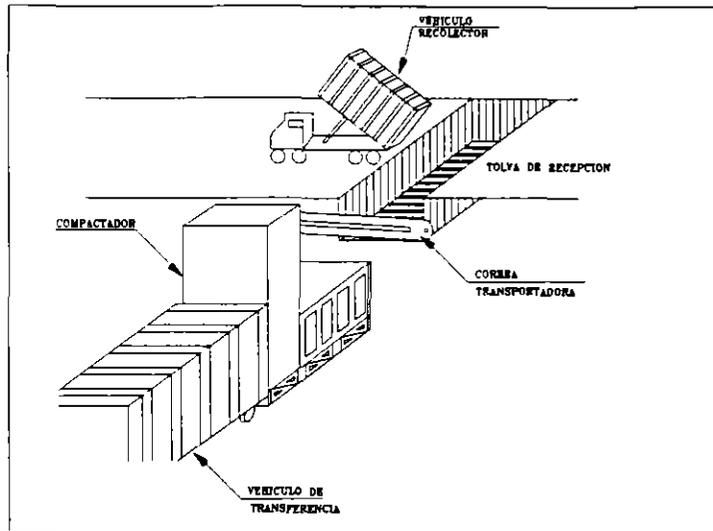
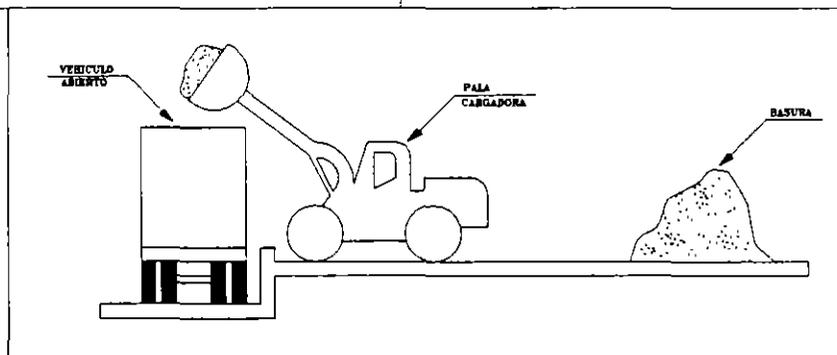


FIGURA No. 3.4  
 PLANTAS DE TRANSFERENCIA  
 CON PISO DE ALMACENAMIENTO  
 Y OPERACION CON MAQUINARIA  
 PESADA.

FIGURA No. 3.5



MODULO: ESTACION DE TRANSFERENCIA  
 PREPARADO POR: ING. LUIZ EDMUNDO COSTA LEITE  
 OPS / EHP / CEPIS  
 JUNIO, 1982

#### 4. EQUIPOS DE TRANSFERENCIA

Los equipos de transferencia, o sea de transporte suplementario se clasifican en terrestres y acuáticos:

##### a) Equipos Terrestres

Pueden ser camiones con carrocería de gran capacidad (30 a 75 m<sup>3</sup>) que a su vez se clasifican en dos tipos básicos: de carrocería abierta y de carrocería cerrada. Así mismo, también existen vagones para ser empleados cuando se utiliza la red ferroviaria, situación que normalmente se presenta cuando los recorridos son muy largos, por lo que esta opción resulta ser más económica que los sistemas anteriores.

##### a.1) Camiones de carrocería abierta.

Estos camiones reciben la carga por arriba y la descarga por diferentes métodos. El más utilizado es el de volquete por equipo hidráulico, pero actualmente se están desarrollando otros sistemas utilizando un fondo móvil (Fig. No. 4.1).

En algunas situaciones se utilizan camiones con carrocería fija y la descarga se hace por cables que se colocan cruzados dentro de la caja, antes de cargar la basura. Estos cables son halados por topadoras de oruga en los rellenos sanitarios que sostienen y tiran de sus extremidades. Otra solución mucho más sofisticada es el empleo de equipos sobre orugas que elevan los camiones hasta un ángulo que provoca la descarga de la basura.

Los camiones de carrocería abierta se presentan en diversos tamaños. Actualmente los más utilizados son del tipo trailer (semiremolque) con cajas de hasta 75 m<sup>3</sup> y capacidad de transporte de 30 toneladas de residuos (Fig. No. 4.2).

Los camiones abiertos están dotados de aparatos para cerrar la parte superior a fin de impedir la dispersión de residuos por la calle durante el desplazamiento del vehículo

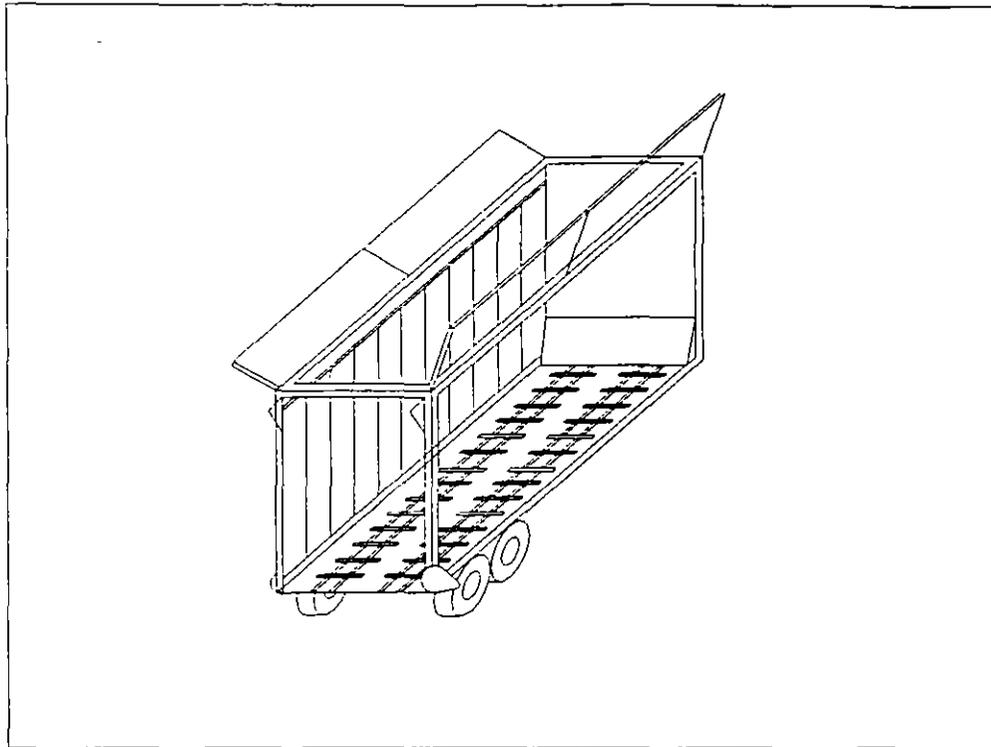


Figura No. 4.1 VEHICULO DE TRANSFERENCIA CON FONDO MOVIL

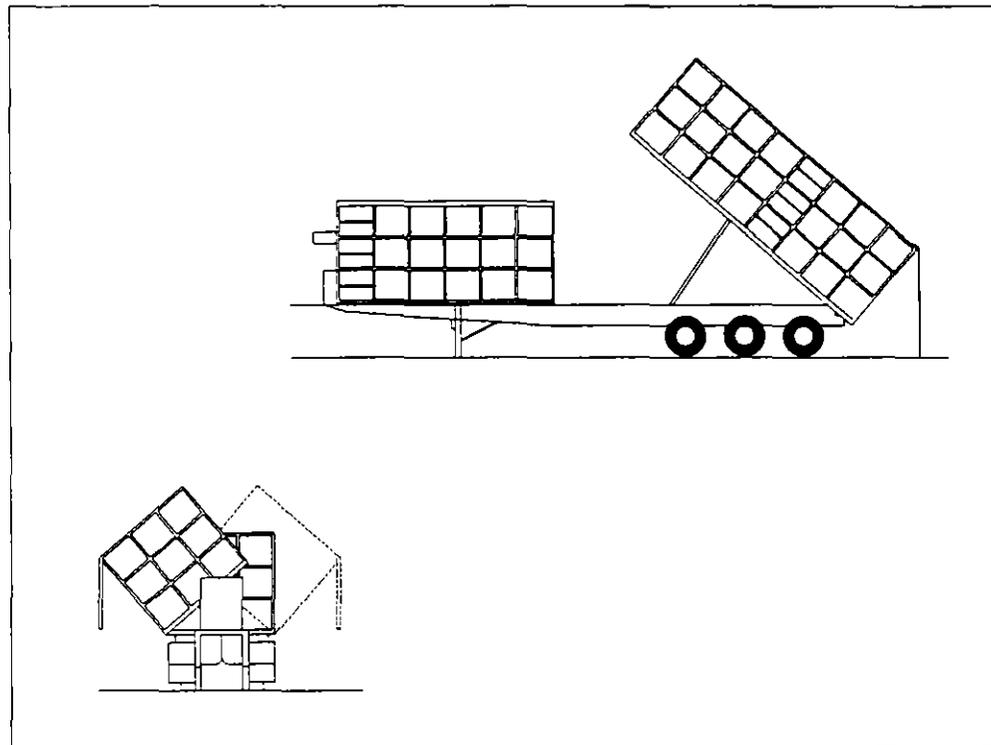


Figura No. 4.2 VEHICULO DE TRANSFERENCIA VOLCADOR

MODULO: ESTACION DE TRANSFERENCIA  
PREPARADO POR: ING. LUIZ EDMUNDO COSTA LEITE  
OPS/EHP/CEPIS  
JUNIO, 1982.

Estos aparatos pueden ser cuadrados de tela de alambre accionados manual o hidráulicamente, o toldos de lona.

a.2) Camiones de carrocería cerrada.

Por lo general estos camiones son del tipo trailer acoplado y generalmente tiene una capacidad máxima de 50 m<sup>3</sup>, transportando hasta 30 toneladas de basura compactada.

En la mayor parte de los casos la descarga se hace por medio de una placa de eyección impulsada por un cilindro hidráulico telescópico. El accionamiento de este cilindro puede ser por medio del motor del camión tractor o de un motor auxiliar.

En estos camiones la higiene en el transporte de la basura está más garantizada, la descarga es más rápida, pero los costos de inversión y mantenimiento son superiores.

b) Equipos Acuáticos

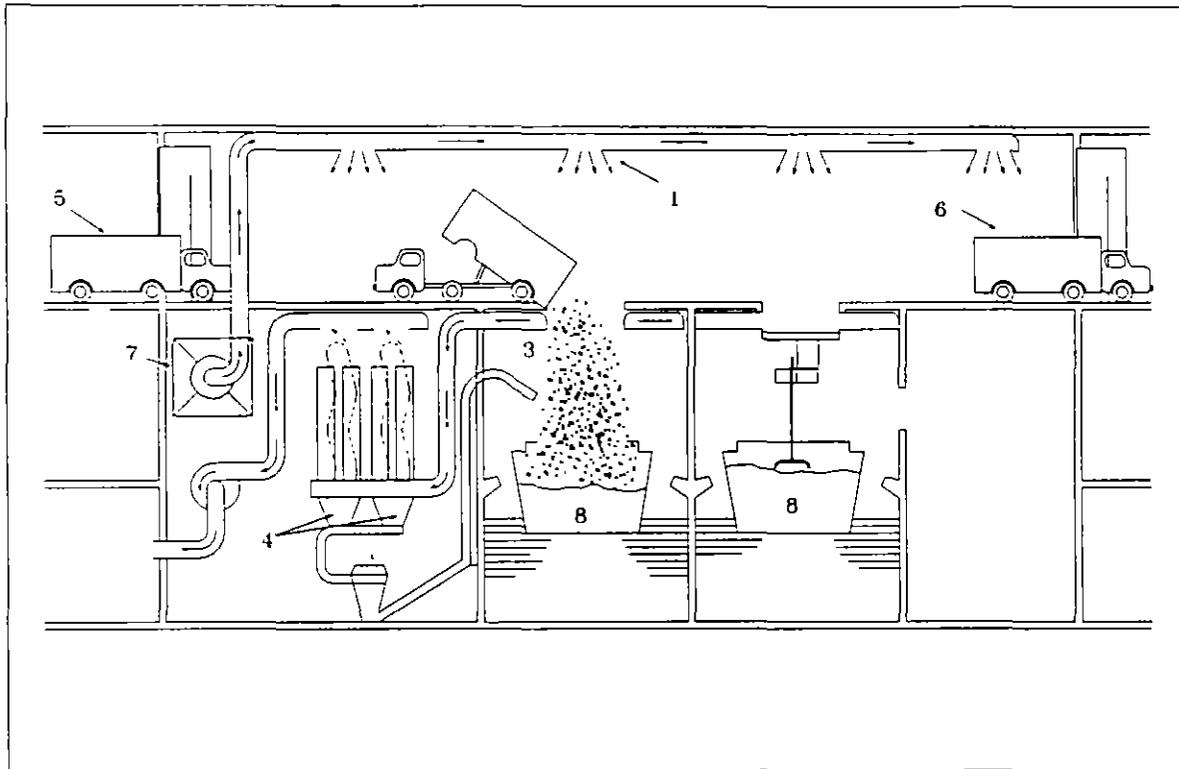
Consisten usualmente de barcazas que reciben los residuos de los equipos de transferencia y los trasladan a los sitios de disposición, sean plantas de tratamiento o rellenos sanitarios.

Las barcazas son impulsadas por remolcadores y tienen gran capacidad hasta 1,000 m<sup>3</sup> (ver Fig. No. 4.3).

Estos equipos se utilizan siempre que el transporte marítimo o hidroviario sea más económico que el terrestre.

Las inversiones para la implementación de este método son muy elevadas pues deben hacerse costosas instalaciones para proveer muelles con espacio para las operaciones de carga y otros, dotados de equipos especiales, para las operaciones de descarga. En este punto, se necesita hacer otro traslado a camiones que lleven los residuos a los sitios de disposición.

FIGURA No. 4.3  
TRANSFERENCIA EN BARCAZAS



- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| 1. DUCTO DE AIRE LIMPIO | 5. ENTRADA DE VEHICULOS      |
| 2. COMPACTADOR MOVIL    | 6. SALIDA DE VEHICULOS       |
| 3. EXTRACCION DE POLVO  | 7. VENTILADOR DE AIRE LIMPIO |
| 4. RECOLECTOR DE POLVO  | 8. BARCAZA                   |

MODULO: ESTACION DE TRANSFERENCIA.

PREPARADO POR: ING. LUIZ EDMUNDO COSTA LEITE

OPS/EHP/CEPIS

JUNIO, 1982

## 5. JUSTIFICACION ECONOMICA DE UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA

### 5.1 PREMISAS

Para la evaluación técnico-económica de una estación de transferencia, es necesario determinar los siguientes costos:

- Costo de operación del equipo de recolección que incluye los cargos fijos de consumo y de personal.
- Costo de operación del equipo de transporte y transferencia, que considere los cargos fijos, de consumo y de personal.
- Costos fijos de la estación de transferencia, que sólo tomen en cuenta, los costos de inversión de la instalación.
- Costos variables de la estación de transferencia, que incluyen exclusivamente al personal que la opera.

### 5.2 INFORMACION EMPLEADA PARA EL CALCULO DE LOS COSTOS NECESARIOS PARA EL ANALISIS

Para el cálculo de los costos antes mencionados, se considerará la siguiente información:

- Costos de los Equipos de Recolección y Transferencia, (a):

Equipo de Recolección

Chasis ..... \$ U.S. 47,600.00

Carrocería ..... \$ U.S. 30,200.00

101

Costo Total ..... \$ U.S. 77,800.00

**Equipo de Transporte y Transferencia**

Chasis ..... \$ U.S. 110,200.00

Carrocería ..... \$ U.S. 74,200.00

Costo Total ..... \$ U.S. 184,400.00

- **Capacidad de carga de los equipos de recolección y transferencia:**

• Equipo de recolección ..... 5.5 Ton. (b)

• Equipo de transporte y transferencia ..... 20 Ton. (c)

- **Sueldos del personal operario de los equipos de recolección y transporte, (d):**

• Motorista ..... \$ U.S./día 5.90

• Peón ..... \$ U.S./día 5.15

- **Costos de combustibles, (d):**

• Gasolina ..... \$ U.S./galón 1.20

• Diesel ..... \$ U.S./galón 0.80

- **Personal que compone las flotillas de los equipos de recolección y transferencia, (d):**

• Equipo de recolección

- 1 Motorista
- 4 Peones
- Equipo de transferencia y transporte
  - 1 Motorista
  - 1 Peón
- Otra : Información complementaria considerada (e):
  - Vida económica de los equipos ..... 7 años
  - Valor residual de los equipos ..... 10 % costo de adquisición.
  - Horas de trabajo anuales de los equipos ..... 2,400 horas
  - Tasa de interés anual ..... 12%
  - Prima de seguros ..... 2%
  - Coeficiente de mantenimiento para los equipos de recolección y transferencia ..... 60% del cargo por adquisición
  - Horas de operación de neumáticos ..... 2,400 horas
  - Horas de operación de batería ..... 3,000 horas
  - Coeficiente de prestacione legales para el personal ..... 1.00

### 5.3 REFERENCIAS DE LA INFORMACION ANTES LISTADA

- a) Precios actuales (Sept. 1992) para la Ciudad de México.
- b) Valor promedio reportado por la Gerencia de Saneamiento Ambiental de la H. Alcaldía Municipal de San Salvador, para vehículos compactadores de carga trasera de 12 metros cúbicos de capacidad.
- c) Valor promedio registrado en la ciudad de México para unidades de transferencia y transporte de 50 y 60 m<sup>3</sup> de capacidad.
- d) Información reportada por la Gerencia de Saneamiento Ambiental de la H. Alcaldía Municipal de San Salvador.
- e) Valores promedio típicos para la Ciudad de México.

Una vez definida la información básica para este análisis, a continuación se presenta el cálculo de los costos mencionados al inicio de este capítulo.

### 5.4 CALCULO DE LOS COSTOS DE OPERACION DE LOS EQUIPOS DE RECOLECCION Y TRANSFERENCIA.

Este cálculo, se realizó empleando un programa de computadora. Los resultados obtenidos con dicho programa se reportan a continuación:

- Costo del equipo de transferencia ..... \$ U.S./hr 42.30
- Costo del equipo de recolección ..... \$ U.S./hr 21.60

Expresando estos costos en \$ U.S./Ton-min, tenemos:

$$42.30/60 * 20 = \$ \text{ U.S./Ton-min} \quad 0.0353$$

$$21.60/60 * 5.5 = \$ \text{ U.S./Ton-min} \quad 0.0654$$

## 5.5 CALCULO DEL COSTO FIJO DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA

Para este cálculo, se consideraron los costos de construcción estimados para una estación de transferencia, los cuales se reportan a continuación:

CONCEPO	CANTIDAD	UNIDAD	\$ U.S. P UNITARIO	\$ U.S IMPORTE
CASETA DE CONTROL	10.00	M <sup>2</sup>	142.00	1,420.00
CASETA DE PESAJE	30.00	M <sup>2</sup>	77.00	2,310.00
TANQUE ELEVADO AGUA POTABLE (10 m <sup>3</sup> )	14.00	M <sup>2</sup>	290.00	4,060.00
TOLVA DE LAMINA Y PERFILES ESTRUCT.	3	PZA.	1,110.00	3,330.00
DRENAJE PLUVIAL	340.00	M <sup>2</sup>	13.00	4,420.00
ALUMBRADO EXTERIOR	25	PZA.	1,238.00	30,950.00
INST. ELECTRICA	INSTALACION GENERAL	---	---	355.00
VIALIDADES DE ACCESO	4,000	M <sup>2</sup>	9.00	36,000.00
CIMENTACION	800	M <sup>2</sup>	150.00	120,000.00
ESTRUCTURA EDIFICIO ADMINISTRATIVO	30	M <sup>2</sup>	3,200.00	96,000.00
ESTRUCTURA RAMPAS	600	M <sup>2</sup>	135.00	81,000.00
ESTRUCTURA TRANSFERENCIA	1,800	M <sup>2</sup>	350.00	576,000.00
ACABADOS Y OTROS				
CONCEPTOS GENERALES	LOTE GRAL.	---	---	35,000.00
S U M A	---	---	---	990,845.00

Cabe aclarar que estos costos son actualmente válidos en la Ciudad de México, para una estación de transferencia de residuos sólidos municipales de descarga directa, sin techumbre, sin equipos de purificación de aire, y diseñada para ser construida con materiales de construcción austeros y sin sofisticaciones.

De acuerdo con las cifras anteriores, el costo estimado de la estación de transferencia es de: \$ U.S. 990,845.00.

Para calcular los cargos fijos por inversión y depreciación de la estación de transferencia, para el caso anterior, se tomaron en cuenta las siguientes premisas:

- Capacidad de transbordo = 800 Ton/Día
- Turno de operación de la estación ..... = 10 horas
- Tasa de interés mensual ..... = 1%
- Valor de rescate ..... = 0
- Vida útil ..... = 20 años
- Periodo hábil de trabajo = 52 semanas al año, 27 días al mes y 6 días por semana.

De acuerdo con lo anterior, los cargos fijos serán:

- Cargo por Inversión

$$Ci = \frac{\text{Costo estación} * \text{tasa interés al mes}}{\text{Días de operación al mes}}$$

$$C_i = \frac{990,845 * 0.01}{27} = \text{U.S./día } 366.98$$

• Cargo por Depreciación

$$C_d = \frac{\text{Costo estación}}{\text{vida útil en días}} = \frac{990,845}{20*12*27} = 152.90 \text{ \$ U.S./día}$$

Por tanto, el costo fijo debido a la estación de transferencia, será:

$$C_f = C_i + C_d = 366.93 + 152.90 = 419.83 \text{ \$ U.S./día}$$

Expresando este costo en términos del tonelaje de basura que podrá manejar la estación, se tiene:

$$C_f = (519.89) / (800) = 0.65 \text{ \$ U.S./ton.}$$

## 5.6 CALCULO DEL COSTO VARIABLE DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA

Este costo se refiere principalmente al personal que operará la instalación de interés, amén de algunos otros gastos de tipo administrativo. Con base en la experiencia, se estima que el costo diario por tal concepto, es de alrededor de: 400 \$ U.S./día.

Expresando este costo, en función del tonelaje de basura a manejar en la estación, se tiene:

$$C_u = (400) / (800) = 0.50 \text{ \$ U.S./Ton.}$$

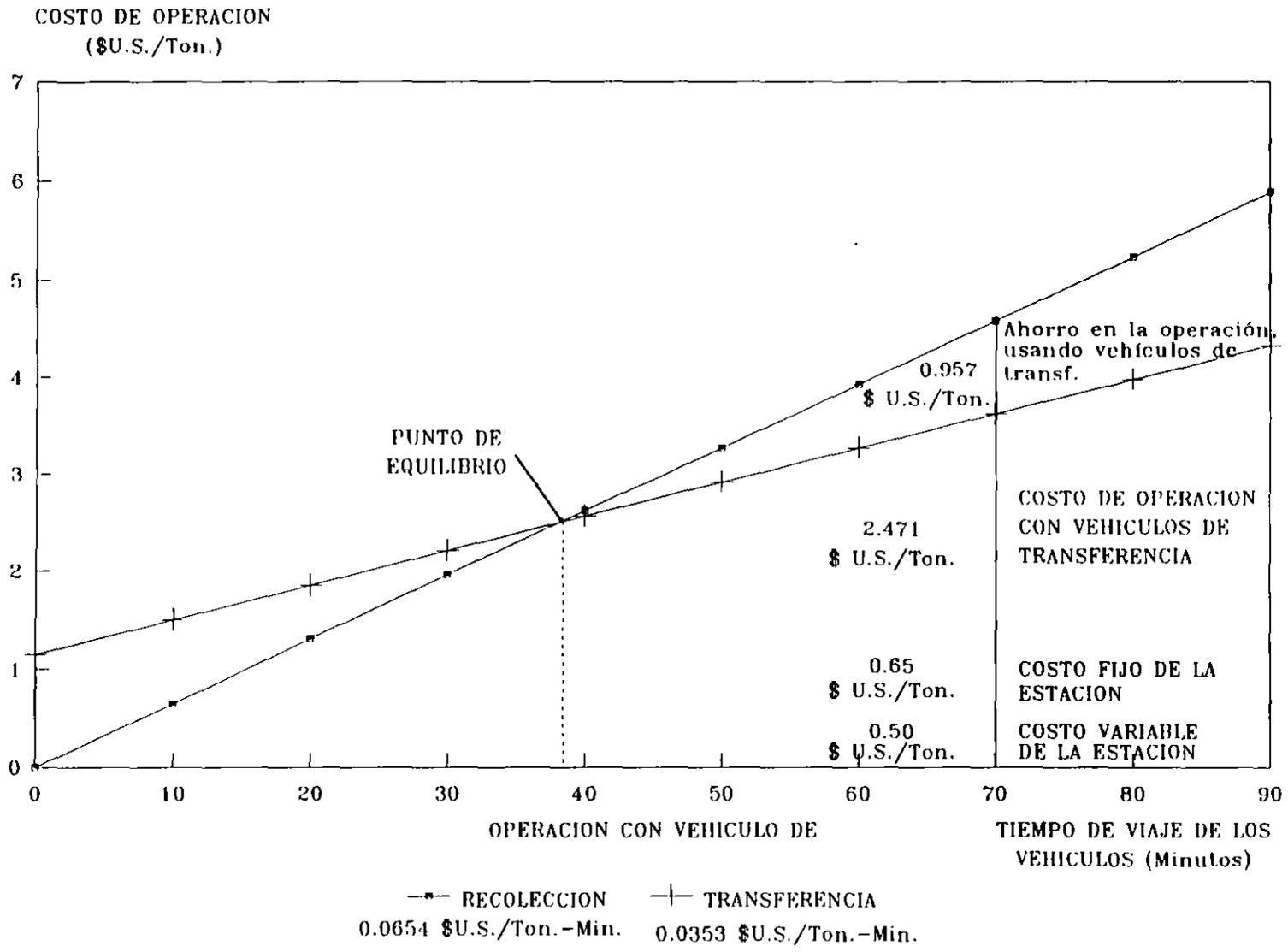
Los costos agrupados antes calculados se reportan a continuación:

- Costo de operación del equipo de recolección . . . . . 0.0654 \$ U.S./Ton.-min.
- Costo de operación del equipo de transferencia . . . . . 0.0353 \$ U.S./Ton.-min.

- Costo de operación fijo de la estación de transferencia . . . . . 0.65 \$ U.S./Ton.
- Costo de operación variable de la estación de transferencia . . . . . 0.50 \$ U.S./Ton.

Con estos valores se construyó el gráfico que se presenta en la Fig. No. 5.6.1 .

FIG. No. 5.6.1: GRAFICO PARA DETERMINAR LA NECESIDAD DE CONT CON UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA



Del gráfico No. 5.6.1, es posible concluir lo siguiente:

- El punto de equilibrio del gráfico, el cual establece el tiempo de transporte a partir del cual debe considerarse la posibilidad de contar con una estación de transferencia, se ubicó sobre los 37 minutos, tiempo máximo aceptable para que un vehículo recolector realice un viaje de "ida-vuelta" hasta el Relleno Sanitario. Por otro lado, según estimaciones promedio registradas por la Gerencia de Saneamiento Ambiental de la H. Alcaldía Municipal de San Salvador; un vehículo recolector emplea entre 1 Hr y 1 Hr 20 minutos dependiendo de la ruta de recolección que tenga asignada, para realizar un viaje completo de "ida-vuelta" hasta el Relleno Sanitario, esto sin considerar el tiempo que pierde en dicho sitio para descargar los residuos sólidos. Considerando lo anterior, queda plenamente justificada la necesidad de contar con una estación de transferencia de residuos sólidos municipales, para la "Z.M.S.S."

Ahora bien, tomando un valor promedio de 1 Hr y 10 minutos para un viaje de "ida-vuelta" de cualquier vehículo recolector; es importante mencionar que según el gráfico de la Fig. No. 5.1, sin la estación de transferencia, la operación con vehículos de recolección está costando actualmente alrededor de 4.58 \$ U.S./Ton.; valor que se vería reducido en 0.96 \$ U.S./Ton mediante el empleo de la multicitada estación, ya que su operación costaría 3.62 \$ U.S./Ton ; lo cual significa un ahorro de 545 \$ U.S. por día para la situación actual que implica un manejo de 568 Ton/día.

Este ahorro puede llegar a 864 \$ U.S./día, si la cobertura en el manejo de los residuos sólidos alcanza la cifra de 800 Ton/día. Para estas condiciones, los costos de operación con el sistema de transferencia estarían compuestos de la siguiente manera:

- 0.50 \$ U.S./Ton. - Costo variable por la operación de la estación
- 0.65 \$ U.S./Ton. - Costo fijo debido a la inversión y depreciación de la instalación
- 2.47 \$ U.S./Ton. - Costo de operación del equipo de transferencia y transporte.

---

3.62 \$ U.S./Ton.

---

Finalmente, se debe mencionar que no solamente debe dársele importancia a la reducción en costo y tiempo que se puede lograr con una estación de transferencia, ya que este tipo de instalaciones cuando son bien planeadas y operadas generan una serie de bondades complementarias, de entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- El tiempo no-productivo de los vehículos de recolección se reduce, ya que estos vehículos no transitan de ida y vuelta al sitio de disposición final.
- Cualquier reducción en el kilometraje recorrido por los vehículos de recolección, origina un ahorro en los costos de operación.
- El costo de mantenimiento que se aplique a los vehículos de recolección, puede reducirse cuando estos vehículos no transiten más al sitio de disposición final, ya que muchos de los daños a suspensiones, ejes y llantas ocurren en los sitios de disposición final.
- El periodo de vida útil de los vehículos se incrementa, puesto que la flotilla de recolección estará transitando por calles y caminos por lo regular en buenas condiciones, amén de efectuar un trabajo más ligero al no transitar con carga hasta el sitio de disposición final

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

METODOLOGIA PARA LA UBICACION DE  
ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

Asociación Mexicana para el Control  
de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C.  
(AMCRESPAC)

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

13 - 18 de Marzo, 1995

## **6. METODOLOGIA PARA EL EMPLAZAMIENTO DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

### **6.1 CRITERIOS PARA DEFINIR LA REGION FACTIBLE DONDE DEBERA UBICARSE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA**

Una "ETRS", es el conjunto de equipos e instalaciones en donde se hace el transbordo de basura de un vehículo recolector a otro vehículo con mucho mayor capacidad de carga, el cual transportará dichos residuos hasta su destino final.

El objetivo básico de las instalaciones de transferencia, es incrementar la eficiencia global del servicio de recolección de residuos sólidos, a través de la economía que se logra tanto al disminuir los costos y tiempos de transporte, como en la disminución del tiempo ocioso de la mano de obra y de los equipos disponibles. En la Fig. No. 6.1.1, se ilustra en forma gráfica la función de una Estación de Transferencia.

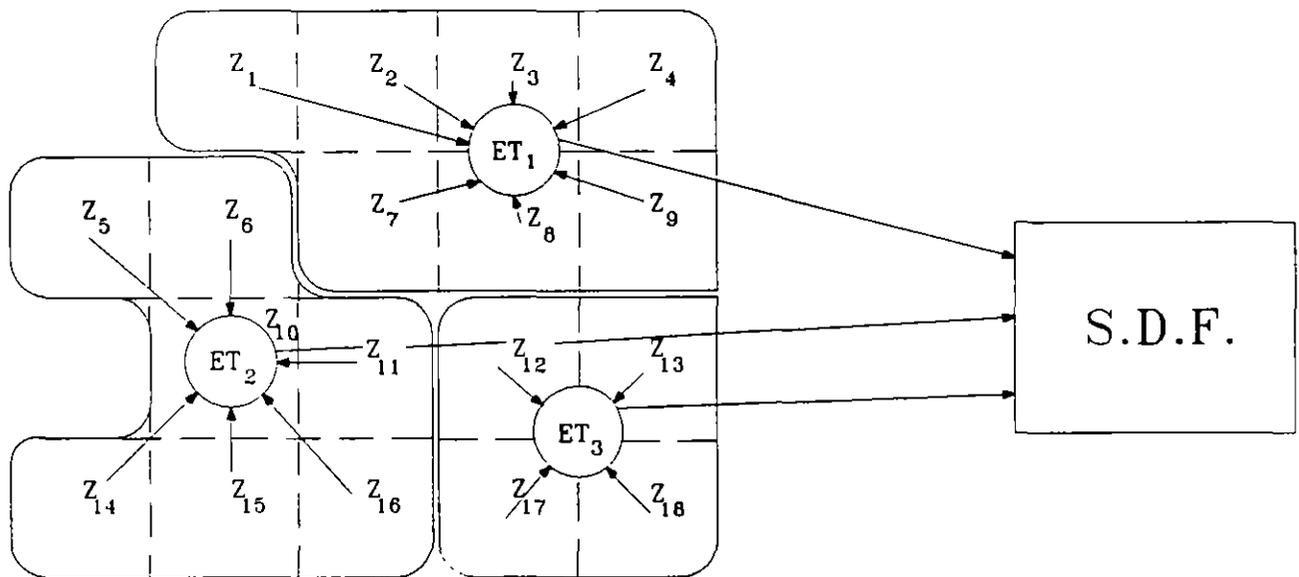
En la actualidad, la tendencia de crecimiento que se ha dado en las grandes conurbaciones y en las áreas metropolitanas, en donde los sitios de disposición final, están cada vez más alejados de las zonas de generación de residuos sólidos, obligan a utilizar las instalaciones de transferencia para eficientizar los sistemas de recolección de estos residuos.

La definición del centro de gravedad geográfico de una determinada región con problemas en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos, es el punto de partida para el establecimiento de una "ETRS". Es decir, la premisa fundamental es que una instalación de este tipo, siempre debe quedar lo más cerca posible al centro de gravedad geográfico de la región por atender, con el fin de disminuir la suma de los recorridos de las rutas de recolección hacia dicha instalación.

De lo anterior se deduce que se deberá definir una región factible donde pueda instalarse la "ETRS", considerando las alteraciones que el centro de gravedad geográfico pueda sufrir, por restricciones obligadas del sistema, como lo es la ubicación de los sitios de encierro de los equipos de recolección; o bien, las desviaciones o desplazamientos que pudiera sufrir al agregar

Fig. No. 6.1.1

DESCRIPCION DE LA FUNCION DE UNA  
ESTACION DE TRANSFERENCIA



CLAVES

Z: ZONA DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS

ET: ESTACION DE TRANSFERENCIA

SDF: SITIO DE DISPOSICION FINAL

a las variables geográficas, otro tipo de variables, como son: la densidad de población, la generación de los residuos sólidos, las pendientes promedio del terreno, la traza urbana de la localidad, la cercanía con áreas forestales, o cualquier otra que pueda ser de consideración según sean las características de la localidad que se trate.

La determinación del Centro de Gravedad Geográfico (C.G.G.), implica la definición de las zonas o sectores de recolección, el cálculo de su superficie y de sus coordenadas centrales en un sistema cartesiano; para después determinar los momentos de transporte de cada una de las zonas o sectores; es decir, la distancia de los centros de gravedad de ellas hasta los ejes cartesianos, por

la superficie que ocupa la mancha urbana en cada una de dichas zonas o sectores. Los momentos resultantes divididos entre la superficie total de la mancha urbana, serán las coordenadas del centro de gravedad de toda la región considerada.

La descripción gráfica de esta metodología, se presenta en la Fig. No. 6.1.2.

Algebraicamente, la definición del centro de gravedad geográfico, quedará definido por las siguientes expresiones:

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i x_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i)} \dots\dots\dots \text{ec. (1)}$$

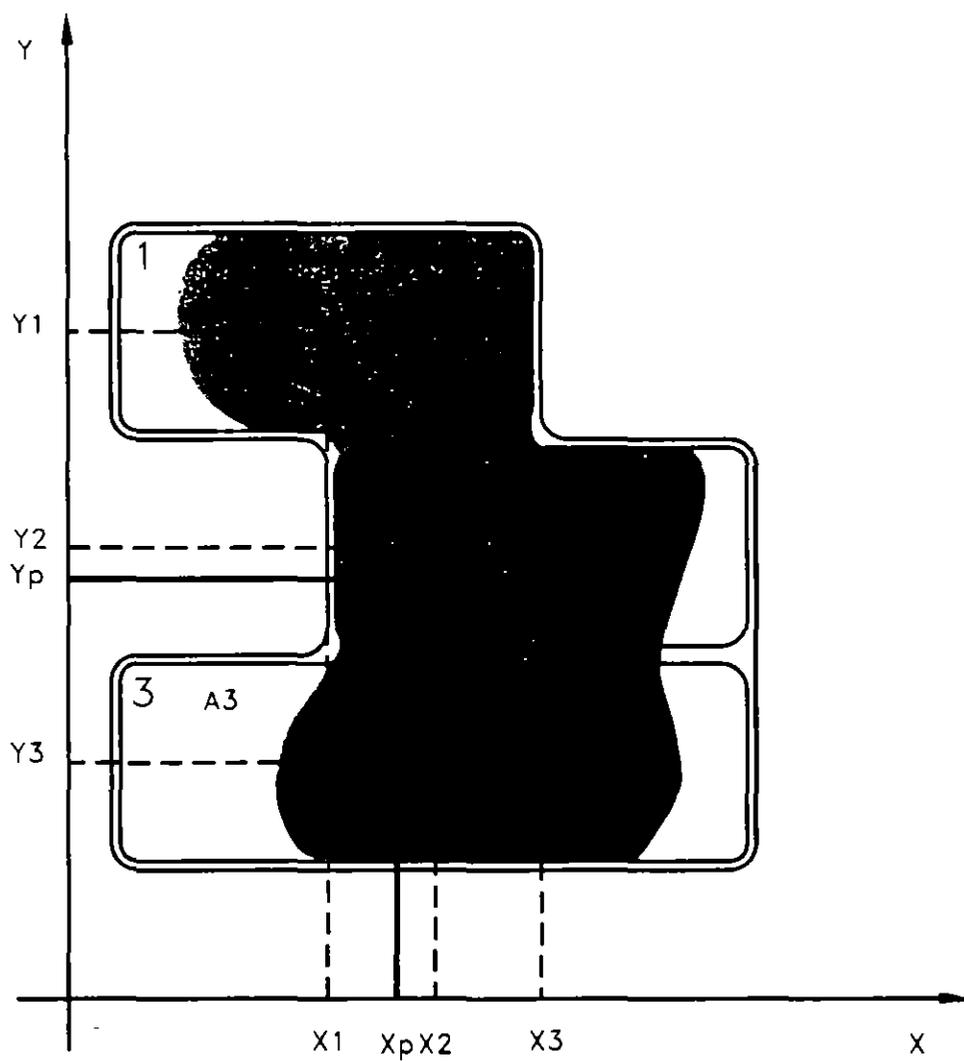
$$Y_p = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i y_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i)} \dots\dots\dots \text{ec. (2)}$$

Donde:

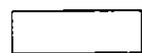
- Xp, Yp: Coordenadas del centro de gravedad geográfico.
- n: No. de polígonos que componen la región por atender.
- Ai: Superficie que ocupa la mancha urbana en el polígono "i".
- Xi: Distancia del centro de gravedad del polígono "i", al eje cartesiano "Y".
- Yi: Distancia del centro de gravedad del polígono "i", al eje cartesiano "X".

Fig. No. 6.1.2

**DEFINICION DEL CENTRO DE GRAVEDAD GEOGRAFICO POR EL METODO DE MOMENTOS EN UN SISTEMA CARTESIANO**



MANCHA URBANA



ZONAS SIN HABITAR

La determinación de cualquier otro centro de gravedad, puede expresarse de la siguiente manera, a partir de las expresiones 1 y 2.

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i f_j x_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i f_j)} \dots\dots\dots \text{ec. (3)}$$

$$Y_p = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i f_j y_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i f_j)} \dots\dots\dots \text{ec. (4)}$$

Donde:

$$j = 1, 2, \dots, m-1, m$$

f<sub>j</sub>: Factor de ajuste que engloba dentro de la superficie de la mancha urbana del polígono "i", otros aspectos complementarios que además de los puramente geográficos, permitan incluir en el análisis, algunas otras consideraciones que sean de vital importancia para la situación que se trate. Ejemplo de estas consideraciones, podrían ser las siguientes variables:

- Variable poblacional
- Variable que considere la producción de residuos
- Variable topográfica
- Variables urbanísticas
- Variables ecológicas

m: No. de variables consideradas en el análisis.

En la Tabla No. 6.1.1 se presenta la descripción del factor de ajuste del centro de gravedad, para diferentes variables urbanas.

Agregar este tipo de variables dentro del análisis para definir la región donde debe ser ubicada la "ETRS", permitirá que la elección del sitio, se haga implícitamente de manera racional, lo cual

**TABLA No. 6.1.1**

**FACTORES DE AJUSTE PARA LA CORRECCION DEL CENTRO DE GRAVEDAD GEOGRAFICO, DEBIDO A DIFERENTES VARIABLES URBANISTICAS.**

TIPO DE VARIABLE	FORMULACION DEL FACTOR DE AJUSTE	DESCRIPCION DE LA FORMULACION
GEOGRAFICA	$f = 1$	EL FACTOR ES IGUAL A LA UNIDAD
POBLACIONAL	$f = D$	EL FACTOR ES IGUAL A LA DENSIDAD DE POBLACION "D", EXPRESADA EN HABS./HA.
POR GENERACION DE RESIDUOS	$f = D \cdot G$	EL FACTOR ES EL PRODUCTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION "D" EN HABS./HA, POR LA GENERACION PERCAPITA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN KG/HAB.-DIA
POR VIALIDAD	$f = D \cdot G \cdot H$	EL FACTOR ES EL PRODUCTO DEL FACTOR ANTERIOR, MULTIPLICADO POR EL No. ADIMENSIONAL "N" QUE ES LA SUMATORIA DE LAS CALIFICACIONES DE LAS VIALIDADES DETECTADAS. LA CALIFICACION DE LAS VIALIDADES PUEDE HACERSE SEGUN LA IMPORTANCIA DE LA VIALIDAD, SU No. DE CARRILES Y EL TRANSITO EN HORAS PICO.
POR PENDIENTE DEL TERRITORIO	$f = B \cdot G \cdot P$	EL FACTOR ES EL PRODUCTO DEL FACTOR OBTENIDO PARA LA VARIABLE REFERENTE A LA GENERACION DE RESIDUOS, MULTIPLICADO POR EL No. ADIMENSIONAL "P", QUE ES LA PENDIENTE EN % DIVIDIDA ENTRE 10.

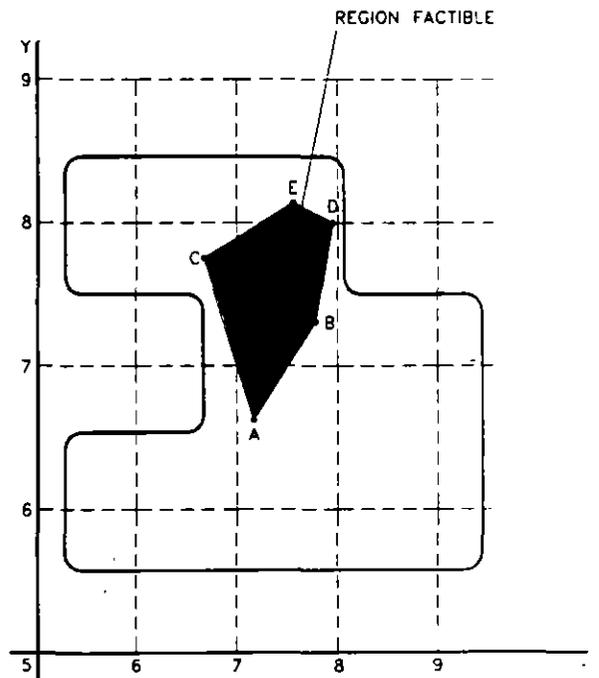
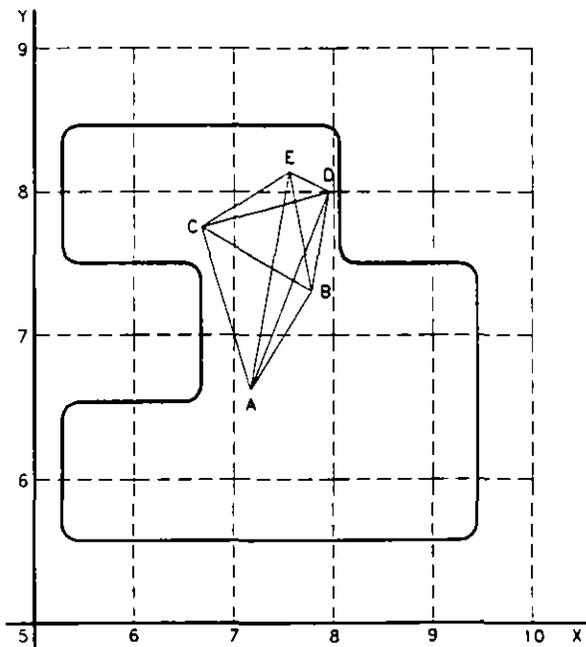
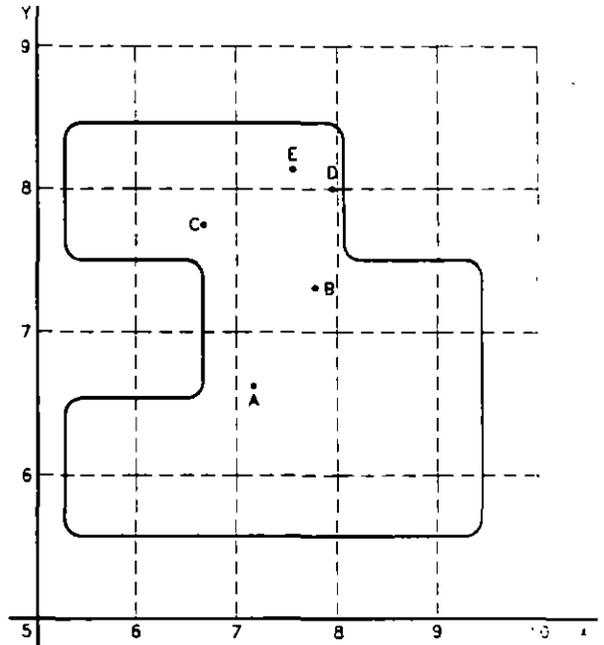
es difícil de lograr cuando se considera únicamente, la variable geográfica; ya que por lo regular las actividades que se dan en el asentamiento humano, son tan disímolas y de orden tan diverso, que le dan una gran heterogeneidad, tanto a su densidad poblacional, como a su distribución geográfica y socioeconómica, amén de las propias diferencias que trae consigo el desarrollo urbano y la dotación de infraestructura para la prestación de los servicios públicos.

Es claro entonces, que se obtendrá un centro de gravedad por cada variable complementaria que se agregue al análisis para la definición de la Región Factible, la cual se determinará entonces, conectando los centros de gravedad de cada una de las variables consideradas en el análisis, obteniéndose por tanto un polígono cerrado. En la Fig. No. 6.1.3, se presenta la descripción de un ejemplo hipotético, para ilustrar lo antes comentado.

Fig. No. 6.13

**DESCRIPCION DE LA CONSTRUCCION DE LA REGION FACTIBLE A PARTIR DE LOS CENTROS DE GRAVEDAD OBTENIDOS PARA DIFERENTES VARIABLES URBANISTICAS CONSIDERADAS, PARA UN EJEMPLO HIPOTETICO**

VARIABLE	X	Y
GEOGRAFICA (A)	7.05	6.90
POBLACIONAL (B)	7.76	7.59
POR GENERACION DE R. (C)	6.95	8.04
POR VIALIDADES (D)	7.93	8.44
POR PENDIENTE DEL TERRENO	7.50	8.50



La definición de la Región Factible, puede expresarse algebráicamente de la siguiente manera:

$$R = \{(Xp_j, Yp_j) \mid j=1,2,\dots,m-1,m\} \dots\dots\dots \text{ec. (5)}$$

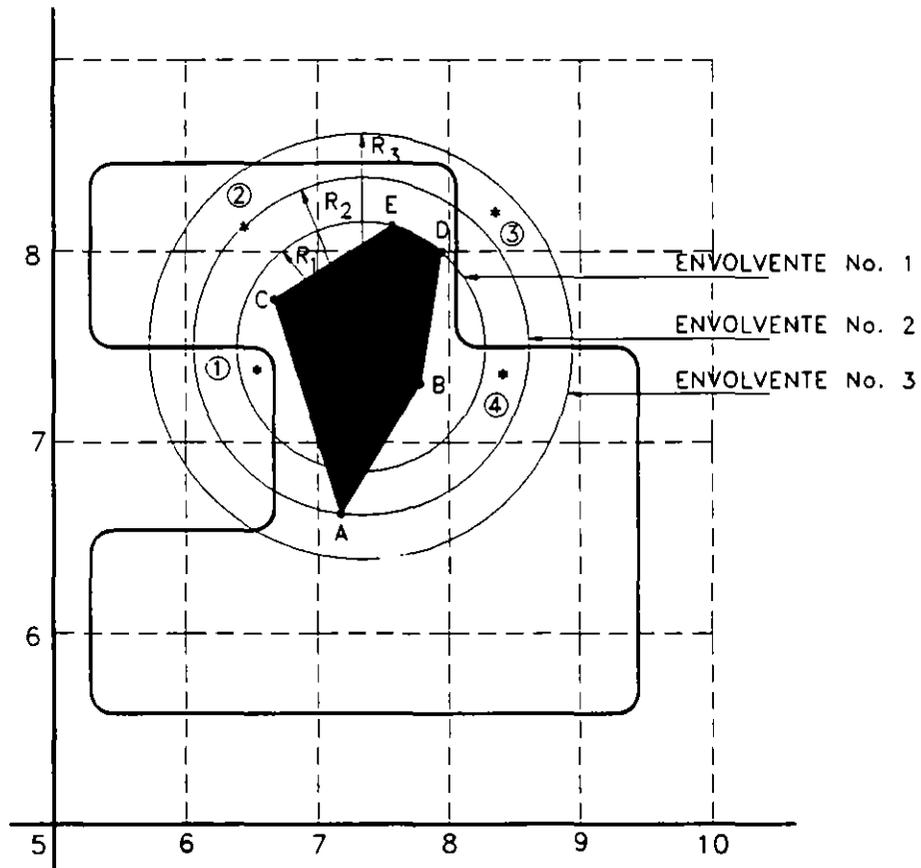
$$R = \{(Xp_1, Yp_1)(Xp_2, Yp_2), \dots, (Xp_{m-1}, Yp_{m-1}), (Xp_m, Yp_m)\} \dots\dots\dots \text{ec. (6)}$$

De todo lo anterior, se puede concluir que cualquier sitio que se halle dentro de la Región Factible, podrá ser considerado para la ubicación de una "ETRS", sin menoscabo de la eficiencia del sistema. Esto no debe intepretarse como una limitación contundente para eliminar aquellos sitios que se hallen fuera de la Región Factible, solamente establece que entre más nos alejemos de ella, menor será la eficiencia del sistema.

Cuando no exista sitio alguno dentro de la Región Factible, deberán trazarse círculos concéntricos a partir del centroide del polígono que define dicha región, de manera tal que la vaya envolviendo hasta encontrar uno o más sitios, para proceder a su revisión y análisis, como se indica en la Fig. No. 6.1.4 En teoría, el sitio con mayor viabilidad desde el punto de vista económico, será aquel que se halle más cerca de los linderos de la Región Factible.

FIG. No. 6.1.4

TRAZO DE ENVOLVENTES SOBRE LA REGION FACTIBLE,  
PARA IDENTIFICACION DE SITIOS FUERA DE ELLA



112

## 6.2 EVALUACION Y SELECCION DE SITIOS

La selección del sitio más adecuado para la ubicación de una "ETRS" de entre un conjunto de sitios factibles, se puede efectuar mediante un análisis de tipo económico que considere el costo que representa el transporte de los residuos sólidos, desde los centros de generación hasta los sitios factibles para la ubicación de la "ETRS", como lo establece la siguiente expresión:

$$\text{MIN: } ZI = \sum_{k=1}^m P(k) D(k, l) C(k) \dots\dots\dots \text{ec. (7)}$$

Donde:

ZI: Costo de transportación de los residuos sólidos desde los sectores de generación "k", hasta el sitio "l", propuesto para ubicar la "ETRS".

Ck: Costo unitario de la tonelada de residuos sólidos recolectada en el sector "k".

P(k): Tonelaje de basura generada en el sector "k".

D(k,l): Distancia promedio entre el centro de gravedad del sector "k" y el sitio "l".

Cuando no se cuente con la información necesaria para determinar el costo unitario de la tonelada de basura recolectada en cada uno de los sectores de recolección, el análisis puede efectuarse solamente con los tonelajes de basura generados en los sectores de recolección con las distancias promedios de los centros de gravedad hacia cada uno de los sitios propuestos.

A pesar de que este tipo de análisis asegura encontrar la solución óptima en términos de productividad, en ocasiones no resulta ser suficiente para tomar la decisión sobre la mejor ubicación que debe tener una "ETRS", ya que hay otros aspectos de tipo social, político,

124

ambiental, de salud pública y de percepción ciudadana, que son importantes de considerar.

Por tanto el análisis antes descrito debe ser complementado con otro tipo de metodología que incluya algunas otras variables que consideren los aspectos mencionados en líneas atrás, como lo que se describe a continuación:

El objetivo fundamental de esta metodología, es lograr que a través de su aplicación, el sitio elegido sea aquel que por sus propias características, asegure que las implicaciones ambientales que la instalación genere durante su operación, sean las menores.

Para fines meramente descriptivos de la metodología, se establecieron dos conjuntos de variables, uno compuesto por los aspectos ambientales al que se le denominó "ELEMENTOS DEL ENTORNO URBANO", mientras que al conjunto que reúne las características de los sitios, se le designó "IMPACTANTES POTENCIALES DE LA INSTALACION".

Ahora bien, para identificar los componentes del primer conjunto, se realizó una detallada inspección de la operación de las actuales estaciones de transferencia, así como una revisión de las notas periodísticas relacionadas con el tema de los residuos sólidos, además de considerar las opiniones de diferentes grupos de la sociedad en general. De lo anterior, se derivó la siguiente lista de variables:

- **AMBIENTE:** Aire, Agua, Suelo, Zonas arboladas, Areas protegidas, etc.
  
- **SALUD:** De toda la población en general, incluyendo sobremanera la de los sectores más desprotegidos, ya sea por su condición y características, o por su inaccesibilidad a los servicios médicos.
  
- **BIENESTAR:** Afectaciones y molestias sobre los diferentes ámbitos en los que se congrega la población en general: casas-habitación, escuelas, hospitales, centros deportivos, etc.

**- INFRAES-  
TRUCTURA  
URBANA:**

Vialidad, Servicios, Parques y Jardines.

Con la relación del conjunto de variables denominadas "IMPACTANTES POTENCIALES DE LA INSTALACION", se debe mencionar que para precisar sus componentes, fue necesario identificar "a priori" los agentes derivados de la operación de una "ETRS", que potencialmente pueden generar algún riesgo sobre cada uno de los Elementos del Entorno Urbano, definidos anteriormente. Estos agentes se mencionan a continuación:

**AMBIENTE:** Emisión de agentes contaminantes físicos, químicos y biológicos, que puedan llegar a contaminar el ambiente en general, en especial al aire y al suelo.

**SALUD:** Generación de polvos, microorganismos y otros agentes físicos, químicos y biológicos, que pueden ir directamente al ser humano y a sus animales domésticos; o bien, dispersarse sobre los elementos del ambiente, en ocasiones en concentraciones por encima de los niveles normativos.

**BIENESTAR:**

- Generación de polvos, ruido y olores.
- Alto flujo vehicular sobre vialidades secundarias.
- Dispersión de residuos sólidos en el ambiente.
- Afectación de la estética por las actividades propias de la instalación.

**INFRAESTRUCTURA**

- Afectación de la infraestructura vial (carpeta asfáltica, banquetas, guarniciones, mobiliario urbano, etc.).
- Incremento de accidentes.
- Deterioro de la infraestructura hidráulica.
- Incremento del mantenimiento en los servicios complementarios.

De acuerdo con el listado anterior, las características propias de los sitios que pueden tener una

cierta ingerencia para propiciar que los agentes de riesgo antes anotados, sean menos efectivos y más fácilmente controlables, se indica a continuación:

- Distancia de amortiguamiento a Zonas Habitadas
- Dirección e Incidencia de Vientos
- Pendiente de Acceso al Sitio
- Accesos Viales al Sitio
- Superficie Disponible

Después del análisis anterior, se ve con claridad que entre las variables de los dos conjuntos mencionados, existe una cierta relación causa-efecto que puede ser identificada con un enfoque sistémico, para tratar de reducir al máximo la subjetividad que este tipo de valoraciones conllevan implícitamente.

Es así que entonces, puede proponerse a la "Teoría de Juegos" como marco metodológico para el análisis, con el fin de formular un "Juego de Suma Cero" entre el "HOMBRE" y su "ENTORNO", a través del cual ambos buscarán definir aquellas estrategias que respectivamente, les permitan obtener las máximas ganancias y las menores pérdidas. En este juego, el "HOMBRE" estará representado por el conjunto de variables denominado "IMPACTANTES POTENCIALES DE LA INSTALACION", ya que las componentes de este conjunto se refieren a las características de los sitios donde se pretende instalar una "ETRS", cuya operación correrá por cuenta del "HOMBRE", pudiendo esta operación modificar el estado actual que guarde el entorno urbano en los sitios factibles para ubicación de la "ETRS". Así mismo, el conjunto de variables designado "ELEMENTOS DEL ENTORNO URBANO", es obvio que representará al "ENTORNO", ya que como se mencionó anteriormente, las variables que lo integran se refieren a los componentes del entorno urbano que pueden verse impactados con la operación de la "ETRS". También es obvio que en este enfrentamiento, el "HOMBRE" fungirá como un Jugador Maximizante, pues con sus acciones o estrategias modificará al "ENTORNO"; mientras que este último nunca alterará las estrategias del primero, puesto que siempre estará a la espera de que el "HOMBRE" lleve a cabo cualquiera de sus acciones. Con base en lo anterior, se puede concluir que permanentemente el "HOMBRE" buscará encontrar aquellas estrategias que

1/2

maximicen sus ganancias; mientras que el "ENTORNO" por su parte, tratará de hallar las estrategias que minimicen sus pérdidas.

Aunque existen varios métodos para resolver un determinado juego, se propuso utilizar el de Newmann-Dantzig, el cual lo transforma en un problema lineal que puede ser resuelto por cualquiera de los algoritmos existentes para ello.

Para lograr lo anterior, es necesario plantear el juego a través de una "MATRIZ DE PAGOS", que relacione los dos conjuntos de variables, el primero con las acciones del "HOMBRE", (IMPACTANTES POTENCIALES DE LA INSTALACION); y el segundo con las acciones del "ENTORNO" (ELEMENTOS DEL ENTORNO URBANO).

Se deberá obtener por cada uno de los sitios que se pretendan analizar, una matriz de pagos, la cual se formará mediante la multiplicación de dos matrices, una que engloba el impacto de las acciones que el "HOMBRE" tiene sobre los elementos de "ENTORNO" (MATRIZ DE CONTRIBUCIONES PROPORCIONALES), y la otra que reúne la "CALIFICACION" de cada uno de los impactantes.

La "MATRIZ DE CONTRIBUCIONES PROPORCIONALES" que se presenta en la Tabla No. 6.1.1, relaciona los dos conjuntos de variables, valuando el impacto que cada una de las acciones del "HOMBRE" tiene sobre cada uno de los elementos del "ENTORNO". Por ejemplo, una escasa distancia de amortiguamiento puede alterar de algún modo el Bienestar de la población circundante, así como afectar la salud de los mismos; mientras que las incidencias de los vientos, pueden también afectar el bienestar de la población, así como deteriorar e impactar al ambiente.

Esta matriz que será la misma para cualquier sitio que se pretenda analizar, se construyó promediando los valores de contribución reportados por diferentes profesionistas con distintas especialidades, tanto del ramo de la ingeniería, como de las ciencias sociales. En todo caso, si no se está de acuerdo con los valores reportados en la Tabla No. 6.1.1, éstos pueden ser modificados aplicando el criterio que se crea más conveniente. La afectación de los elementos del "ENTORNO" por los impactantes considerados, presentan los siguientes porcentajes:

- BIENESTAR .....	(34%)
- AMBIENTE .....	(18%)
- INFRAESTRUCTURA URBANA .....	(24%)
- SALUD .....	(24%)
<hr/>	
S U M A .....	(100%)

**TABLA No. 6.1.1**

**MATRIZ DE CONTRIBUCION PROPORCIONAL DE LOS IMPACTANTES SOBRE  
LOS ELEMENTOS DEL ENTORNO URBANO**

IMPACTANTES ELEM. URBANOS	DISTANCIA DE AMORT.	VIENTOS	PENDS ACCEOS	ACCESOS VIALE	SUPER FICIE	$\Sigma$	(%)
BIENESTAR	0.6	0.3	0.2	0.3	0.3		0.34
AMBIENTE	--	0.3	0.4	0.1	0.1		0.18
INFRAESTRUCTURA URBANA-		--	0.1	0.6	0.5	1.2	0.24
SALUD	0.4	0.4	0.3	--	0.1	1.2	0.24
$\Sigma$	1	1	1	1	1	5	1.00

La segunda "MATRIZ DE CALIFICACION" de los impactantes, la cual será específica para cada uno de los sitios que se incluyan en el análisis, se construyó a partir de la evaluación de las características de los sitios considerados, mediante la aplicación de ciertas funciones de

sensibilidad, cuyos tipos y límites se fijaron con base en el comportamiento del impactante y tomando como fundamento la normatividad y criterios de afectación ambiental.

Los tipos de función, fundamentos de límites y expresiones matemáticas que identifican a las funciones de sensibilidad utilizadas, se presentan en la Tabla No. 3.2, mientras que en las figuras de la 6.2.1 a la 6.2.5 se ilustran en forma gráfica dichas funciones, así como sus valores numéricos.

El objetivo de utilizar las funciones de sensibilidad es eliminar máximo la subjetividad al calificar cada uno de los impactantes considerados.

Finalmente el producto de la "MATRIZ DE CALIFICACION" por la "MATRIZ DE CONTRIBUCIONES PROPORCIONALES", dará origen a la MATRIZ DE PAGOS del sitio que se trate; en la cual los valores de cada renglón, constituirán los coeficientes de las restricciones del problema lineal en que se transformará dicha matriz de pagos, según la metodología de Newmann-Dantzig, que se describe a continuación:

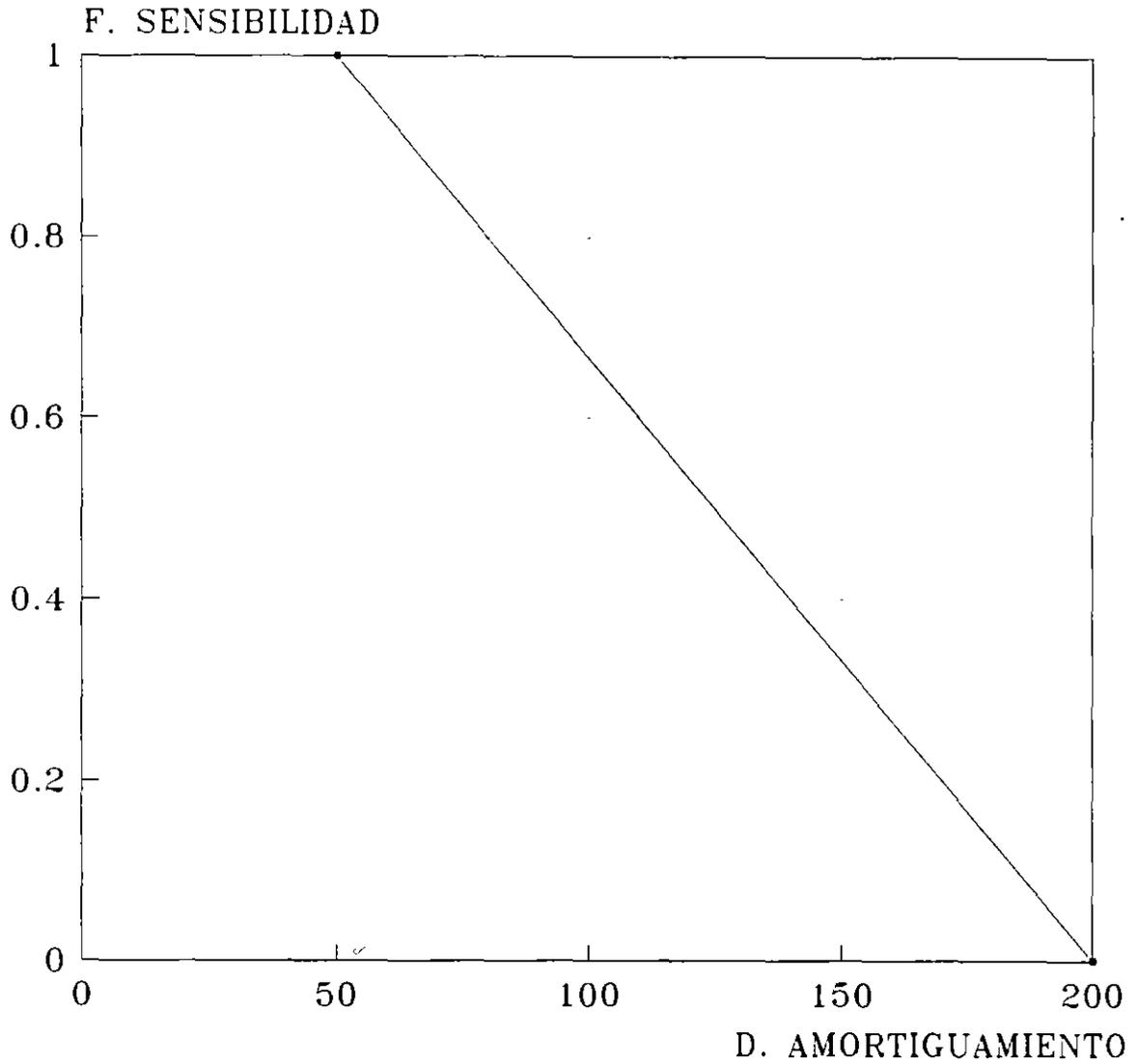
- Se toman las cifras reportadas en la Matriz de Pagos, ordenándolas por renglones.
- Se formula un 1er. cuadro inicial de restricciones, una por cada renglón de la Matriz de Pagos. La formulación incluirá que las restricciones sean desigualdades "mayor o igual" comparadas con un cierto valor del juego "V".
- Se agregan variables de holgura a las restricciones, para convertirlas en igualdades.
- Se toma cualquiera de las restricciones del problema, para convertirla en función objetivo y para restarla de las demás restricciones.

TABLA No. 6.2

**TIPO CARACTERISTICAS Y FUNDAMENTOS DE LAS FUNCIONES  
DE SENSIBILIDAD PROPUESTAS**

IMPACTANTE POTENCIAL	TIPO DE FUNCION	FUNDAMENTOS DE LIMITES	EXPRESION DE LIMITES
DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO	LINEAL	LA EPA RECOMENDO UNA DISTANCIA MINIMA DE 50 m. A DISTANCIAS IGUALES O MAYORES A 200 m. SE ASIGNO UNA CALIFICACION DE 0.	$f(x) = \begin{cases} 1 - \frac{x}{200}, & 0 < x < 200 \\ 1 & x < 50 \\ 0 & x > 200 \end{cases}$
VIENTOS	LINEAL	LA CALIFICACION ASIGNADA CORRESPONDE AL PORCENTAJE DE DIAS DE VIENTOS DESFAVORABLES QUE INCIDEN EN CADA SITIO, ENTRE EL NUMERO DE DIAS DEL AÑO.	$f(x) = \frac{x}{365}, 0 < x < 365,$
PENDIENTES DE ACCESO	LINEAL	PENDIENTES MENORES DE 3% NO IMPACTAN (CALIF. = 0). PENDIENTES MAYORES DEL 12% SON FUERTEMENTE IMPACTANTES (CALIF. = 1). A LA PENDIENTE DEL 0% SE LE ASIGNO UNA CALIFICACION DE 0.25	$f(x) = \begin{cases} \frac{0.75x}{9}, & 0 < x < 12 \\ = & \\ = & x > 12 \end{cases}$
ACCESOS VIALES	LINEAL	CUANDO SE TENGA UN SOLO ACCESO SE ASIGNO UNA CALIF. =.75. CUANDO SE TENGAN DOS Y TRES ACCESOS SE ASIGNAN CALIFICACIONES RESPECTIVAS DE 0.5 Y 0.25.	$f(x) = 1 - \frac{x}{4}, 0 < x < 6$
SUPERFICIE	LINEAL	CUANDO LA RELACION DE AREAS NECESARIA ENTRE AREA DISPONIBLE SEA DE 0.20, SE CONSIDERO UNA CALIF. = 0. CUANDO LA RELACION SEA DE 0.8, SE ASIGNO UNA CALIF. = 1	$f(x) = \begin{cases} \frac{x}{0.6} - 0.33, & 0.2 < x < 0.8 \\ 1 & x > 0.8 \\ 0 & x < 0.2 \end{cases}$

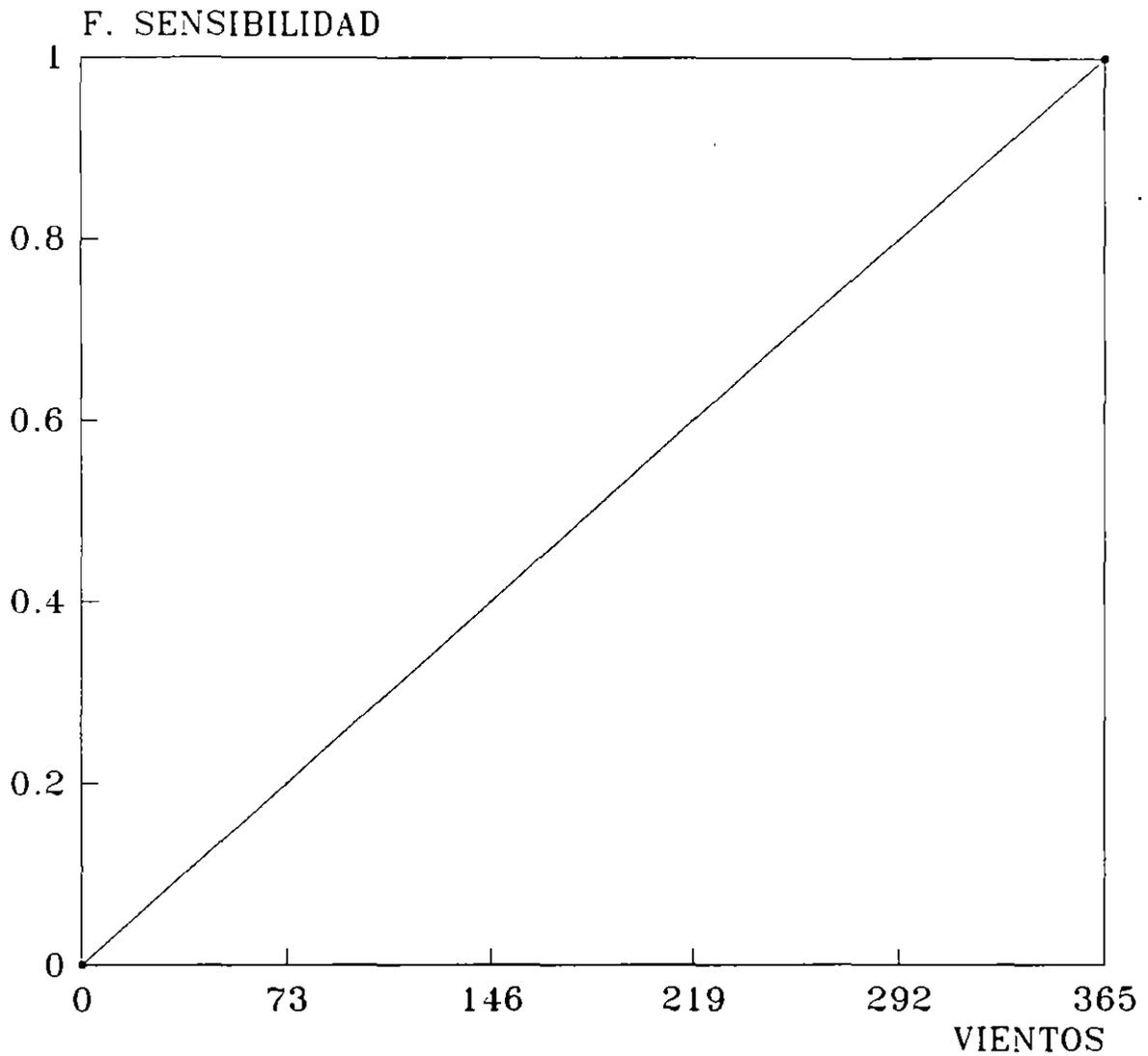
# FUNCION DE SENSIBILIDAD DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO



$$\begin{aligned} \text{---} f(x) &= (1.33 - (x/150)) & 50 < X < 200 \\ f(x) &= 1 & X < 50 \\ f(x) &= 0 & X > 200 \end{aligned}$$

Fig. 6.2.1

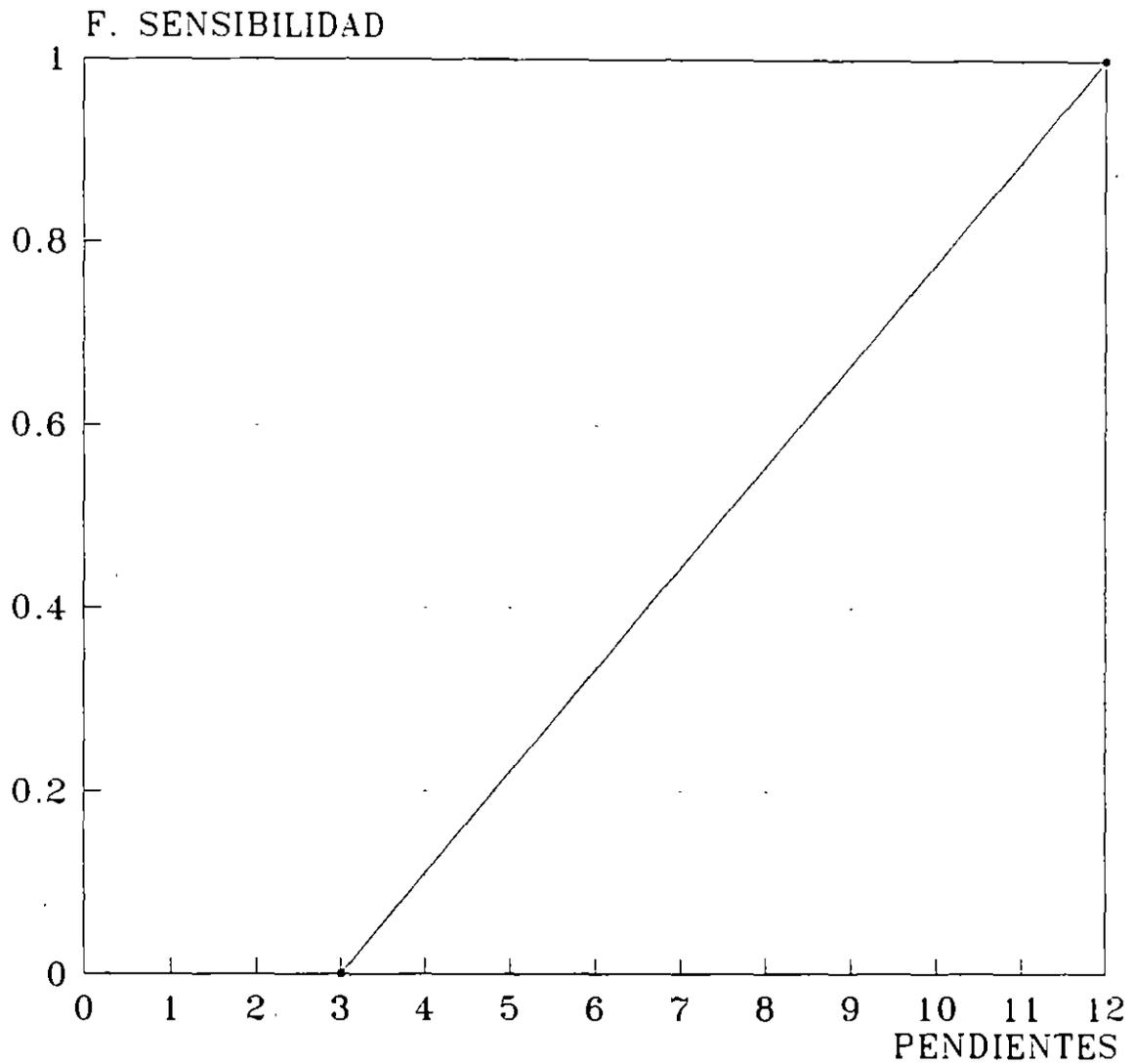
# FUNCION DE SENSIBILIDAD VIENTOS



—•—  $f(x) = X / 365$        $0 < X < 365$

Fig. 6.2.2

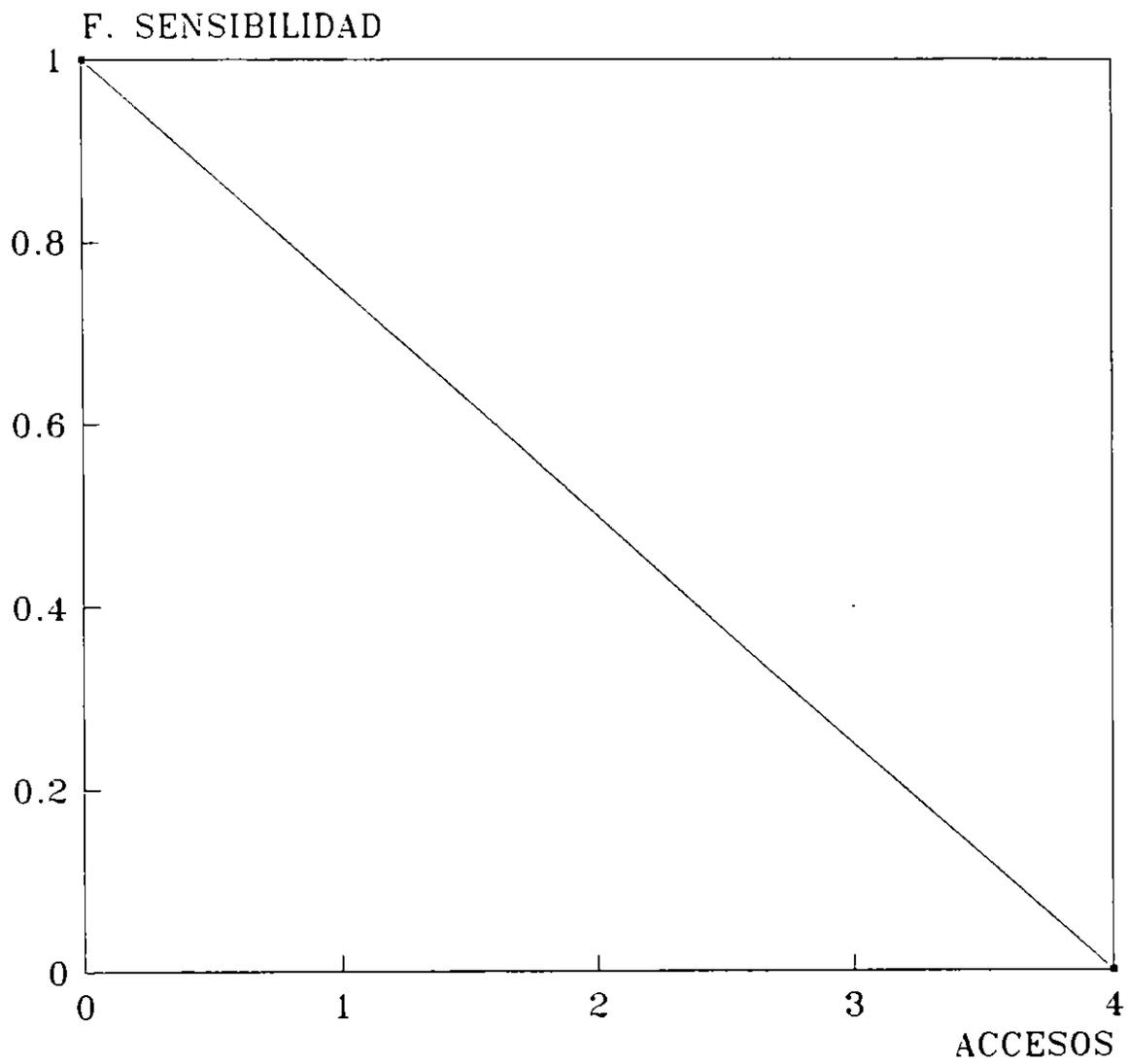
# FUNCION DE SENSIBILIDAD PENDIENTES



$$\begin{aligned} \text{---} \bullet \text{---} & f(x) = (x/9 - 0.33) & 3 < X < 12 \\ & f(x) = 1 & X > 12 \\ & f(x) = 0 & X < 3 \end{aligned}$$

Fig. 6.2.3

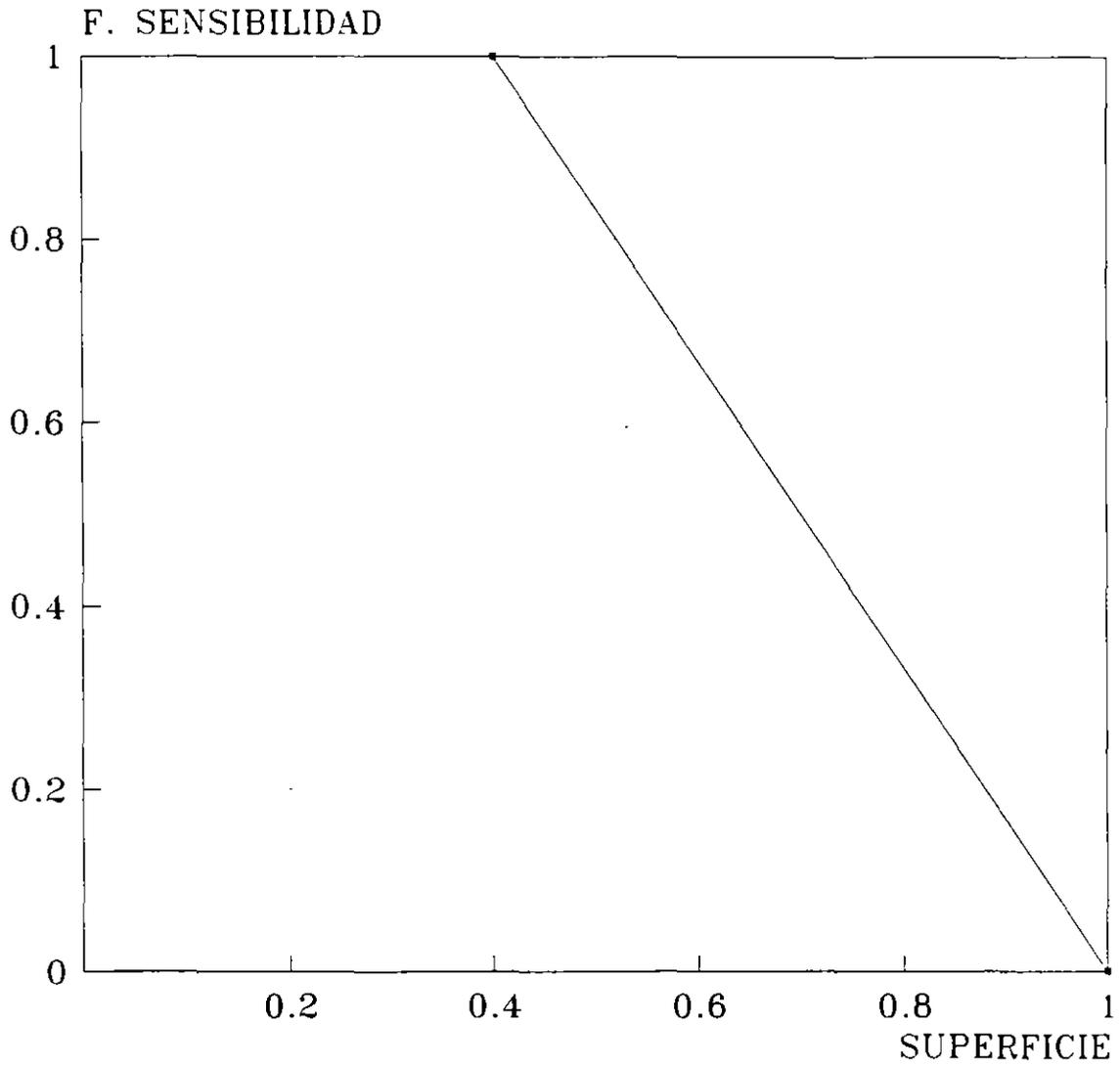
# FUNCION DE SENSIBILIDAD ACCESOS



$$f(x) = 1 - (x / 4) \quad 0 < x < 4$$

Fig. 6.2.4

# FUNCION DE SENSIBILIDAD SUPERFICIE



$$\begin{aligned} \text{---} \bullet \text{---} & f(x) = [1.66(1-x)] & 0.4 < X < 1.0 \\ & f(x) = 1 & X < 0.4 \\ & f(x) = 0 & X > 1.0 \end{aligned}$$

Fig. 6.2.5

Este proceso de transformación, presenta finalmente un problema lineal que puede ser resuelto mediante la aplicación de las técnicas de programación lineal existentes en la actualidad.

Se requiere entonces, hallar aquella solución que optimice la función objetivo formulada en términos de maximizar las estrategias del jugador activo o maximizante, que en este caso es el "HOMBRE", para identificar las acciones que mayormente impactarán al entorno. Los resultados que se obtendrán después de resolver el problema lineal, serán los siguientes:

- a) Valor de la función objetivo, que será el valor del juego planteado.
- b) Valores asignados a las variables consideradas que optimizan la función objetivo y cuya suma será igual a la unidad, con lo cual se intuye que los valores hallados, establecen la importancia que dichas variables tienen entre si.

De lo anterior, se desprende el hecho de que se obtendrá un valor del juego y una combinación de variables, por cada sitio considerado. El sitio más adecuado será aquel que presente un menor valor del juego, ya que entre mayor sea el valor del juego o de la función objetivo, mayor será el impacto que sobre el entorno urbano generará la operación de la "ETRS".

Aunado a lo anterior, esta metodología permite no solamente elegir el mejor sitio con base en el menor daño ambiental esperado durante la operación de la "ETRS", sino también identificar con las variables primales, los impactantes que pueden propiciar una situación ambiental crítica y su valor de importancia, así como los elementos del entorno que se pueden ver afectados y su valor de afectación, a través de las variables duales.

## 7. SELECCION Y REVISION DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE

### 7.1 SELECCION DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE

Considerando las características generales con que normalmente cuentan todos los equipos de transferencia, fue posible determinar el peso de cada uno de los componentes de las unidades de transferencia, como se muestra en el siguiente cuadro.

Así mismo en el Croquis No. 7.1 se presenta gráficamente, la distribución de descargas para el tipo de vehículo considerado.

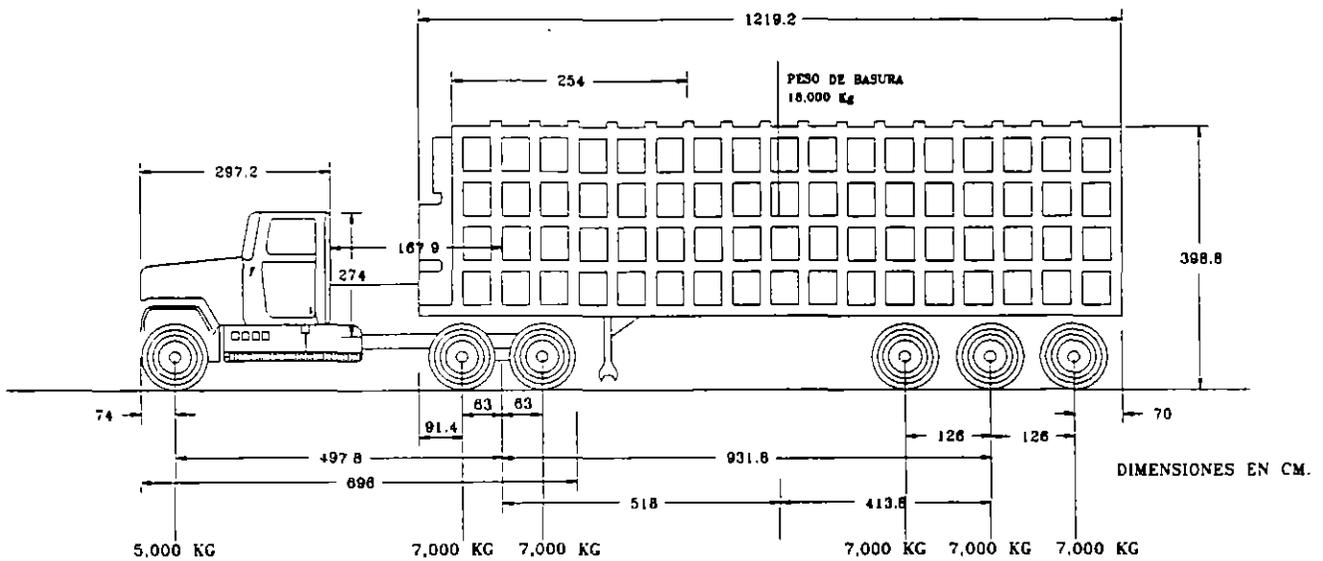
#### PESO DE LOS COMPONENTES DE LA UNIDAD DE TRANSFERENCIA CONSIDERADA

ELEMENTO	
CHASIS (ESTIMADO)	7,000
CARROCERIA (ESTIMADO)	15,000
BASURA (ESTIMADO)	18,00
PESO BRUTO VEHICULAR (MÍNIMO REQUERIDO)	40,000

Para una caja abierta de 60 m<sup>3</sup> de capacidad.

CROQUIS No. 1

DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA SELECCIONADO



PESOS MAXIMOS PERMITIDOS POR EJE

EJE FRONTAL DEL TRACTOR	5,000 KG
DOBLE EJE TRASERO DEL TRACTOR	14,000 KG
TRIPLE EJE DEL SEMI-TRAILER	21,000 KG
PESO TOTAL MAXIMO	40,000 KG

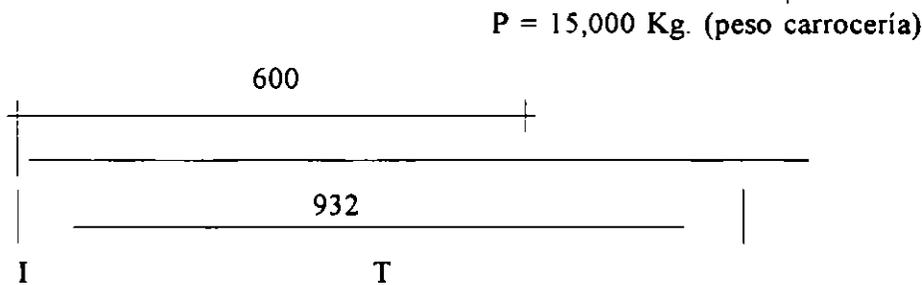
DISTANCIA ENTRE EJES

DELANTERO Y TRASERO DEL TRACTOR	4.40 M. MAXIMO (A PRIMER EJE)
ENTRE EJES DEL DOBLE EJE TRASERO DEL TRACTOR	1.22 M. MINIMO
ENTRE EL ULTIMO DEL TRACTOR Y EL PRIMER DEL SEMI-TRAILER	NO EXISTE LIMITE
ENTRE EJES DEL DOBLE EJE DEL SEMI-TRAILER	1.22 M. MINIMO
ANCHO MAXIMO PERMITIDO	2.50 M.
ALTURA MAXIMA PERMITIDA	4.15 M.
LONGITUD MAXIMA PERMITIDA	15.25 M.

## 7.2 REVISION DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE

### a) Semitrailer (carrocería)

- Descarga en Eje Trasero del Semitrailer, tomando momentos al Eje Intermedio:



$$\sum M_I = 0$$

$$15,000 \times (932 - 332) - R_t \times 932 = 0$$

$$R_t = \frac{15,000 (600)}{932} = 9,657 \text{ Kg} \approx 9,650 \text{ Kg}$$

La máxima descarga permisible en eje trasero, será igual al peso de la carrocería más el peso de basura en dicho eje.

De acuerdo con esto, el peso de la basura en el eje trasero, será igual a:

$$21,000 \text{ kg.} - 9,650 \text{ kg.} = 11,350 \text{ kg. (Basura)}$$

- Descargas en Eje Intermedio del Semitrailer, tomando momentos en Eje Trasero:

$$\sum M_i = 0$$

$$15,000 \times (932 - 600) - R_1 \times 932 = 0$$

$$R_1 = \frac{15,000 (332)}{932}$$

$$R_1 = 5,343.35 \text{ kg.} \approx 5,340 \text{ kg. (carrocería o semitrailer)}$$

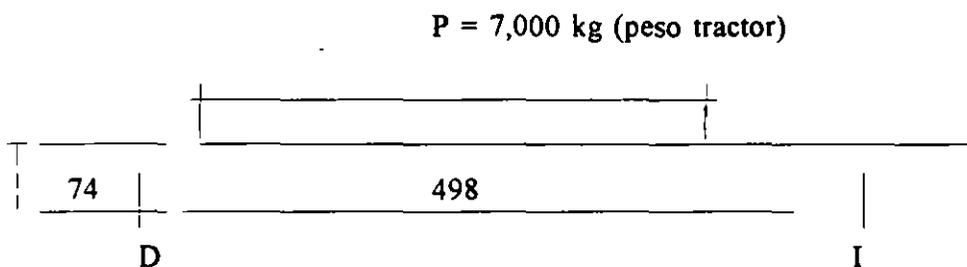
La máxima descarga permisible en eje delantero, será igual al peso de la carrocería más el peso de la basura y del tractor en dicho eje.

De acuerdo con esto, se tiene que el peso de la basura más el tractor, en el eje delantero del semitrailer será igual a:

$$14,000 \text{ kg.} - 5,340 \text{ kg.} = 8,660 \text{ kg. (Tractor más basura)}$$

b) Tractor

- Tomando momentos en el eje delantero, se tiene:



$$7,000 \times 200 - R_1 \times 498 = 0$$

$$R_1 = \frac{7,000 (200)}{498}$$

$$R_f = 2,811 \text{ kg.} \approx 2,810 \text{ kg.}$$

$$R_D ) 7,000 \text{ kg.} - 2,820 \text{ kg.} = 4,190 \text{ kg.}$$

El resumen de las descargas en los diferentes ejes de la combinación Tractocamión-Semitrailer, se presenta a continuación:

	EJE DELANTERO	DOBLE EJE TRASERO (TRACTOR)	TRIPLE EJE TRASERO (SEMITRAILER)
Tractor	4,190 kg	2,810 kg	0 kg
Semitrailer	0 kg	5,340 kg	9,650 kg
Basura	810 kg	5,850 kg	11,350 kg
Suma de descargas	5,000 kg	14,000 kg	21,000 kg
Norma	5,000 kg	15,000 kg	22,500 kg

Como se puede ver, el análisis de descargas realizado puede aceptarse, ya que en ningún caso, se rebasa la NORMA FIJADA.

Los pesos globales de cada uno de los elementos del vehículo considerados en el análisis, son los que a continuación se reportan:

	CIFRAS OBTENIDAS DEL ANALISIS	CIFRAS FIJADAS
Tractor	7,000 kg	7,000 kg (O.K.)
Semitrailer	14,990 kg	15,000 kg (O.K.)
Basura	18,010 kg	18,000 kg (O.K.)

## **BIBLIOGRAFIA**

- "ESTRATEGIAS Y PROGRAMACION"; F.J.Guillen, Dirección de Estudios Hacendarios, S.H.C.P.; México., 1964.
- "IMPACTO AMBIENTAL EN LA SELECCION DE SITIOS PARA DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES"; Sánchez Gómez J., López Sánchez F. y López Garrido P. A., Congreso de la AMCCAA, Tlaxcala, Tlax., Agosto, 1985.
- "PROTOCOLO DE INVESTIGACION SOBRE LOS IMPACTANTES DE INSTALACIONES DE TRANSFERENCIA DE BASURAS O RELLENOS SANITARIOS SOBRE LA SALUD DE LA POBLACION"; Zepeda Porras Fco., OPS/OMS, 1991.
- "EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LOS PROYECTOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES"; Sánchez Gómez J.; Trabajo de Grado/UNAM, México 1979.
- "INTRODUCCION A LA PROGRAMACION LINEAL Y A LA TEORIA DE LOS JUEGOS"; S. Vajda, EUDEBA, Argentina 1990.
- "EVALUACION Y SELECCION DE SITIOS PARA LA UBICACION DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA EN ZONAS URBANAS, CON BASE EN EL IMPACTO AL ENTORNO URBANO QUE PUEDEN GENERAR"; Sánchez Gómez J.; 1er. Congreso Nacional AMCRESPAC; México, D.F., Octubre 1991.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS

Asociación Mexicana para el Control  
de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C.  
(AMCRESPAC)

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

13 - 18 de Marzo, 1995

# **SISTEMAS DE SEPARACION Y ACOPIO DE SUBPRODUCTOS EN LA FUENTE, PARA SU RECICLAJE Y REUSO**

## **MARCO DE REFERENCIA**

Actualmente la disposición final de los residuos sólidos se ha convertido en un verdadero problema en las grandes urbes como es el caso de la ciudad de México, ya que el acelerado crecimiento poblacional y los cambios que se han presentado en las últimas décadas en los hábitos de consumo, han provocado un incremento considerable de la generación de residuos sólidos y por lo tanto, la cantidad de basura que se dispone en relleno sanitario satura rápidamente su capacidad. Así mismo, los lugares dónde ubicar nuevos sitios de disposición final escasean teniendo que ubicarlos cada vez más alejados de la zona urbana, lo que acarrea que se incrementen los costos de transporte y disposición final. Tal situación ha llevado a que los investigadores y profesionistas en materia de residuos sólidos se avoquen a la búsqueda de nuevas alternativas de tratamiento para reducir la cantidad de basura que llega a los rellenos sanitarios, siempre, con la mentalidad de la conservación de los recursos naturales y la reincorporación de los materiales a los procesos naturales y productivos.

## **ESTADO DEL ARTE EN EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS**

Según el estado del arte que prevalece en la actualidad, en cuanto al tratamiento de los residuos sólidos es posible identificar los siguientes procesos o sistema de tratamiento:

· Separación y recuperación de subproductos	
· Composteo	
· Incineración (*)	Convencional Alta temperatura Lecho fluidizado

· Digestión anaerobia
· Oxidación
· Hidrogenación
· Deshidratación y producción de alimento para animales
· Pirólisis
· Reducción de volumen

(\*) Con o sin recuperación de energía

De las cuales la separación y recuperación de subproductos, el compostaje y la incineración han sido hasta la fecha los sistemas de tratamiento de mayor aceptación y demanda en el mundo. En lo que se refiere a la pirólisis, la digestión anaerobia, la deshidratación y producción de alimento están teniendo actualmente una mayor aceptación. Las restantes alternativas de tratamiento se encuentran en etapa experimental, contando con poco tiempo de estarse utilizando, por lo que aún no se cuenta con resultados definitivos que permitan ser empleados en los sistemas de aprovechamiento de residuos sólidos.

Las tendencias en los Estados Unidos, son las de establecer programas de reciclaje y compostaje. En ciertos casos, estos programas se tienen que establecer por razones legislativas. En otros casos estos programas se establecen porque se trata de disminuir en el relleno sanitario los volúmenes enterrados, otra presión la ejercen las organizaciones ecologistas que forzan a las municipalidades a que "protejan el medio ambiente y reciclen".

A continuación se muestran el número de programas y/o plantas que se han establecido en Estados Unidos entre 1988 y 1992.

PROGRAMA	1988	1992
Relleno sanitario	8,000	5,386
Plantas incineradoras	136	169
Recolección de materiales segregados	1,050	5,404
Compostaje de residuos de jardinería	651	2,981
Plantas de reciclaje	30	900

**Tabla No. 1**

Lo importante del dato reportado con respecto a rellenos sanitarios, es que varios de estos fueron clausurados.

El incremento en cuanto a plantas incineradoras es moderado y se puede atribuir principalmente a los altos costos de inversión y operación que involucran y además, que aún no son muy bien aceptados por la población.

Sin embargo, el aumento en la cantidad de programas establecidos para la recolección de materiales segregados es considerable y lo mismo ha ocurrido con los programas de composteo y con las plantas de reciclaje.

Esta tendencia es similar en Europa. La diferencia más pronunciada entre los Estados Unidos y los países de Europa, es que los europeos están tratando de establecer sistemas para la recolección de la materia orgánica separada. El propósito de esta separación adicional, es la de producir una composta más fina de la que producen cuando todos los materiales están mezclados. Alemania es uno de los países que tienen reglas muy estrictas con respecto a la calidad de la composta, también los países europeos presentan una tendencia marcada a la incineración para recuperar energía por la escasez de energéticos como el petróleo.

En la Tabla No. 2, se muestran los principales sistemas de tratamiento empleados en el mundo.

**TENDENCIA DE UTILIZACION DEL RELLENO SANITARIO EN LAS TECNICAS  
DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS MAS COMUNES, EN PAISES CON ALTO  
DESARROLLO EN EL CONTROL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS**

PAIS	RELLENO SANITARIO	OPCIONES DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS				COMENTARIOS
		INCINE- RACION	COMPOS- TEO	RECICLAJE	OTROS	
E.U.A.	73 %	14 %	1 %	12 %	---	ALTA DEMANDA DEL RELLENO SANITARIO
JAPON	27 %	25 %	2 %	46 %	---	GRAN PARTE % RECI- CLO SE UTILIZA PARA INCINERACION, SE INCLUYEN EN RECICLAJE ESCOMBROS Y OTROS MATERIALES
ALEMANIA	52 %	30 %	3 %	15 %	---	UTILIZACION IMPORTAN- TE DE RELLENO SANITARIO Y ELEVADO % DE RECICLAJE
FRANCIA	48 %	40 %	10 %	<3 %	---	IMPORTANTE UTILIZA- CION DE LA COMPOSTA E INCINERACION
SUECIA	40 %	52 %	5 %	<4%	---	EXTENSA UTILIZACION DE LA INCINERACION
MEXICO	94.0	---	---	6.0	---	ALTA DEMANDA DEL RELLENO SANITARIO

**Tabla No. 2**

**VOCACION DE LOS RESIDUOS**

Lo descrito anteriormente nos lleva a pensar en la forma de optimizar cada uno de los sistemas de tratamiento, establecer una clasificación de los subproductos en base a su vocación, conociendo sus características físico-químicas, lo que posibilita su reincorporación a los procesos productivos.

REUTILIZACION Y RECICLO	REUSO PARA MANUFACTURAS ALTERNAS	APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ALIMENTICIOS Y SIMILARES	RECUPERACION DE ENERGIA	CONFINAMIENTO
Cartón	Loza y cerámica	Hueso	Algodón	Abatelenguas
Lata	Material de construcción	Residuo alimenticio	Cuero	Jeringas
Material Ferroso	Papel	Residuo de jardinería	Envases de cartón	Toallas sanitarias
Papel	Papel periódico		Fibra dura vegetal	Vendas
Papel Periódico	Plástico de película		Fibra sintética	Otros
Pástico de película	Neopreno (llantas)		Gasa	
Plástico rígido	Plástico rígido		Madera	
Vidno de color	Hule		Papel sanitario	
Vidno transparente	Poliuretano		Pañal desechable	
	PVC		Trapo	
	PET		Cartón	
			Papel	
			Papel periódico	

**Tabla No. 3**

El criterio para establecer la vocación genérica de los recursos se basó principalmente en los siguientes conceptos.

**Reciclo:** Reincorporación de los residuos sólidos como materia prima al mismo proceso que lo generó.

**Manufacturas alternas:** Proceso de transformación, en el cual los residuos son empleados como materia prima en otro proceso diferente para el cual fue creado.

**Aprovechamiento de residuos alimenticios:** Involucra principalmente el proceso en el cual los residuos alimenticios se transforman por medio de la biodegradación en un producto parecido al humus. También pero en menor proporción el residuo alimenticio es empleado para la producción de alimento para animales.

**Recuperación de energía:** Proceso de transformación en el cual son incinerados los residuos sólidos con la finalidad que se recupere la energía que se libera durante el proceso de combustión y emplearla en algún otro proceso que la requiera.

**Confinamiento:** El depósito permanente de los residuos sólidos en sitios específicos, bajo condiciones sanitarias y controladas para evitar daños a los ecosistemas aparte. De la misma forma se puede hacer una selección de los subproductos que demanden cada uno de los otros sistemas de tratamiento con la finalidad de obtener mejores resultados.

## **CONSERVACION DE RECURSOS NATURALES**

El principal objetivo de la implementación de cualquier sistema de tratamiento, como ya se había mencionado, es la conservación de los recursos naturales y la reincorporación de los materiales a los procesos naturales y productivos, de ahí la importancia de mencionar los siguientes indicadores que nos muestran con claridad la relevancia de reciclar.

- Una tonelada de papel, hecha enteramente de papel reciclado, ahorra 17 árboles y proporciona suficiente energía para una casa por 6 meses.
- Un galón de aceite puede producir 2.5 cuartos de aceite de lubricación con una tasa del 63% de recuperación.
- La misma energía requerida para producir una lata de material crudo, produciría 20 latas usando aluminio reciclado.
- Además, al reciclar el aluminio se reduce en un 95% la producción de contaminantes.

- Más de 60% del vidrio que se produce se usa como envase, si se incrementara el uso de envases retornables se podría llegar a reducir de un 40% a un 50% los residuos que se disponen en relleno sanitario.
- Las fábricas de vidrio pueden realizar un ahorro de energía arriba del 25% usando vidrio reciclado.
- La industria de aluminio estima que el 95% de ahorro de energía, se alcanza a conservar a través del reciclado, obteniendo aproximadamente 7.5 kilowatts hora de electricidad por cada libra de metal reciclado. En 1981, esto resultó en un ahorro total de aceite crudo para los E.U., de casi 19 millones de barriles de aceite. La energía ahorrada de latas de aluminio reciclados durante este año, fue suficiente para suministrar toda la energía anual necesaria para la ciudad de Boston.
- En suma a la energía ahorrada, se estima que 272 billones de latas de aluminio recuperadas durante los 80's ahorró 2 billones de ft<sup>3</sup> de espacio de relleno sanitario.
- Los beneficios del uso de chatarra de carro y de fierro en vez de materia virgen para hacer acero nuevo son:
  - 74% Ahorro de energía
  - 90% Ahorro en uso de materiales de energía
  - 86% Reducción en contaminación de aire
  - 40% Reducción de uso de agua
  - 76% Reducción en contaminación de agua
  - 97% Reducción en residuos
- Se estima que el ahorro de energía que se alcanza para manufacturas con productos de chatarra no ferrosa es la siguiente:
  - Aluminio 95%

Cobre	85%
Plomo	65%
Zinc	60%

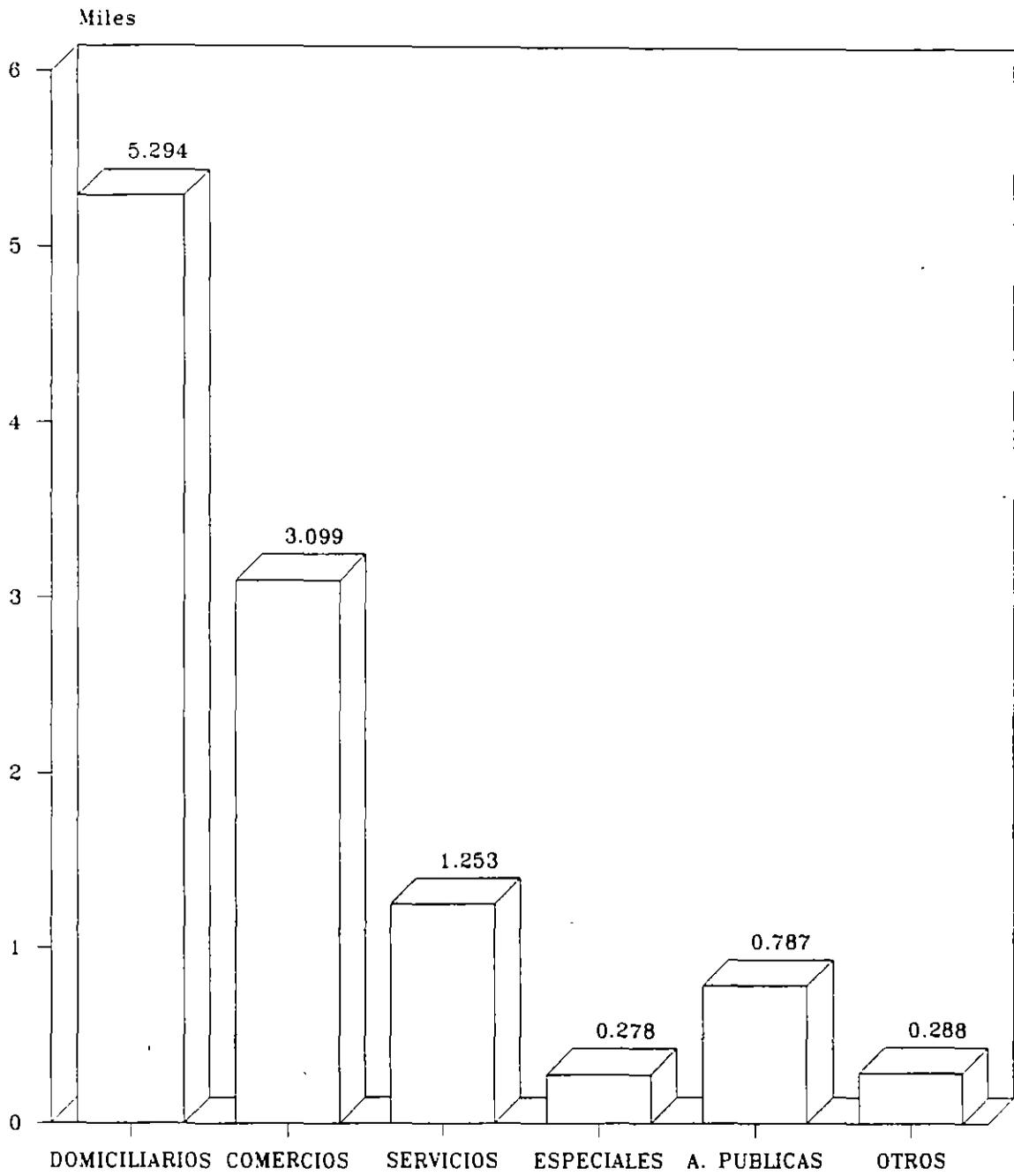
## SITUACION ACTUAL

Los diferentes rubros que integran la vida de la ciudad de México generan aproximadamente 11,000 toneladas al día de residuos sólidos (Ver Gráfica No. 1) con una tendencia constante en el incremento de los residuos a manejar. Ahora considerando que es mínima la recuperación que existe actualmente y que esto es debido principalmente a la falta de infraestructura adecuada y a la falta de interés y participación de la población, resulta necesario y prioritario iniciar programas integrales sobre el tratamiento de los residuos sólidos.

Recientes estudios han arrojado datos sobre la participación ciudadana en programas de reciclaje, el cual alcanza un máximo de un 10%, este valor tan bajo se atribuye al desconocimiento por parte de la población del tipo de subproductos que se puede reciclar, a la falta de espacios en las casas-habitación y a la falta de una conciencia ecológica, que permitirá enfrentar adecuadamente la problemática que acarrea el manejo de la basura en una ciudad como la nuestra.

En el Distrito Federal existen programas incipientes sobre el manejo integral de los residuos sólidos en algunas fuentes, como es el caso del Hospital Militar, que lleva a cabo en su manejo interno una recolección segregada con la finalidad de obtener los subproductos de mejor calidad y posteriormente comercializarlos, lo que principalmente reciclan es vidrio, cartón y papel, además la recuperación del residuo alimenticio del comedor de médicos y empleados y de la cocina, es vendido a granjas del Estado de México como alimento para ganado. En el Hospital de la Raza, así como en otros hospitales, se recicla el cartón y algo de vidrio proveniente principalmente del almacén. La Central Camionera del Norte recupera regularmente vidrio y esporádicamente el residuo alimenticio.

Toda esta problemática nos lleva a la necesidad de conocer con mayor precisión la composición de la basura y su porcentaje en peso, para la implementación de cualquier programa de reciclaje o en sí para cualquier sistema de tratamiento.



GRAFICA No. 1

Retomando de la clasificación de los subproductos en base a su vocación ya anteriormente mencionada y analizando la composición de la basura que se genera en la Ciudad de México, podemos obtener el siguiente potencial de aprovechamiento que se muestra en la Gráfica No. 2.

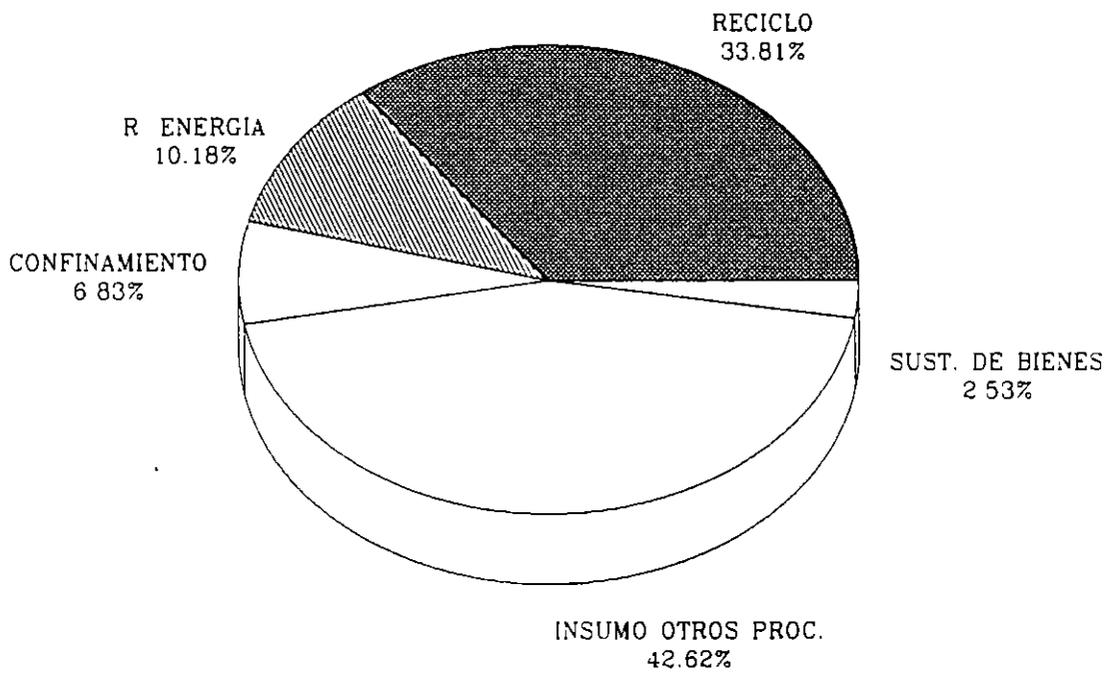
Desglosando la composición por fuente y conociendo los subproductos susceptibles de ser recuperados, podemos obtener el potencial de reciclamiento por rubro como se muestra en la Gráfica No. 3.

Antes de establecer el sistema de acopio de los subproductos reciclados, debe quedar claro primeramente, como la industria requiere le sean entregados los subproductos, así como la capacidad de la industria recicladora.

A continuación se muestran las opciones de cada uno de los principales subproductos susceptibles de ser reciclables:

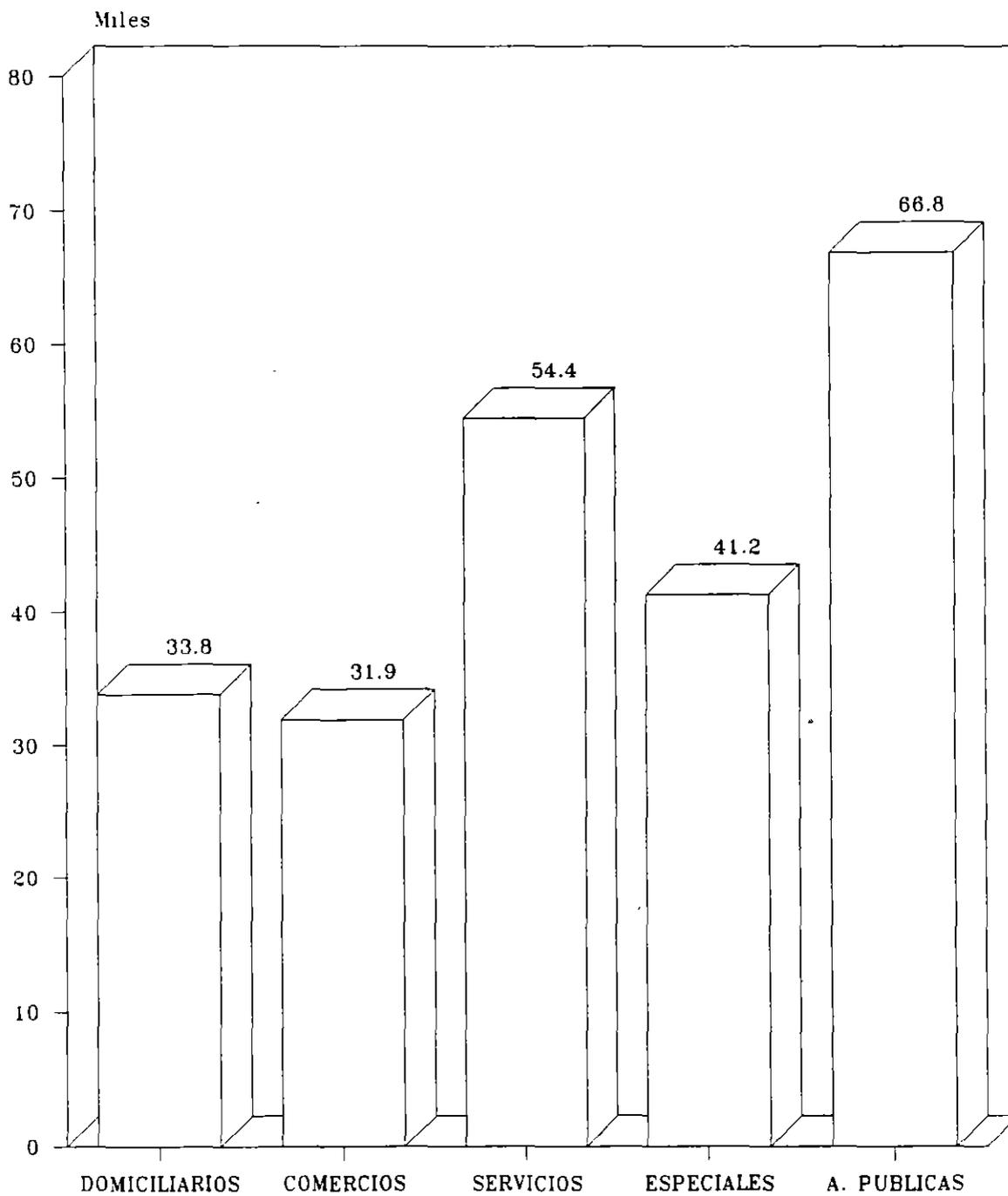
**I. CARTON: Opciones**

- I. 1. Kraft corrugado sin impresión (café)
- 2. Kraft corrugado con impresión (café)
- 3. Plegadizo
- 4. Revoltura
  
- II. 1. Kraft Cajas de cartón corrugado usadas nuevas y su pedacería fabricadas con papel semi-kraft.
  
- 2. Bolsa No. 1 Recortes de bolsas, bolsas enteras y pedacería, nuevas, fabricadas 100% kraft sin hilo
  
- 3. Bolsa No. 1 Recortes de bolsas, bolsas enteras y -  
Con hilo pedacería, nuevas, fabricadas 100% kraft con hilo.



GRAFICA No.2

# POTENCIAL DE RECICLO POR FUENTE



GRAFICA No. 3

4. Bolsa No. 2 Bolsas de papel kraft usadas, rotas o su pedacería sacudida con o sin costura.
5. Revoltura Mezcla de tipos de cartón incluyendo cartón combinado con otros materiales como películas plásticas y otros recubrimientos,

### III. Café:

1. A) Bolsas y sacos (post-industriales)  
B) Bolsa y saco (post-consumidor)  
C) Cajas usadas

2. Gris:

- A) Cartoncillo
- B) Caple

3. Revoltura

Todo tipo de cartón

Incluye cartón combinado con otros materiales como películas plásticas y otros recubrimientos.

### IV. 1. Kraft

- Corrugado
- Liso

2. Semi-Kraft

- Corrugado

- Liso
- 3. Gris o Revoltura
- V. 1. Combinado
  - C/imp. corrugado
  - S/imp. liso
- 2. Sin combinar
  - C/imp. corrugado
  - S/imp. liso

2. PAPEL: Unica opción

- 1) Archivo blanco
- 2) Periódico
- 3) 1a. blanca
- 4) Revista
- 5) 2a. Pinta
- 6) 2a. blanca
- 7) Revoltura
- 8) Forma continua
- 9) Archivo color

PLASTICO: Unica opción

1. Rígido y espumado (envases en general)
  - Poliuretano

- Poliuretano AD
- Poliuretano BD
- PVC
- PET
- Polipropileno
- Poliestireno

2. Película (bolsa y envolturas)

- Polietileno AD
- Polietileno BD
- PVC
- Acetato celulosa (otros)
- Polipropileno

3. Otros (juguetes, perfiles, cables, cordones, tubería, tapas)

- Polietileno
- Pet
- PVC

4. VIDRIO: Unica opción

1. Pieza completa, facturada o pedacería (excepto loza y cerámica)

- Transparente o blanco ámbar
- Verde (georgia y esmeralda)
- Otros colores

2. Botella entera no fracturada (mediana o familiar)

- Refresco
- Cerveza

5. LATA: Unica opción

- 1) Bote aluminio
- 2) Bote hojalata

6. TRAPO: Unica opción

- 1) Algodón
- 2) Sintético

7. MATERIAL FERROSO: Unica opción

- 1) Lámina 1ra.
- 2) Lámina 2da.
- 3) Lámina 2da. carrocería
- 4) Fierro
- 5) Chatarra de 2da.
- 6) Chatarra de 3ra.
- 7) Rebaba acero
- 8) Rebaba hierro

8. MATERIAL NO FERROSO: Unica opción

- 1) Aluminio Lámina
- 2) Aluminio otros (chatarra perfil, traste y macizo)
- 3) Cobre

- 4) Bronce
  - 5) Otros (latón, lámina, litográficas, envases spray aluminio, envase pasta dental)
9. ENVASES DE CARTON: Unica opción
- 1) Tetra-pak
  - 2) Tetra-brik
  - 3) Tetra-rex
10. MADERA: (pedacería)
- 1) Pino y oyamel (Trozos no menores 10 cm.)
  - 2) Cedro
  - 3) Caoba
11. HUESO: Unica opción
12. OTROS Unica opción
- 1) Tambos metálicos
  - 2) Lámina negra
  - 3) Zapatos y tenis
  - 4) Manguera negra o hule
  - 5) Borra
  - 6) Llantas

### **PROPUESTA DE EQUIPO PARA EL ACONDICIONAMIENTO**

Se recomienda efectuar estudio de factibilidad para su obtención, ya que existen subproductos que no requieren un grado de limpieza importante, que en caso contrario el precio sería muy castigado o no lo comprarían, se sugiere se contemple lavadoras para 3 tipos de subproductos:

Plásticos

Vidrios

Textiles

Plásticos: El mercado actual del plástico se basa principalmente en la recuperación post-industrial por el grado de limpieza del mismo.

Existe rechazo para la recuperación del post-consumidor, ya que la actual tecnología, se basa en subproductos que deben encontrarse limpios y sin contaminantes. Las pocas lavadoras utilizadas son rudimentarias lo que produce un incremento significativo en costo.

Se incrementa su precio de venta hasta N\$ 0.10 a 0.15 Kg. para ser lavado se requiere molerlo

Vidrio: La empresa más importante de recuperación de vidrio (Vitro, S.A.) tiene actualmente equipos obsoletos y poco eficientes, así como el problema de envases de agua residuales (debido a los contaminantes del vidrio), por lo anterior están dispuestos a cerrar sus lavadoras y comprar cullet lavado.

Para reducir costo de almacenamiento y fletes, se recomienda triturar el vidrio una vez que ha sido separado por color (molino).

Llantas: Considerando la problemática existente en los sitios de disposición final y ante el hecho de que actualmente no existe recuperación (sólo vulcanizado de llantas en buenas condiciones), es recomendable impulsar el aprovechamiento de las mismas, empleando un triturador.

Esto pudiera ser posible, en el caso de coordinación con la planta de asfalto del D.D.F en términos de autoconsumo gubernamental y a la vez considerar la posibilidad de venta a empresas recuperadoras de negro de humo.

La madera es un elemento importante para la elaboración de composta, para integrarla a este proceso se requiere de un triturador.

Las necesidades comerciales determinan el tamaño de las compactadoras, hasta el momento se han identificado las siguientes:

- Envases de leche: Pacas de 80 a 100 Kg.  
Pacas mayores de 200 Kg.
- Cartón y papel: Pacas de 700 a 900 Kg.  
Pacas de 700 a 1,500 Kg.
- Plástico película Pacas de 80 a 100 Kg.
- Plástico rígido Pacas de 500 a 1,000 Kg.

Textiles: Requieren presentarse limpios, ya que no los adquieren contaminados.

## **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA RECUPERACION**

- Hueso, no recomendable su recuperación por no cumplir especificaciones de compra.
- Madera, este subproducto no está contemplado para recuperarse, sin embargo se recomienda hacerlo, ya que cuenta con un importante mercado.
- Bronce, subproducto que no está considerado para recuperar pero existe mercado.
- No se contemplaron para su recuperación, sin embargo existe mercado para los siguientes tipos de subproductos: lámina negra, tambos metálicos, zapatos y tenis, borra y manguera negra. Cabe mencionar que el mercado de zapatos y tenis es de reutilización, lo que implica que su recuperación sea por pares, y de no ser así se recomienda separarlos por partes y estas canalizarlas a los diferentes tipos de subproductos que correspondan.

Así mismo las categorías de lámina negra y tambos metálicos deberían estar comprendidos

en el rubro de material ferroso y recuperarse bajo este mismo rubro.

- Llantas, subproducto que por su alto nivel de contaminación es necesario recuperar, aun cuando no cuente con mercado; y a este respecto se recomienda concertar y fomentar su reuso, por ejemplo en las plantas de asfalto, convocatorias u otras opciones.
- Borra, no se considera para recuperación pero si cuenta con mercado siempre y cuando vaya limpia por haber sido usada como relleno de colchones o muebles, esto es, sin haberse contaminado con otros residuos.

## **COMERCIALIZACION DE MATERIALES RECICLABLES**

### **TIPOS DE MERCADOS**

- a) Recolectores,
- b) Acondicionadores,
- c) Corredores independientes o intermediarios,
- d) Usuarios finales.

### **DESARROLLO DE MERCADOS**

- a) Búsqueda de compradores,
- b) Fuentes de información sobre mercados,
- c) Encuesta de mercado,
- d) Composición de los RSM,
- e) Capacitación de personal.

### **NEGOCIACION DE CONTRATOS**

- a) El reciclaje está sujeto a las fuerzas del mercado,
- b) Elementos de un contrato,

- c) Especificaciones de los materiales,
- d) Calidad,
- e) Cantidad,
- f) Forma de presentación,
  - Limpieza/lavado,
  - Selección,
  - Densificación.

A título de ejemplo, las siguientes son las formas de presentación de los materiales reciclables, utilizadas actualmente en Iowa, EUA:

Aluminio	densificado, en pacas de 1,500 lb
Cartón corrugado	empacado, en pacas de 1,000 lb
Papel mixto de oficina	empacado, en pacas de 1,000 lb
Papel periódico	empacado, en pacas de 1,000 lb
Vidrio	separado por colores en cajas gaylord
Metales ferrosos	variable, checar con chatarreros
Metales no ferrosos	variable, checar con chatarreros
Plásticos PEAD	en pacas de 900 a 1,000 lb o granulado
Plásticos PET	en pacas de 900 a 1,000 lb o granulado
Aceite de motor	variable, libre de contaminantes
Textiles	empacados o en cajas
Residuos de jardín/composta	aún no se ha determinado
Electrodomésticos	sin condensadores con PCB.

- g) Transporte,
- h) Calendarización,
- i) Duración del contrato,
- j) Precio,
- k) Pagos,
- l) Servicios especiales,

m) Carta de intención.

## LOS MERCADOS Y LA ECONOMIA LOCAL

- a) Desarrollo de la comunidad,
- b) Tendencias a largo plazo en los mercados de materiales reciclables,
  - Manejo del volumen,
  - Estímulos a la demanda.

## **CAPACIDAD DE LA INDUSTRIA**

Es importante resaltar en este punto la capacidad de la industria recicladora, a través del siguiente cuadro que muestra la oferta y la demanda de los principales subproductos susceptibles de ser recuperados.

SUBPRODUCTOS RECICLABLES	OFERTA (TON/MES)	DEMANDA/REQUERIMIENTOS (TON/MES)
CARTON	1,472	7,125
PAPEL	3,973	5,146
LATA	592	601
PLASTICO	4,040	563
VIDRIO	1,296	1,786
OTROS	402	3,919
TOTAL	11,775	19,140

## **SELECCION DE COMPRADORES Y NEGOCIACION DE CONTRATOS DE COMERCIALIZACION**

1. Contratos a largo plazo vs. corto plazo
2. Acondicionamiento Previo de los Materiales
3. Presentación del material
4. Embalaje
5. Especificaciones y Entregas
  - a) Peso,
  - b) Bonificación por entrega,
  - c) Contaminación.
6. Calendarización y estructura de tarifas
  - a) Embarques,
  - b) Precios,
  - c) Duración del contrato,
  - d) Pagos.
7. Referencias del comprador

## **USOS DE LOS MATERIALES SECUNDARIOS**

- Aluminio
- Cartón corrugado

- Metales ferrosos
- Papel de oficina
- Papel periódico
- Plásticos:
  - PET
  - PEAD
  - Plásticos mezclados
- Vidrio
- Llantas viejas
- Otros materiales secundarios:
  - Asfalto usado
  - Aceite quemado
  - Textiles
  - Solventes
  - Concreto
  - Cenizas
  - Yeso
  - Residuos de Jardinería

## **PROYECTOS PARA EL DESARROLLO DE MERCADOS DE MATERIALES SECUNDARIOS**

1. Intercambio de Información,
2. Directorio de la Industria del Reciclaje,
3. Boletín sobre el Comportamiento del Mercado de Subproductos,
4. Banco de Datos,
5. Difusión de los Programas de Asistencia,
6. Centro de Información y Asistencia Técnica,
7. Análisis de Incentivos para los Mercados,
8. Promoción de los Productos Reciclados,
9. Ampliación del Area de Comercialización,
10. Centros de Acopio y Acondicionamiento Poblacionales y Delegacionales,
11. Coordinación de Mercados.

## **ESTIMULOS TECNICOS Y ECONOMICOS PARA EL DESARROLLO DE LOS MERCADOS DE SUBPRODUCTOS**

1. Incentivos Fiscales,
2. Asistencia Financiera,

3. Desarrollo Empresarial,
4. Asistencia Técnica,
5. Compras Gubernamentales de Productos Reciclados,
6. Promoción y Motivación de los Consumidores,
7. Coordinación de Factores de Mercado,
8. Legislación y Reglamentación,
9. Eliminación de Barreras,
10. Concentración de Acciones.

## **RECUPERACION EN PLANTA**

Todas las recomendaciones mencionadas anteriormente desde las condiciones en que deben ser entregados los subproductos a la Industria y el equipo empleado hasta su comercialización son las mismas que deben ser consideradas para la recuperación en planta.

Una de las ciudades que ha logrado desarrollar un importante sistema en el manejo de los residuos sólidos en Brasil, es el Estado de Río de Janeiro.

La ciudad de Río, por ser un punto turístico ha requerido paralelamente se desarrolle una infraestructura de servicios. En lo que se refiere a residuos sólidos el manejo de éstos, está bajo la responsabilidad de la empresa paraestatal COMLURB, la cual se encarga de la recolección municipal, la limpieza de playas y lugares turísticos, la transferencia, el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos generados en la ciudad.

Es importante destacar que la COMLURB ha desarrollado programas comunitarios, encaminados a la limpieza en lugares de difícil acceso con los cuales ha resuelto una gran parte de la problemática que representa dar el servicio en este tipo de zonas.

La COMLURB está totalmente inmiscuida en el Programa de Recuperación del Ecosistema de la Bahía de Guanabara y por eso ha encaminado sus esfuerzos en la búsqueda de nuevas soluciones para el problema de la disposición final de los desechos producidos en la Ciudad de Rio de Janeiro.

Teniendo en vista interrumpir la disposición de residuos en el Relleno Sanitario de Gramacho, la compañía realizó la construcción de Plantas de Reciclaje y Compostaje de desechos. El método consiste en el reaprovechamiento de materiales orgánicos e inorgánicos (vidrio, papel, cartón, metales) y la transformación de residuos orgánicos en abono, es decir la composta orgánica de la COMLURB.

Este proceso fue iniciado en 1977, cuando entró en operación la Planta de Irajú. La cual tiene una capacidad de 350 toneladas/día. El porcentaje de recuperación que alcanza es de 2.5% de subproductos reciclables para dar continuidad al programa se construyó la Planta de Cajú que se encuentra en operación. Adicionalmente están en proceso la construcción de tres plantas más: Jacarepagua, Misiones y Santa Cruz.

La Planta de Reciclaje y Compostaje de Cajú se ubica en un predio de aproximadamente 10 hectáreas donde se localizó el relleno sanitario ya clausurado, en la playa del Retiro Saudoso, en la punta de Cajú. La superficie construida es de alrededor de 9,350 m<sup>2</sup> y cuenta con cerca de 500 empleados, de los cuales 20 son personal administrativo y técnico, 100 cumplen actividades de mantenimiento y control, mientras los 380 restantes se dedican a la recuperación de materiales reciclables.

El área administrativa de la planta de tratamiento, incluye cubículos y salas de funcionarios; vestidores para hombres y mujeres, comedor, y auditorio.

La unidad de control cuenta con dos básculas de 60 toneladas de capacidad, así como una caseta.

El patio de maniobras para ambos módulos tiene una superficie aproximada de 3,500 m<sup>2</sup>.

La fosa de recepción para cada módulo, tiene un frente de descarga para 6 vehículos simultáneamente. La capacidad de almacenamiento conjunta (de las fosas de recepción de ambos módulos) es de 3,200 m<sup>3</sup> (1,200 ton/día).

El tromel de clasificación de materiales cuenta con 4 secciones. La primera sección tiene espacios con apertura de 30 mm  $\phi$  para recuperar semillas de arroz, café y frijol. Las otras tres secciones cuentan con espacios que varían de 6 cm. X 10 cm. a 20 cm. X 30 cm., se utilizan para clasificar el material bajo las denominaciones siguientes:

- Material reciclable
- Material volante
- Material adherente

La Planta de Tratamiento de Basura de Cajú recupera, en promedio, diariamente las siguientes cantidades de productos reciclables:

- 17 toneladas de papel
- 24 toneladas de cartón
- 12 toneladas de plástico de película
- 39 toneladas de plástico rígido
- 9 toneladas de vidrio
- 18 toneladas de trapo
- 21 toneladas de materiales ferrosos
- 3 toneladas de materiales no ferrosos
- De 400 a 600 kgs. de lata aluminio

En síntesis, se recuperan alrededor de 143 a 145 toneladas de materiales reciclables.

El tromel de trituración autógena tiene aberturas de 30 mm de diámetro.

El tiempo de residencia de la fracción orgánica dentro de los higienizadores, es aproximadamente de 96 horas, alcanzando temperaturas de hasta 70° C.

Del 100% de los residuos que recibe la planta, se recupera el 12% en reciclables, el 60% se destina para la elaboración de composta, generándose un 25% de rechazo que va al relleno sanitario, por lo que se deduce que un 3% se pierde en el proceso, por pérdidas de humedad.

El 50% de la basura que entra en la planta de tratamiento se destina para la fabricación de composta. Este porcentaje representa alrededor de 680 toneladas antes de entrar a los higienizadores, de donde salen alrededor de 600 toneladas a los patios de maduración, en los que después de 40 días se convierten aproximadamente en 400 toneladas de composta totalmente estabilizada.



## **FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE CAJU**

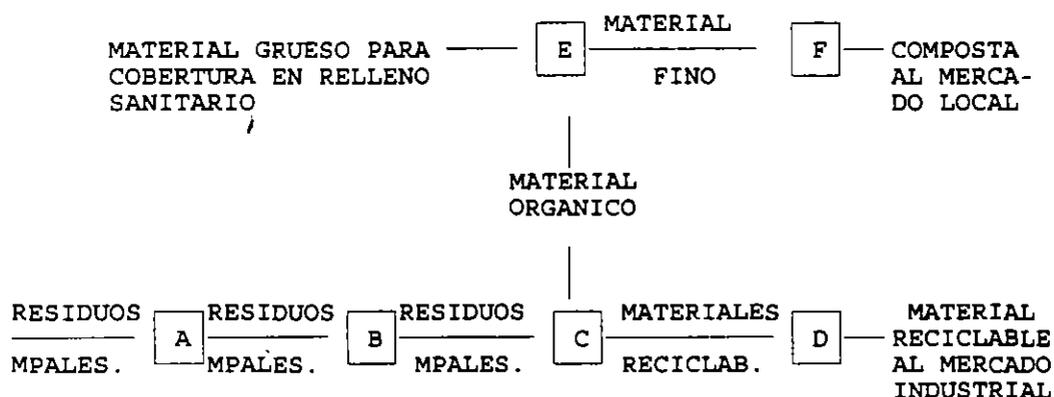
- El proceso de reciclaje y compostaje comienza con los camiones descargando los desechos a la fosa. Los residuos son transportados a través de una grúa hidráulica, para las bandas de captación de botellas; enseguida son encaminados a través de bandas transportadoras para el interior de la rejilla primaria.
- La primera sección de la rejilla primaria está compuesta de orificios de 30 mm. de diámetro que permiten el paso de la materia orgánica (granos de frijol o alubias, polvo de café, etc.) que será encaminada a los digestores para la producción de abono.
- Hay tres secciones siguientes compuestas de orificios que varían de 6 X 10 cm. a 20 X 30 cm. Por estos orificios pasarán materiales (pilas, naranjas, etc.) adherentes (papel, plástico, trapo y restos de comida) que serán separados por los transportadores balísticos (bandas transportadoras inclinadas) que permiten que los materiales rodantes caigan en la parte inferior y los materiales adherentes en la parte superior.
- Los materiales rodantes caen en bandas de captación y los materiales adherentes en otras bandas.,  
En la banda de captación de los materiales rodantes y adherentes están instalados electroimanes que retiran los materiales ferrosos (latas, pilas y tapas de botella) encaminándolos para la prensa (acoplamiento que permite la reducción del volumen en pequeños paquetes).
- Detrás de los electroimanes están colocados los captadores que retiran plásticos, papeles, envases de vidrio, cartón y aluminio, que dirigidos al primer piso de la planta serán almacenados en contenedores y carretillas, para ser llevados posteriormente al área de almacenamiento de materiales reciclables para la comercialización.
- Los materiales que no pasaron por los orificios de la rejilla primaria son llevados para la banda de captación donde son retirados papeles, cartones y plásticos.

- Para completar la captación manual, un sistema neumático opera para aspirar fracciones leves de papel y plástico, está colocado en las bandas de materiales adherentes y los materiales que no pasaron de los orificios de la rejilla primaria.
- Los materiales orgánicos en la banda rodante y adherente son transportados para el interior de la rejilla secundaria, para retirarle la materia orgánica que será dirigida a los digestores para la producción del abono.
- El material que no pasa de la rejilla secundaria es transportada a la banda para el triturador autógeno junto con los materiales que no pasaron de la rejilla primaria.
- El triturador autógeno es un acoplamiento cilíndrico con cuchillos internos, que a través del movimiento de rotación tritura la materia orgánica, permitiendo el paso a los orificios de 50 mm. al final del triturador. La materia orgánica que pasa de los orificios será conducida al digestor.
- Los materiales que no pasaron de los orificios serán conducidos al digestor, pasan a la última captación manual para la retirada de papeles y plásticos, siendo conducidos por bandas transportadoras, hacia los camiones de la COMLURB, con destino al relleno sanitario. Estos materiales son inertes y no causan problemas para el suelo y el medio ambiente.
- La materia orgánica que pasó de los orificios de las rejillas primarias, rejillas secundarias y del triturador autógeno, es conducida a través de transportadores de surcos, para los higienizadores. Esta materia orgánica permanece durante cuatro días con control permanente de temperatura para garantizar la eliminación patogénica, larvas y semillas dañinas.
- Después de 4 días, el abono es retirado de los higienizadores, a través de grandes tornillos (tipo arquimides) y dirigidos por bandas transportadoras para la rejilla de afine con orificios de 22 mm.
- El abono que pasó de la rejilla es colocado en la fosa de maduración bajo la forma de surcos

durante 40 días el cual es retirado a través de una máquina especial para garantizar sus cualidades.

- El procesamiento de la planta termina en la zona de refinó, como su nombre lo indica es el lugar donde se produce el abono refinado para la utilización en hortalizas y jardines. Con eso, la Planta de Cajú llega al final del ciclo ecológico, bajo la forma de abono del alimento producido del campo y consumido por la Ciudad.

### INTEGRACION DE UNIDADES DE PROCESO



SUBPRODUCTOS	COSTO DE TRANSPORTAR POR TONELADA N\$
CARTON	11.59
BATO HOJALATA	56.68
BOTE ALUMINIO	77.61
MAT. FERROSO	43.52
MAT. NO FERROSO	194.34
PAPEL CONTAMIN	42.24
PAPEL LIMPIO	103.00
PLAST. PELICULA	88.15
PLAST. RIGIDO	111.81
TRAPO SINTETICO	59.71
TRAPO ALGODON	68.21
VIDRIO	26.94
VIDRIO REUTILIZABLE	44.44
PROMEDIO	79.10

SUBPRODUCTOS	CLASIFICACION PROMESA	NOMBRE COMERCIAL	DIRECCION DE LA EMPRESA	CONDICION DE PAJO	TIEMPOS DE RECEPCION	ESPECIFICACION DE COMPRA	PRECIO PUNTO DE PLANTA	PRECIO DE VENTA	DEMANDA IDENTIFICADA		
									VA (T/MS)	VA/TRAN (T/MS)	A BAS (T/MS)
PAPEL	BLANCO	VA	PAPERERA VERACRUZANA FRACC IND SN ANTONIO DEL AZCAPOTZALCO	30 DIAS	SEMANAL	PACA MAYOR 400 KG LIMPIA, SECA SIN MEZCLA	N\$0 55	N\$0 46	411		
		VA Y TRANS	PAPERERA IBURÁ COL. EL VERDE DEL IZTAPALAPA	15 DIAS	DIARIO	LIMPIA S/MEZCLA SECA	N\$0 65	N\$0 60		345	
		AB	DEBICAPRI DEL GUERRERO DEL CHIAUTEMOC	8 DIAS	8 DIAS	PACA DE 80 KG LIMPIA, SECA S/MEZCLA	N\$0 40	N\$0 41			765
	PREMIUM	VA	PIPSA COL IND VALERIO DEL AZCAPOTZALCO	8 DIAS	DIARIO	PACA MAYOR 25 KG LIMPIA, SECA S/MEZCLA	N\$0 28	N\$0 28	210		
		VA Y TRANS	PAPERERA IBURÁ COL. EL VERDE DEL IZTAPALAPA	15 DIAS	DIARIO	PACA S/ESP LIMPIA, SECA S/MEZCLA	N\$0 22	N\$0 21		700	
		AB	DEBICAPRI COL STA CATA RINA DEL IZTAPALAPA	8 DIAS	DIARIO	PACA S/ESP LIMPIA, SECA S/MEZCLA	N\$0 45	N\$0 25			405
CARTON	SCOM SAMP SCOM COMP	VA	MANUF DE PAPEL BIDASIA COL STA CATA RINA DEL AZCAPOTZALCO	8 DIAS	ND	LIMPIA S/MEZCLA PACAS S/ESP	N\$0 22	N\$0 19	1940		
		VA Y TRANS	LAMINAS DE CALVIDRA COL AGRICOLA ORIENTAL DEL IZTACALCO	ND	ND	PACA S/ESP LIMPIA SECA	N\$0 22	N\$0 19		3143	
		AB	RECICLABLES DE PAPEL Y CARTON CENTRAL DE ABASTOS DEL IZTAPALAPA	8 DIAS	DIARIO	PACA S/ESP LIMPIA SECA	N\$0 19	N\$0 19			676

231

SUBPRODUCTOS	CLASIFICACION PROMESA	NOMBRE COMERCIAL	DIRECCION DE LA EMPRESA	CONDICION DE PAGO	TIEMPOS DE RECEPCION	ESPECIFICACION DE COMRA	PRECIO PUESTO DE PLANTA	PRECIO DE VENTA	DEMANDA IDENTIFICADA		
									VA (T/MRS)	VA/TBAN (T/MRS)	A BAS (T/MRS)
VIDRIO COLOR	VIDRIO OPACIA	VA	PROMAPI LOS REYES, LA PAZ BIXO MX	AD	ND	LIMPIA, SMEZCLA COMPLETO QUEBRADO	NS011	NS011	125		
		VA Y TRANS	VIDRIO SAN PEDRO COL BARRIO DE SAN FERNANDO DEL TO TLAPAN	15 DIAS	DIARIO	LIMPIA, SMEZCLA COMPLETO QUEBRADO	NS015	NS014		1055	
		AB	FRAGILOPER STAMA AZTAMUACAN DEL TO TLAPAN	1 DIA	1 DIA	LIMPIA, SMEZCLA COMPLETO QUEBRADO	NS010	NS010			24
	V COLOR	VA Y TRANS	VIDRIO SAN PEDRO COL BARRIO DE SAN FERNANDO DEL TO TLAPAN	15 DIAS	DIARIO	LIMPIA, SMEZCLA COMPLETO QUEBRADO	NS015	NS015		125	
		AB	FRAGILOPER STAMA AZTAMUACAN DEL TO TLAPAN	1 DIA	DIARIO	LIMPIA, SMEZCLA COMPLETO QUEBRADO	NS010	NS010			12
	VIDRIO RETORNABLE	AB	COMPRA, VENTA Y CANJE COL PORTALES DEL BO BENITO JUAREZ	1 DIA	1 DIA	LIMPIA, SOXIDO SMEZCLA	NS030	NS025			207 6995
VIDRIO TRANSPARENTE	VIDRIO TRANSLUCIDO	VA	PROMAPI LOS REYES, LA PAZ BIXO MX	ND	ND	LIMPIA, SMEZCLA COMPLETO QUEBRADO	NS013	NS013	125		
		VA Y TRANS	VIDRIO SOPLADO AJUSCO COL AMPLIACION MIGUEL HIDALGO DEL TO TLAPAN	5 DIAS	DIARIO	LIMPIA, SMEZCLA COMPLETO, GRANEL QUEBRADO	NS015	NS017		3435	
		AB	FRAGILOPER STAMA AZTAMUACAN DEL TO TLAPAN	1 DIA	ND	LIMPIA, SMEZCLA COMPLETO QUEBRADO	NS010	NS010			136

SUBPRODUCTOS	CLASIFICACION PROCESA	NOMBRE COMERCIAL	DIRECCION DE LA EMPRESA	CONDICION DE PAQU	TIEMPOS DE RECEPCION	ESPECIFICACION DE COMPRA	PRECIO PURO DE PLANTA	PRECIO DE VENTA	DEMANDA IDENTIFICADA		
									VA (TMB)	VA/TRAN (TMB)	A BAS (TMB)
VIDRIO COLOR	V AMBR	VA	PROMAPI LOS REYES, LA PAZ PIM MEX	ND	ND	LIMPIA SMEZCLA COMPLETO QUEBRADO	NS013	NS013	125		
		VA Y TRANS	VIDRIERIA DE MEXICO COL ANAHUAC DEL NIOUBL HIDALGO	ND	ND	LIMPIA SMEZCLA COMPLETO QUEBRADO	NS014	NS014		6075	
		AB	FRACLO PER COL STA MA AZTLANACAN DEL IZTAPALAPA	1 DIA	1 DIA	LIMPIA SMEZCLA COMPLETO QUEBRADO	NS010	NS010			12
PLASTICO DE PIEDRA	PUERTILERO	VA	PLAST IND Y PSP QU COL MEXCOAC DEL BENITO JUAREZ	1 DIA	DIARIO	A GRANEL LIMPIO SMEZCLA	NS035	NS071	71		
		VA Y TRANS	RECIC INDUST MECANICOS COL SN RAFAEL DEL AZCAPOTZALCO	8 DIAS	8 DIAS	PACA GRANEL LIMPIO SPP A COLOR SMEZCLA	NS025	NS037		1845	
PLASTICO RIGIDO	PPT	VA TRANS	RECIC IND MECANICO COL SN RAFAEL DEL AZCAPOTZALCO	8 DIAS	8 DIAS	LIMPIO SMEZCLA	NS020	NS045		132	
LATA	LATA ALUMINIO	VA	FUNDIDORA MIRANDA COL ANANIAC DEL NIOUBL HIDALGO	30 DIAS	8 DIAS	PACA DE 20x20 LIMPIO SMEZCLA	NS100	NS136	23		
		VA Y TRANS	FUNDIDORA ZUM-PANGO CARRETERA ZUM-PANGO RDO DE HIDALGO	5 DIAS	DIARIO	GRANEL LIMPIO SMEZCLA	NS250	NS260		4	
		AB	DIST DE MPTA-IRS XALOSTOC COL ECATEPEC RMO MEX	5 DIAS	DIARIO	GRANEL LIMPIO SMEZCLA	NS210	NS210			200

## CONCLUSIONES

1. Tratamiento es una suma de procesos necesarios para la gestión actual de Desechos Sólidos Municipales, no es contrario a la Disposición Final, sino que es complementario.
2. Reciclaje es necesario, pero no es la solución única al problema de los Residuos Sólidos Municipales, la separación es sólo una forma de tratar los residuos.
3. Se pueden distinguir dos principales vertientes para la separación de subproductos:
  - Recuperación en fuente
  - Recuperación en planta
4. Las principales ventajas y desventajas de éstos dos sistemas son:
  - Recuperación en fuente:
    - Requiere de mucha participación ciudadana.
    - Demanda de alta inversión en equipo.
    - Representa un sistema más caro.
    - Sin embargo el material obtenido es muy limpio y homogéneo.
    - Demanda baja inversión en instalaciones.
  - Recuperación en planta:
    - Alta inversión en instalaciones.
    - Baja inversión en equipos.
    - Es un sistema más económico.
    - Pero el material obtenido menos limpio y homogéneo.
    - Requiere de poca participación ciudadana.
5. La tendencia actual es a los sistemas centralizados de aprovechamiento de Residuos Sólidos Municipales.
6. De aquí la importancia del Reciclaje en planta como proceso primario para cualquier otro.

pues permite que además de recuperar subproductos reciclables se puedan separar materiales para otros procesos intermedios o avanzados, como puede ser residuos alimenticios y de jardinería para compostaje, o subproductos con alto poder calorífico para incineración, así como materiales indeseables para el relleno sanitario.

## **RECOMENDACIONES**

1. Madurez ecológica población e industria.
2. Participación corresponsable de los diversos sectores.
  - Promoción de productos multiusos, con mayor vida útil y envases retornables.
  - Reducción en la producción de envases y embalajes.
  - Reuso por parte de la población de envases y embalajes.
  - Cambio en los hábitos de consumo.
3. Definición de obligaciones y sanciones.
  - Desarrollo e instrumentación de la legislación y normatividad.
  - Responsabilizar a los fabricantes por los envases y embalajes no reciclables.
4. Privilegiar los programas educativos dirigidos a la sociedad tendientes a reducir las tasas de generación.
5. Promocionar asistencia técnica.
6. Instrumentar programas de recolección diferenciada de subproductos reciclables y no reciclables.
7. Hacer participar a los grupos ecologistas.
8. Promover y desarrollar nuevos mercados para subproductos reciclables.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

IMPACTO AMBIENTAL EN LOS  
SISTEMAS DE MANEJO

Asociación Mexicana para el Control  
de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C.  
(AMCRESPAC)

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

13 - 18 de Marzo, 1995

# **IMPACTO AMBIENTAL**

## **1. ANTECEDENTES**

La problemática ambiental que caracteriza al mundo contemporáneo tienen sus orígenes en los ecosistemas que han sido impactados adversamente, mediante infinidad de actividades y proyectos orientados al progreso de los colectivos sociales. La conservación del equilibrio ecológico se convierte, en una prioridad.

Hace algunas décadas se inició en Estados Unidos de Norteamérica la aplicación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental, como una de las medidas preventivas y de gestión de los recursos naturales y la protección al entorno. Estas evaluaciones son concebidas como análisis multidisciplinarios, donde se requiere la participación de especialistas de las doctrinas sociales, económicas, naturales, estéticas y técnicas. Se orientan a la valoración de los efectos significativos a los ecosistemas -ocasionados por alguna obra-, con el fin de incorporar acciones de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados.

Actualmente es obligatorio evaluar los impactos ambientales asociados a cualquier obra o actividad; se ha demostrado que estos estudios son siempre positivos para un mejor desarrollo del proyecto, así como para evitar y aminorar los efectos al entorno.

## **2. MARCO LEGAL**

El 28 de enero de 1988 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA); en el capítulo I de éste, artículo 3º, se define como:

"Impacto Ambiental:

Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza."

**"Manifiesto de Impacto Ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo."

Asimismo, en el capítulo II se confiere al Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)<sup>1</sup> la atribución de evaluar el impacto ambiental en la ejecución de obras o actividades, públicas o privadas, las cuales puedan afectar o deteriorar significativamente el equilibrio ecológico, de conformidad con lo expuesto en la LGEEPA, así como vigilar su observancia.

Los artículos de mayor importancia en la LGEEPA, en lo relativo a impacto ambiental, son del 28 al 35; de ellos es conveniente resaltar lo siguiente:

**Artículo 28.-** "La realización de obras o actividades públicas o privadas que pueden causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación, [...] deberán sujetarse a la autorización previa del Gobierno Federal, [...] así como al cumplimiento de los requisitos que se les impongan una vez evaluado el impacto ambiental que pudieran originar, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes".

**Artículo 29.-** "Corresponderá al Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría, evaluar el impacto ambiental [...] particularmente tratándose de las siguiente materias:

[...] Obra pública federal;

[...] Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como de residuos radioactivos."

<sup>1</sup> Antes la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE)

Artículo 31.- "Corresponde a las entidades federativas y a los municipios evaluar el impacto ambiental en materias no comprendidas en el artículo 29 de este ordenamiento."

Artículo 32.- Para la obtención de la autorización a que se refiere el artículo 28 del presente ordenamiento, los interesados deberán presentar ante la autoridad correspondiente, una manifestación de impacto ambiental."

Artículo 34.- "Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría en los casos previstos en el artículo 29 [...] dictará la resolución correspondiente.

En dicha resolución podrá otorgarse la autorización para la ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, en los términos solicitados; negarse dicha autorización, u otorgarse de manera condicionada a la modificación del proyecto de obras o actividad, a fin de que se eviten o atenúen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la operación normal y aun en caso de accidente."

El Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental al Ambiente en materia de Impacto Ambiental, fue publicado el día 7 de junio de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. En dicho reglamento se exponen, entre otras disposiciones, las relativas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, de donde se extrae que pueden presentarse cuatro tipos de documentos a la Secretaría: Informe preventivo, Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en la modalidad General, MIA en la modalidad Intermedia o MIA en la modalidad Específica.

Cuando el ejecutor de la obra o actividad considere que no causará desequilibrio ecológico ni rebasará los límites y condiciones señalados en los ordenamientos legales vigentes, presentará a la Secretaría un informe preventivo; ésta evaluará si se requiere de una MIA.

"En los casos del artículo 5º del reglamento, el interesado en realizar la obra o actividad proyectada, deberá presentar una manifestación general de impacto ambiental.

La manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades intermedia o específica, se presentará a requerimiento de la Secretaría, cuando las características de la obra o actividad, su magnitud o considerable impacto en el ambiente, o las condiciones del sitio en que pretenda desarrollarse, hagan necesarias la presentación de diversa y más precisa información."

Para llevar a cabo las MIA's, se publicaron en septiembre de 1989, en la Gaceta Ecológica, 4 Instructivos para la Formulación de los documentos de Evaluación de Impacto Ambiental solicitados por la Secretaría. De conformidad con los instructivos mencionados, los documentos presentados a la Secretaría para su aprobación, deben estar formulados con base en el siguiente básico<sup>2</sup>.

Datos generales

Descripción de la obra o actividad proyectada

Aspectos generales del medio natural y socioeconómico

Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo

Identificación de impactos ambientales

Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados

Conclusiones

Referencias

Aunado a lo anterior, es necesario tomar en cuenta la LGEEPA estatal<sup>3</sup>, en su caso, para llevar a cabo las evaluaciones de impacto ambiental.

### **3. OBSERVACIONES AL MARCO LEGAL VIGENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL**

En el inciso precedente se esbozó un análisis del marco legal vigente para la evaluaciones de impacto ambiental. Al respecto, es necesario resalta lo siguiente:

<sup>2</sup> Se anexa copia del instructivo para el informe preventivo, así como el instructivo para la manifestación de impacto en la modalidad general.

<sup>3</sup> Hay 29 entidades federativas que cuentan con su propia LGEEPA

- El enfoque de las evaluaciones de impacto ambiental contenido en los ordenamientos legales correspondientes, es hacia grandes obras federales, como lo son las presas, carreteras, centrales de generación de energía, entre otras. En estas circunstancias, las evaluaciones requeridas para los proyectos de residuos sólidos resultan confusas en varios de los puntos que marcan los instructivos.
- La principal afectación ambiental originaria por las instalaciones del sistema de aseo urbano es durante la etapa de operación, al contrario de las obras citadas más arriba, donde el impacto mayor se da con la construcción de los proyectos.
- Los instructivos no son claros en el sentido de los programas de seguimiento y control que deben implantarse para la evaluación de los impactos, no sólo durante la ejecución de la manifestación, sino con frecuencia.
- Los puntos anteriores apuntan hacia la necesidad de estructurar los instructivos para la elaboración de MIA's con base en las características de las instalaciones del sistema de aseo urbano. Como se explicó, dichos instructivos deben centrar su atención a la etapa de operación de las instalaciones.<sup>4</sup>
- En el punto de Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo de los instructivos, deben ampliarse hacia el análisis de la normatividad, como serían los Reglamentación y las Normas Oficiales Mexicanas.

#### **4. METODOLOGIAS PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Las metodologías aplicables para la evaluación del impacto ambiental son muy variadas. Son mucho los criterios a partir de los cuales pueden clasificarse dichas metodologías; el más común se basa en la técnica empleada para la identificación de los impactos. Considerando este criterio,

<sup>4</sup> En el caso de los instructivos para la evaluación de impacto ambiental en rellenos sanitarios, también se debe enfatizar sobre los programas de monitoreo durante la clausura y posteriores

se dividen de seis tipos, cada uno de los cuales cuenta a su vez con infinidad de variantes<sup>5</sup>.

- Ad Hoc** Esta metodología proporciona una guía para las evaluaciones, especificando las áreas sobre las cuales se verificarían los posibles impactos; por ejemplo, impactos sobre flora y fauna, impactos en lagos, impactos forestales. En términos generales, se orienta a las áreas y no a la definición específica de parámetros a investigar.
- Sobreposición** En esta metodología se utilizan varios planos del sitio del proyecto, y a través de la sobreposición de los mismos, se van detectando las áreas impactadas, con base en diferentes evaluaciones de parámetros. La superposición se hace con el fin de obtener la caracterización regional del entorno.
- Listas** Las listas proporcionan particularidades acerca de los elementos del entorno probablemente afectados. Se presenta una lista específica de los parámetros importantes a investigar. La ponderación de los impactos ambientales depende en este caso de los criterios establecidos para cada proyecto.
- Matrices** Este método es uno de los más comunes; tiene variantes importantes, pues pueden elaborarse matrices distintas para diversas evaluaciones. Básicamente consiste en incorporar una lista de las actividades del proyecto, con otra lista de los elementos potencialmente impactados en el área de estudio. Así se conforma la matriz, la cual identifica las relaciones causa-efecto entre las actividades específicas y los impactos.
- Redes** Estas metodologías trabajan a partir de una lista de las actividades del proyecto, con el fin de establecer las relaciones causa-condición-efecto. Se trata de reconocer cuando una acción del proyecto puede generar una serie de impactos.

<sup>5</sup> R. K. JAIN, L. V. URBAN, G. S. STACEY, "Environmental impact analysis. A new dimension in decision making", Van Nostrans Reinhold Environmental Engineering Series, 1977.

**Combinaciones** Estas metodologías emplean una combinación de matrices, redes, modelos analíticos y apoyos computarizados. Se orientan básicamente a identificar las actividades asociadas con la implantación de grandes programas, a identificar los impactos ambientales potenciales a diferentes niveles de usuarios, a proporcionar guías para el abatimiento y mitigación de los impactos y a proporcionar la metodología y procedimientos a emplear para un procesamiento y análisis óptimo de la información.

Como se indicó al inicio de este apartado, existen otros criterios de clasificación. No obstante siempre se utilizan dos o más metodologías al mismo tiempo, relacionadas con las técnicas descritas.

El aspecto relevante de las metodologías a emplear para la identificación y evaluación de impactos es utilizar el sentido común para seleccionar la metodología; es decir, algunas metodologías son recomendables sólo para algunos análisis. Lo más importante es seleccionar la o las técnicas mejores en función de las características y requerimientos básicos del proyecto, así como la realización de las evaluaciones por un equipo multidisciplinario de profesionales.

**INSTRUCTIVO PARA LA FORMULACION DEL INFORME PREVENTIVO AL QUE SE REFIEREN LOS ARTICULOS 7° Y 8° DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL**

**I. Datos generales**

Contestar las preguntas que a continuación se presentan en forma clara y concreta:

1. Nombre de la empresa u organismo solicitante.
2. Nombre y puesto del responsable del proyecto.
3. Nacionalidad de la empresa.
4. Actividad principal de la empresa u organismo.
5. Domicilio para oír y recibir notificaciones.
6. Cámara o asociación a la que pertenece la empresa u organismo, indicando:
  - Número de registro.
  - Fecha de ingreso.
  - Registro Federal de Causantes.

**II. Ubicación y descripción general de la obra o actividad proyectada, indicando:**

1. Nombre del proyecto.
2. Naturaleza del proyecto (descripción general del proyecto, indicando la capacidad proyectada y la inversión requerida).
3. Vida útil del proyecto.
4. Programa de trabajo.
5. Ubicación física del proyecto. Anexar plano de distribución de la planta y plano de localización del predio, especificando:
  - Estado.
  - Municipio.
  - Localidad.
  - Localización.
6. Situación legal del predio.
7. Superficie requerida (ha, m).
8. Colindancia del predio y actividad que se desarrolla.
9. Obra civil desarrollada para preparación del terreno.
10. Vías de acceso (marítimas y terrestres).
11. Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo en el área correspondiente.
12. Requerimientos de mano de obra.
13. Obras o servicios de apoyo a utilizar en las diferentes etapas del proyecto.
14. Sitios alternativos para el desarrollo de la obra o actividad.

**III. Descripción del proceso**

1. Materiales y sustancias que serán utilizados en las etapas de preparación del sitio, construcción, mantenimiento de la obra o actividad proyectada. *Enlistar e indicar volúmenes.*
2. Equipo requerido para las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento de la obra u actividad proyectada. *Enlistar e indicar capacidad instalada.*
3. Recursos naturales del área que serán aprovechados en las diferentes etapas. *Especificar.*
4. En caso de una industria de transformación y/o extractiva:
  - Indicar las sustancias o materiales que serán utilizados en el proceso.
  - Enlistar los productos finales.
5. Fuente de suministro de energía eléctrica y/o combustible.
6. Requerimientos de agua cruda y potable, y fuente de suministro.
7. Residuos que serán generados en las diferentes etapas del proyecto, y destino final de los mismos.
  - Emisiones a la atmósfera.
  - Descarga de aguas residuales.
  - Residuos sólidos.
  - Emisiones de ruido.
  - Otro.

**INSTRUCTIVO PARA DESARROLLAR Y PRESENTAR LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA MODALIDAD GENERAL AL QUE SE REFIEREN LOS ARTICULOS 9° Y 10° DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL**

**I. Datos generales**

Contestar las preguntas que a continuación se presentan, en forma clara y concreta.

1. Nombre de la empresa u organismo solicitante.
2. Nacionalidad de la misma.
3. Actividad principal de la empresa u organismo.
4. Domicilio para oír y recibir notificaciones, indicando:
  - Estado.
  - Municipio.
  - Código postal.
  - Ciudad.
  - Localidad.
  - Teléfono.
5. Cámara o asociación a la que pertenece.

4. Registro en la Cámara, In-
5. Número.
6. Fecha.
7. Registro Federal de Causantes.
8. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental, indicando:
  - Nombre.
  - Razón social.
  - Registro SEDUE.
9. Registro Federal de Causantes.
10. Domicilio para oír y recibir notificaciones, y teléfono.

*2. Descripción de la obra o actividad proyectada*

En esta sección se solicita información de carácter general de la obra o actividad, con la finalidad de asegurar una descripción general de la misma; asimismo se solicita información específica de cada obra, con el objetivo de obtener los elementos necesarios para la evaluación del impacto (positivo o negativo) de la obra o actividad.

1. Descripción general.

1.1. Nombre del proyecto.

1.2. Naturaleza del proyecto. Explicar en forma general el tipo de obra o actividad que se desea llevar a cabo, especificando el volumen de producción

— si se trata de una industria—, la capacidad proyectada y la inversión requerida.

1.3. Objetivos y justificación del proyecto. El solicitante debe dejar en claro las causas que motivaron la realización de la obra o actividad y los beneficios económicos, sociales y de otro tipo que ésta conlleva.

1.4. Programa de trabajo. En este punto se debe anexar la calendarización de cada etapa, indicando la fecha de inicio de actividades.

1.5. Proyectos asociados. Explicar si en el desarrollo de la obra o actividad se requerirá de otros proyectos.

1.6. Políticas de crecimiento a futuro. Explicar en forma general la estrategia a seguir por la empresa indicando ampliaciones, futuras obras o actividades que pretenderán desarrollarse en la zona.

2. Etapa de selección del sitio.

En este apartado se solicita información referente a las características del lugar en que se desarrollará la obra o actividad, así como de los alrededores de la zona.

2.1. Ubicación física del proyecto. Anexar plano de localización del predio, indicando las coordenadas geográficas que se sitúa.

- Estado.
- Municipio.
- Localidad.

2.2. Urbanización del área. Aclarar si el predio se sitúa en una zona urbana, suburbana o rural.

Estudios realizados para la selección.

2.4. Superficie requerida (ha, m<sup>2</sup>).

2.5. Uso actual del suelo en el predio. Mencionar el tipo de actividad que se desarrolla.

2.6. Colindancias del predio. Mencionar la orientación de cada predio, indicando la principal actividad que en ellos se desarrolle.

2.7. Situación legal del predio. Compra, venta, concesión, expropiación, otro.

2.8. Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad. En el caso de proyectos relacionados con cuerpos de agua señalar las rutas de navegación que se utilizarán.

2.9. Sitios alternativos que hayan sido o estén siendo evaluados. Indicar su ubicación regional, municipal, local, otra.

3. Etapa de preparación del sitio y construcción.

En este apartado se solicitará información relacionada con las actividades de preparación del sitio previas a la construcción, así como las actividades relacionadas con la construcción misma de la obra o con el desarrollo de la actividad.

— Se deben anexar los planos gráficos del proyecto y el sistema constructivo, así como la memoria técnica del proyecto, esto último en forma breve.

3.1. Programa de trabajo. Presentar en forma gráfica (v. gr. GANTT) fechas de inicio y finalización de la preparación del sitio y construcción, indicando además las principales actividades que se desarrollarán en estas etapas con su respectiva calendarización.

3.2. Preparación del terreno. Indicar si para la preparación del terreno se requerirá de algún tipo de obra civil (desmontes, nivelaciones, relleno, despedre, desecación de lagunas, otros). En caso de que así sea, especificar:

3.2.1. Recursos que serán alterados.

3.2.2. Área que será afectada: localización.

3.3. Equipo utilizado. Señalar el tipo de maquinaria que se utilizará durante la etapa de preparación del sitio y construcción, especificando la cantidad y operación por unidad de tiempo.

3.4. Materiales. Enlistar los materiales que se utilizarán en ambas etapas, especificando el tipo, volumen y forma de traslado del mismo.

— En caso de que se utilicen recursos de la zona (bancos de materiales, madera u otros), indicar cantidad.

3.5. Obras y servicios de apoyo. Indicar las obras provisionales y los servicios necesarios para la etapa de preparación del terreno, y para la etapa de construcción (construcción de caminos de acceso, puentes provisionales, campamentos, otros).

3.6. Personal utilizado. Especificar el número de trabajadores que serán empleados, y su tiempo de ocupación.

3.7. Requerimientos de energía.

3.7.1. Electricidad. Indicar origen, fuente de suministro, potencia y voltaje.

3.7.2. Combustible. Indicar origen, fuente de suministro, cantidad que será almacenada y forma de almacenamiento.

3.8. Requerimientos de agua. Especificar si se trata de agua cruda o potable, indicando el origen, volumen, traslado y forma de almacenamiento.

3.9. Residuos generados. Indicar el tipo o tipos de residuos que se generarán durante la etapa de preparación del sitio y la de construcción.

3.10. Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo. Indicar el destino final de las obras y servicios de apoyo empleados en esta etapa.

4. Etapa de operación y mantenimiento.

La información que se solicita en este apartado, corresponde a la etapa de operación del proyecto, y a las actividades de mantenimiento necesarias para el buen funcionamiento del mismo. Las preguntas 4.5 y 6 deben ser contestadas en caso de que el proyecto esté relacionado con la industria de la transformación y/o extractiva.

4.1. Programa de operación. Anexar un diagrama de flujo. Las industrias de la transformación y extractivas agregar una descripción de cada uno de los procesos.

4.2. Recursos naturales del área que serán aprovechados. Indicar tipo, cantidad y su procedencia.

4.3. Requerimientos de personal. Indicar la cantidad total del personal que será necesario para la operación, especificando turnos.

— Los puntos del 4 al 6 sólo deberán ser contestados por proyectos relacionados con la industria de la transformación y/o extractiva.

4.4. Materias primas e insumos por fase de proceso:

— Indicar tipo y cantidad de los mismos, considerando las sustancias que sean utilizadas para el mantenimiento de la maquinaria.

4.4.1. Subproductos por fase de proceso.

— Indicar tipo y volumen aproximado.

4.4.2. Productos finales.

— Indicar tipo y cantidad estimada.

4.5. Forma y características de transportación de:

Materias primas.

Productos finales.

Subproductos.

4.6. Forma y características de almacenamiento de:

Materias primas.

Productos finales.

Subproductos.

4.6.1. Medidas de seguridad. Indicar las que serán adoptadas.

4.7. Requerimientos de energía.

4.7.1. Electricidad.

— Indicar voltaje y fuente de aprovechamiento

4.7.2. Combustible.

— Indicar tipo, origen, consumo por unidad de tiempo y forma de almacenamiento.

4.8. Requerimientos de agua.

— Indicar cantidad y origen, asimismo reportar los requerimientos excepcionales que vayan a ser utilizados y su periodicidad aproximada, plantear otras fuentes alternativas de abasto.

	Consumo ordinario		Consumo excepcional	
	Volumen	Origen	Volumen	Periodicidad
Agua potable	_____	_____	_____	_____
Agua tratada	_____	_____	_____	_____
Agua cruda	_____	_____	_____	_____

4.9. Residuos. Indicar el tipo de residuos que serán generados, especificando el volumen.

— Emisiones a la atmósfera. Indicar si son gaseosos, humos o partículas.

— Descarga de aguas residuales. Indicar aspectos físicos, químicos y bioquímicos.

— Residuos sólidos industriales. Describir componentes, y si se encuentran en estado húmedo o seco.

— Residuos sólidos domésticos.

— Residuos agroquímicos. Indicar tipo y periodo de vida de sus componentes.

— Otros.

4.10. Factibilidad de reciclaje.

— Indicar si es factible el reciclaje de los residuos que reporta.

4.11. Disposiciones de residuo.

— Especificar forma de manejo y características del cuerpo receptor.

4.12. Niveles de ruido.

— Indicar intensidad (en dB) y duración del mismo.

4.13. Posibles accidentes y planes de emergencia.

— Describa en forma detallada.

5. Etapa de abandono de sitio.

— En este apartado deberá describir el destino programado para el sitio y sus alrededores, al término de las operaciones, y se deberá especificar:

5.1. Estimación de vida útil.

5.2. Programas de restitución del área.

5.3. Planes de uso del área al concluir la vida útil del proyecto.

## Medio natural.

- En esta sección se deberá describir el medio natural resultando aquellos aspectos que se consideren particularmente importantes por el grado de afectación que provocaría el desarrollo del proyecto. Como apoyo será necesario anexar una serie de fotografías que muestren al área del proyecto y su zona circundante.

### I. Rasgos físicos

#### 1. Climatología.

##### 1.1. Tipo de clima:

- Considerar la clasificación de Köppen modificada por E. Garcia para la República Mexicana.

##### 1.2. Temperaturas promedio.

##### 1.3. Precipitación promedio anual (mm).

##### 1.4. Intemperismos severos.

- Indicar frecuencia de intemperismos, p. ej. huracanes, heladas, granizadas o algún otro.

##### 1.5. Altura de la capa de mezclado del aire. Sólo en caso de información disponible.

##### 1.6. Calidad del aire. Sólo en caso de información disponible.

#### 2. Geomorfología y geología.

2.1. Geomorfología general. Elaborar una síntesis en la que se describa, en términos generales, las características geomorfológicas más importantes. Especificar si existen bancos de material, su ubicación y estado actual.

2.2. Descripción breve de las características del relieve.

##### 2.3. Susceptibilidad de la zona a:

- Sismicidad.
- Deslizamientos.
- Derrumbes.
- Otros movimientos de tierra o roca.
- Posible actividad volcánica.

#### 3. Suelos:

3.1. Tipo de suelos presentes en el área y zonas aledañas.

3.2. Composición del suelo. (Clasificación de FAO.)

3.3. Capacidad de saturación.

#### 4. Hidrología (rango de 10 a 15 km).

##### 4.1. Principales ríos o arroyos cercanos:

- Permanentes o intermitentes.
- Estimación del volumen de ocurrencia por unidad de tiempo.
- Actividad para la que son aprovechados.
- Indicar si reciben algún tipo de residuo.

4.2. Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc.).

- Localización y distancia al predio.

(m<sup>3</sup>).

• Volumen (mm<sup>3</sup>).

• Usos principales.

##### 4.3. Drenaje subterráneo.

• Profundidad y dirección.

• Usos principales (agua, riego, etc.).

• Cercanía del proyecto a pozos.

- En caso de extracción, consultar si el agua está siendo explotada, subexplotada, etc.

5. Oceanografía. (Si el proyecto se asocia a un área de influencia marina, presentar la siguiente información.)

##### 5.1. Batimetría:

• Bancos.

• Composición de sedimentos.

• Arrecifes o bajos fondos.

##### 5.2. Ciclo de mareas.

##### 5.3. Corrientes.

##### 5.4. Temperatura promedio del agua.

### II. Rasgos biológicos

Presentar la información de acuerdo con los alcances del proyecto (en una zona terrestre, marina o ambas).

#### 1. Vegetación.

1.1. Tipo de vegetación de la zona.

1.2. Principales asociaciones vegetacionales y distribución.

1.3. Mencionar especies de interés comercial.

1.4. Señalar si existe vegetación endémica u o en peligro de extinción.

#### 2. Fauna.

2.1. Fauna característica de la zona.

2.2. Especies de valor comercial.

2.3. Especies de interés cinegético.

2.4. Especies amenazadas o en peligro de extinción.

#### 3. Ecosistema y paisaje.

Responder las siguientes preguntas colocando "SI" o "NO" al final de éstas. En caso de que la respuesta sea afirmativa, explique en términos generales la forma en que la obra o actividad incidirá.

3.1. ¿Modificará la dinámica natural de algún cuerpo de agua?

3.2. ¿Modificará la dinámica natural de las comunidades de flora y fauna?

3.3. ¿Crearán barreras físicas que limiten el desplazamiento de la flora y/o fauna?

3.4. ¿Se contempla la introducción de especies exóticas?

3.5. Explicar si es una zona considerada con cualidades estéticas únicas o excepcionales.

¿Es o se encuentra cerca de un área arqueológica o de interés histórico?

3.7. ¿Es o se encuentra cerca de un área arqueológica o de interés histórico?

3.8. ¿Es o se encuentra cerca de un área natural protegida?

3.9. ¿Modificará la armonía visual con la creación de un paisaje artificial?

3.10. ¿Existe alguna afectación en la zona? Explique en qué forma y su grado actual de degradación?

### III. Medio socioeconómico.

En este apartado se solicitará información referente a las características sociales y económicas del sitio seleccionado y sus alrededores.

#### 1. Población.

Proporcionar en forma concisa los siguientes datos:

- . Población económicamente activa.
- . Grupos étnicos.
- . Salario mínimo vigente.
- . Nivel de ingresos per cápita.

#### 2. Servicios.

Indicar con una cruz si el sitio seleccionado y sus alrededores cuenta con los siguientes servicios:

##### 2.1. Medios de comunicación.

- Vías de acceso. Indicar sus características y su distancia al predio.
- Teléfono.
- Telégrafo.
- Correo.
- Otros.

##### 2.2. Medios de transporte.

- Terrestres.
- Aéreos.
- Marítimos.
- Otros.

##### 2.3. Servicios públicos.

- Agua (potable, tratada).
- Energéticos (combustibles).
- Electricidad.
- Sistema de manejo de residuos. Especificar su tipo y distancia al predio.
  - . Drenaje.
  - . Canales de desagüe.
  - . Tiradero a cielo abierto.
  - . Basurero municipal.
  - . Relleno sanitario.
  - . Otros.

##### 2.4. Centros educativos.

- Enseñanza básica.
- Enseñanza media.
- Enseñanza media superior.
- Enseñanza superior.
- Otros.

¿Es o se encuentra cerca de un área arqueológica o de interés histórico?

— De 1er. grado.

— De 2o. grado.

2.6. Vivienda. Indicar el tipo de vivienda predominante por su tipo de material de construcción y su distancia al predio.

— Madera.

— Adobe.

— Tabique.

#### 2.7. Zonas de recreo.

— Parques.

— Centros deportivos.

— Centros culturales (cine, teatro, museos, monumentos nacionales).

#### 3. Actividades.

Indicar con una cruz el tipo de actividad predominante en el área seleccionada y su alrededor.

##### 3.1. Agricultura:

- De riego.
- De temporal.
- Otras.

##### 3.2. Ganadería:

- Intensiva.
- Extensiva.
- Otras.

##### 3.3. Pesca:

- Intensiva.
- Extensiva.
- Otras.

##### 3.4. Industriales:

- Extractiva.
- Manufacturera.
- De servicios.

#### 4. Tipo de economía.

Indicar con una cruz a cuál de las siguientes categorías pertenece el área en que se desarrollará el proyecto.

- Economía de autoconsumo.
- Economía de mercado.
- Otras.

#### 5. Cambios sociales y económicos.

Especificar con una cruz si la obra o actividad creará:

- Demanda de mano de obra.
- Cambios demográficos (migración, aumento de la población).
- Aislamiento de núcleos poblacionales.
- Modificación en los patrones culturales de zona.
- Demanda de servicios:
  - . Medios de comunicación.
  - . Medios de transporte.
  - . Servicios públicos.

- Centros educativos.
- Centros de salud.
- Vivienda.

**V. Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo**

En este apartado el solicitante deberá consultar a la Secretaría de Desarrollo Urbano Estatal o Federal para verificar si el uso que pretende darse al suelo corresponde al establecido por las normas y regulaciones.

Los elementos que deberán considerarse son:

1. Plan Director Urbano, correspondiente a la Dirección General de Desarrollo Urbano.
2. Planes o Programas Ecológicos del Territorio Nacional, correspondientes a la Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica.
3. Sistema Nacional de Areas Protegidas, a cargo de la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales.

**VI. Identificación de impactos ambientales**

En esta sección se deberán identificar y describir los impactos ambientales provocados por el desarro-

pas. Para ello, se puede utilizar la metodología que más convenga al proyecto.

**VI. Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados**

En este apartado el proponente dará a conocer las medidas y acciones a seguir por el organismo interesado, con la finalidad de prevenir o mitigar los impactos que la obra o actividad provocará en cada etapa de desarrollo del proyecto.

Las medidas y acciones deben presentarse en forma de programa en el que se precisen el impacto potencial y la(s) medida(s) adoptada(s) en cada una de las etapas.

**Conclusiones**

Finalmente, con base en una autoevaluación integral del proyecto, el solicitante deberá realizar un balance (impacto desarrollo) en donde se discutirán los beneficios que genere el proyecto y su importancia en la economía local, regional o nacional, y la influencia del proyecto en la modificación de los procesos naturales.

**Referencias**

En este punto indicar aquellas fuentes que hayan sido consultadas para la resolución de este estudio.

200

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

MONITOREO AMBIENTAL EN LOS SISTEMAS  
DE MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

Asociación Mexicana para el Control  
de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C.  
(AMCRESPAC)

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

13 - 18 de Marzo, 1995

## **1. IMPORTANCIA DEL MONITOREO AMBIENTAL EN LOS SISTEMAS DE ASEO URBANO.**

La utilización intensiva de la infraestructura requerida para la prestación de los Servicios de Aseo Urbano en cualquier localidad, implica la posibilidad de generar ciertos impactantes ambientales; los cuales pueden afectar tanto al medio ambiente como a la salud pública. Por tal motivo, se hace necesario efectuar un seguimiento ambiental de las operaciones que se realizan en dicha infraestructura, con el fin de identificar y evaluar la emisión de dichos impactantes hacia el entorno urbano.

Es decir que para operar adecuadamente estas instalaciones, es necesario establecer una serie de dispositivos para la medición y control de los impactantes ambientales, con el fin de mantenerlos dentro de ciertos niveles que permitan efectuar en forma segura y sin riesgos, la operación de las diferentes instalaciones requeridas para la prestación de los Servicios de Aseo Urbano.

Lo anterior es posible lograrlo mediante la instrumentación de Programas de Monitoreo Ambiental, con los cuales se pueda realizar la medición sistematizada de ciertos parámetros específicos, de suma importancia ambientalmente hablando.

Estos programas, deben incluir sobremanera las siguientes acciones:

- Identificación de impactantes ambientales, generados en los sistemas de aseo urbano.
- Evaluación de los riesgos potenciales derivados de la operación de dichos sistemas.
- Establecimiento de acciones mitigantes que impidan que dichos impactantes, afecten al ambiente y/o a la salud pública.

Dentro de los Programas de Monitoreo Ambiental es fundamental determinar claramente los parámetros a evaluar, de acuerdo a las características particulares de las instalaciones, así como dar prioridad a aquellos que presenten un mayor riesgo de afectación al ambiente y a la salud pública.

El equipo, materiales utilizados y técnicas empleadas durante el monitoreo, son aspectos que no deben de ser descuidados, ya que de esto dependerá en gran medida, el obtener resultados, válidos para realizar el análisis de las condiciones ambientales de la instalación; y con ello, poder implementar las acciones necesarias que conduzcan a un buen control de los impactantes.

## **2. PRINCIPALES IMPACTANTES AMBIENTALES GENERADOS EN INSTALACIONES EMPLEADAS PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES.**

Los principales impactantes ambientales, que pueden ser generados por la operación de las instalaciones destinadas a llevar a cabo la prestación de los Servicios de Aseo Urbano, se enlistan y describen a continuación:

- Ruido
- Olores
- Aerotransportables (polvos, partículas y microorganismos)
- Gases No-combustionados
- Desperdicios y Basura
- Desechos Líquidos
- Biogás
- Lixiviados

Asimismo, la operación misma de una instalación de este tipo, puede propiciar cuando no se hace adecuadamente, que se presenten los siguientes inconvenientes:

- Desarrollo de fauna nociva
- Incremento de tráfico vehicular
- Propiciar las afectaciones visuales
- Generar eventualidades ambientales

Estos inconvenientes pueden no solamente incrementar la generación de impactantes, sino también propiciar problemas de queja pública e inquietud poblacional, lo cual puede dar por resultado, el cierre temporal o permanente de la instalación.

Por otro lado, dentro de las mediciones de los programas de monitoreo ambiental, deberá de considerarse la medición de radiactividad en los residuos, así como la medición de asentamientos

y registro de movimiento de taludes; amén de registrar los parámetros meteorológicos más comunes.

## **2.1 Descripción de los Impactantes Ambientales.**

La descripción de cada uno de los impactantes antes listados, se presenta a continuación:

- a) **Ruido.** Las principales fuentes generadoras de ruido, lo constituyen tanto los vehículos recolectores como los de transferencia. De acuerdo con mediciones que se han realizado en diferentes instalaciones, se ha determinado que el ruido generado por los diferentes dispositivos electromecánicos con que están equipados dichos vehículos, es el sonido que a mayor distancia puede ser escuchado. Por lo anterior, casi todas las instalaciones deben ser construidas con muros cerrados; y cuando ésta lo permita, deberán contar con techumbre (cerradas), para tratar de disminuir hacia el exterior los niveles de ruido generados por el funcionamiento de los vehículos antes mencionados; lo cual es la mejor manera de atenuar este impactante, ya que incluso los niveles de ruido pueden disminuir por debajo de los registrados en las vías vehiculares que circundan a la instalación. Lo anterior puede resultar contraproducente para el personal que labora en la instalación, ya que en lugares cerrados, el ruido se concentra a tal grado, que puede rebasar las normas establecidas para ambientes laborales; por lo que en estos casos, se recomienda suministrar a los empleados equipo para contrarrestar este impactante.
- b) **Olores.** Cuando en un ambiente cerrado llega a almacenarse basura por más de 24 hrs , o bien cuando la basura que llega a la instalación está en proceso de putrefacción, los olores sobre todo en sitios cerrados, llegan a ser molestos, incómodos e inaguantables; pudiendo generar entre la población asentada en la vecindad de la instalación, una inquietud tal que se llegue a objetar su operación. Para minimizar este impactante, se aplican prácticas sencillas de limpieza, como son: el barrido diario de las instalaciones cerradas, así como la limpieza de pisos, paredes y equipos empleados cotidianamente.
- c) **Aerotransportables.** Como aerotransportables se pueden considerar tanto a los polvos y

partículas, como a los microorganismos que se hallan en los residuos sólidos. La generación de este tipo de impactantes, se da justamente en el momento de la descarga de los residuos sólidos por los vehículos que los transportan. Considerando el caso particular de una estación de transferencia o de una instalación de tratamiento, se puede decir que estas instalaciones sustituyen en cierta forma a un relleno sanitario, por lo que en ocasiones es de esperarse una afluencia de vehículos y un tonelaje de basura semejantes a los que se registran en un sitio de disposición final. Por tal razón, si la instalación es de carga indirecta, se pueden alcanzar niveles de aerotransportables en los patios de maniobras, semejantes a los registrados en el frente de trabajo de un relleno sanitario. Estos niveles de aerotransportables, normalmente son mucho más bajos en instalaciones con sistemas de descarga directa. No obstante, si la instalación es abierta, la afectación ambiental al entorno que la circunda, causada por este tipo de impactantes, puede ser significativa.

Con base en lo anterior, se establece que el control de los aerotransportables en una instalación de tratamiento, es importante para evitar el deterioro ambiental que pueden causar, principalmente en su entorno inmediato. Este control, es vital cuando la instalación es cerrada, ya que además del impacto antes mencionado, los altos niveles de aerotransportables que se generan en los patios de maniobras, puede afectar severamente la salud de los trabajadores de dicha instalación.

Ahora bien, con base en lo antes indicado las medidas para el control de polvos y otros aerotransportables, incluyen una serie de dispositivos como los que a continuación se describen:

- Cabinas con aire acondicionado para los cargadores frontales que se utilizan en las instalaciones cerradas y abiertas.
- Sistemas colectores de polvos en instalaciones cerradas, que incluyen tanto extractores como filtros de aire.
- Sistemas de aspersión de agua en las tolvas de descarga, para precipitar los polvos que se generan en el momento de realizar la descarga de los residuos sólidos, en instalaciones cerradas.

- Dispositivos personales, para los empleados tanto de instalaciones cerradas como abiertas, con el fin de disminuir la inhalación de polvos que pueden contener bacterias, virus y microorganismos.

Además de todo lo anterior, se debe observar diariamente, la aplicación de una serie de normas tendientes a mantener siempre aseadas las instalaciones.

- d) Gases No-Combustionados. En el inciso anterior, se comentó que a una planta de tratamiento de residuos sólidos pueden arribar un número de vehículos recolectores, semejante al que llegaría a un relleno sanitario, por lo que las concentraciones de emisiones de gases no combustionados que se pueden registrar en una instalación de este tipo, pueden ser incluso mayores a los que se presenten en el relleno sanitario; debido a que en el frente de trabajo se da una dilución de los gases en la atmósfera, mientras que en la estación de transferencia, sobre todo si es cerrada, lejos de diluirse se concentran.
- e) Desperdicios y Basura. La propia operación de la instalación, sobre todo en algunos puntos críticos donde se hace la descarga de los residuos sólidos, puede generar desperdicios y basura que pueden generar a su vez, ratas y otros vectores dañinos a la salud pública. Este impactante puede considerarse como de poca importancia.
- f) Desechos Líquidos. Las diferentes actividades que se den en instalaciones cerradas, generan desechos líquidos (aguas negras), los cuales deben ser colectados y tratados convenientemente, para evitar generar algún impacto hacia el ambiente y la salud pública. Es recomendable para disminuir el volumen de aguas negras a tratar, coleccionar las aguas pluviales con un sistema separado que evite el mezclarlas con las aguas negras, para después propiciar su infiltración al subsuelo. Asimismo, se recomienda utilizar agua tratada en los sistemas de aspersión para polvos, que deben instalarse en las tolvas de descarga. Este tipo de impactantes, no son de gran consideración.
- g) Biogás. El biogás es una mezcla de varios gases que son los productos finales de la descomposición de la fracción orgánica contenida en los residuos sólidos por vía anaerobia.

Los elementos principales contenidos en el biogás son metano ( $\text{CH}_4$ ), bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

El biogás aparece ocasionalmente en la superficie con bajo contenido de  $\text{CO}_2$  y un alto porcentaje de metano, así como oxígeno y nitrógeno; esto se debe a que el  $\text{CO}_2$  es más pesado que el aire por lo cual tiende a quedarse en la parte baja del relleno, mientras que el metano por ser más ligero que el aire, tiende a buscar la superficie mezclándose con el  $\text{O}_2$  y el  $\text{N}_2$  del aire que se halla en los intersticios del suelo. El metano con el  $\text{O}_2$  del aire, puede formar mezclas explosivas cuando se halla entre el 5 y el 15% en volumen.

Para el control del biogás, se deberá contar con instalaciones que permitan colectarlo y conducirlo a una instalación de quemado o aprovechamiento. Asimismo, se deberá contar con la infraestructura de monitoreo para detectar cuando ha migrado fuera de la vecindad del sitio donde se generó.

- h) Lixiviados. Los lixiviados se originan debido al paso del agua de lluvia a través de las capas de residuos sólidos que normalmente se encuentran en proceso de descomposición anaerobia. Es por ello que en la composición de los lixiviados, se encuentran elementos tanto en suspensión como en dilución, como lo son entre otros; sólidos en todas sus formas, sales, componentes orgánicos y en ocasiones metales pesados. La principal característica de los lixiviados es que presentan una alta carga orgánica como DBO y DQO, así como elevadas concentraciones de cationes en forma soluble.

El método más adecuado para el control de los lixiviados es mediante su extracción controlada y recirculación dentro del propio relleno sanitario, con el fin de aprovechar los procesos de digestión que se llevan a cabo dentro de dicho relleno, ya que finalmente no es más que un gran reactor anaerobio.

## **2.2 Descripción de las afectaciones por una mala operación de la instalación.**

Los inconvenientes propiciados por una mala operación de la instalación se describen a continuación:

- a) **Desarrollo de fauna nociva.** Cuando en una instalación, no se realizan en forma adecuada los programas de limpieza fundamentales para mantenerla aseada, es posible que pueda haber proliferación de una serie de vectores dañinos al ser humano como son: moscas, mosquitos, ratas y cucarachas entre otros. Es por ello que para evitar la presencia de estos vectores conocidos como fauna nociva, se deben mantener permanentemente aseadas las áreas y equipo de la instalación, así como realizar fumigaciones periódicas cada 30 días por lo menos.
- b) **Incremento de tráfico vehicular.** La ubicación y operación de una instalación, puede acarrear un incremento importante en el tráfico vehicular, no sólo en las vialidades inmediatas, sino en general en una zona que puede alcanzar en ocasiones una superficie importante. Por lo anterior, es importante considerar dentro de la planeación de una instalación de este tipo, no sólo las obras viales requeridas para evitar encolamientos y congestionamientos, como son los carriles de desaceleración, los distribuidores vehiculares, los puentes peatonales y los semáforos intermitentes; sino también las adecuaciones geométricas y los señalamientos verticales y horizontales, requeridos en el área de influencia vehicular de la instalación
- c) **Propiciar las afectaciones visuales.** Una instalación construida sin considerar el paisaje de la zona y el contexto urbano de la región por servir, puede traer como consecuencia, una afectación de la estética que sin ser impacto significativo, puede derivar en problemas de queja pública y la inquietud social, por la afectación al bienestar de la población circundante. Es recomendable por tanto, considerar para la instalación, un diseño arquitectónico acorde al paisaje y contexto urbano-ambiental de la zona donde se construirá la instalación.
- d) **Generar eventualidades ambientales.** Una instalación que recibe residuos sólidos, que pueden contener materiales que en combinación con otros o bajo ciertas condiciones climatológicas,

pueden generar explosiones o incendios entre otras eventualidades ambientales, debe contar con un sistema aleatorio de verificación vehicular, así como un área para el chequeo de la carga de los vehículos recolectores, amén del sistema contra incendios y equipo de respiración autónoma. Asimismo, en cualquier instalación donde se lleve a cabo algún manejo de residuos sólidos, esta expuesta a que se presenten contingencias que pueden derivar en eventualidades ambientales, de entre las cuales las de mayor significancia se enlistan a continuación:

- Descompostura de algún vehículo recolector o de transferencia, en cualquier parte de la instalación.
- Volcadura de algún vehículo recolector o de transferencia en cualquier punto de la instalación.
- Falla en el suministro de alguno de los servicios (agua, electricidad, drenaje, tratamiento de residuos líquidos).
- Falla en los sistemas de control de contaminantes.
- Sobrecarga en el volumen de desechos sólidos, que supere la capacidad de manejo de la instalación.
- Problemas de vialidad en los alrededores de la instalación.
- Aparición de algún residuo que requiere de algún manejo especial.
- Accidentes laborales.

### **2.3 Descripción de los Parámetros Complementarios asociados a los programas de monitoreo ambiental.**

Los parámetros complementarios mencionados anteriormente, que deben ser considerados dentro de los programas de monitoreo ambiental, se describen a continuación:

- a) Radiactividad. Debido a que no existen rutas de recolección específicas por tipos de fuentes generadoras, normalmente los residuos sólidos generados en domicilios son recolectados conjuntamente con otro tipo de residuos que pueden presentar ciertos niveles de radiactividad, pudiendo poner en riesgo la salud del personal que interviene en la prestación

de los servicios de aseo urbano.

Cuando se presenten en los vehículos recolectores niveles de radiactividad que rebasen los límites permisibles, se impedirá su acceso a las instalaciones.

- b) **Asentamientos y Movimientos de Taludes.** En los sitios de disposición final es importante llevar un registro de los deslizamientos que pueden presentar algunos taludes, así como de los asentamientos del propio relleno sanitario; ambos efectos por la estabilización de la basura en condiciones anaerobias.

En especial el registro del deslizamiento de los taludes debe seguirse con mucho detalle, ya que el no hacerlo, evita que se puedan predecir fuertes deslizamientos que no solamente afecten las instalaciones del relleno, sino que pueden cobrar vidas humanas.

- c) **Parámetros Meteorológicos.** Entre los principales parámetros meteorológicos que deben ser considerados dentro de las mediciones de los programas de monitoreo ambiental, podemos citar los siguientes:

- **Temperatura ambiental**
- **Humedad relativa**
- **Precipitación pluvial**
- **Evaporación**
- **Dirección y velocidad de viento.**

### **3. CRITERIOS RECTORES PARA LA INSTRUMENTACION DE PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL.**

#### **3.1 Criterios rectores para el monitoreo de instalaciones de tratamiento de residuos sólidos.**

- Construir un puerto de muestreo para la medición de emisiones a la atmósfera.
- Ubicar plataforma para llevar a cabo la medición de aerotransportables de acuerdo con la normatividad.
- Seleccionar de acuerdo con la distribución de la instalación, los puntos de muestreo de impactantes tales como aguas residuales, residuos sólidos, ruido, etc.
- Establecer un programa de monitoreo para efectuar las mediciones necesarias cuando menos cada 3 meses.

#### **3.2 Criterios rectores para el monitoreo de sitios de disposición final de residuos sólidos.**

- Construir desde el mismo arranque del relleno sanitario, la infraestructura necesaria para la extracción de "biogás" y "lixiviados", evitando al máximo construirla al termino de las diferentes etapas del relleno.
- Equipar el relleno sanitario con pozos de monitoreo de "biogás", con piezómetros de monitoreo de "lixiviados" cuando sea posible y con pozos de monitoreo de acuíferos cuando sea necesario.
- Llevar a cabo por lo menos trimestralmente, un programa de monitoreo que incluya tanto las instalaciones de extracción como las de monitoreo del sitio; determinando principalmente flujo, presión, explosividad y composición de biogás; así como flujo y composición de lixiviados. Además es importante llevar a cabo mediciones eventuales de algunos otros impactantes, como son ruido ambiental, partículas viables y totales, microorganismos en el ambiente, temperatura en pozos de monitoreo y parámetros meteorológicos.

- Establecer un control cartográfico para contar con un banco de información histórica, que nos permita ubicar sin ningún problema, los depósitos de basura por la fecha en que fue confinada dentro de las celdas del relleno.

**4. PARAMETROS A DETERMINAR DENTRO DE LOS PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL.**

**4.1 Parámetros a determinar en las instalaciones para el tratamiento de residuos sólidos**

IMPACTANTES	PARAMETROS A DETERMINAR
AEROTRANSPORTABLES	PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES. MICROORGANISMOS EN EL AIRE.
RESIDUOS AMBIENTALES	RUIDO.
RESIDUOS SOLIDOS	COMPOSICION FISICA, PESO VOLUMETRICO, RADIOACTIVIDAD. PODER CALORIFICO, HUMEDAD, CENIZAS, RELACION C/N, ETC.
AGUAS RESIDUALES	PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLOGICOS TALES COMO : pH, CONDUCTIVIDAD, DBO, DQO, DUREZA, ETC.
EMISIONES AL AMBIENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PARTICULAS SOLIDAS TOTALES.</li> <li>- METALES PESADOS.</li> <li>- GASES DE EMISION, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> - HCl, DIOXINAS, ETC</li> <li>- EFICIENCIA DE COMBUSTIBILIDAD.</li> </ul>

**OTROS PARAMETROS RELACIONADOS CON EL MONITOREO AMBIENTAL:**

- TEMPERATURA
- HUMEDAD RELATIVA
- PRESION ATMOSFERICA
- PRECIPITACION
- VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO

#### 4.2 Parámetros a determinar en sitios de disposición final de residuos sólidos

IMPACTANTES	PARAMETRSO QUE SE DETERMINAN	AMBITO DE IMPACTO
BIOGAS	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , EXPLOSIVIDAD, TOXIXIDAD, TEMPERATURA Y FLUJO	ATMOSFERA
LIXIVIADOS	METALES PESADOS COMPUESTOS ORGANICOS OXIGENO DISUELTO pH, CONDUCTIVIDAD MICROORGANISMOS	ACUIFERO
AEROTRANSPORTABLES	PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES, MICROORGANISMOS	ATMOSFERA
RESIDUOS SOLIDOS	COMPOSICION FISICA, PESO VOLUME- TRICO, RADIOACTIVIDAD. PODER CALORIFICO, HUMEDAD, CENIZAS, RELACION C/N, ETC.	ENTORNO
RUIDO	INTENSIDAD DE RUIDO	ENTORNO

OTROS PARAMETROS RELACIONADOS CON EL MONITOREO AMBIENTAL:

- TEMPERATURA
- HUMEDAD RELATIVA
- PRESION ATMOSFERICA
- PRECIPITACION
- VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO

## 5. EQUIPOS EMPLEADOS EN LOS PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL.

Los principales equipos empleados en los programas de monitoreo ambiental, así como los parámetros que pueden ser determinados con dichos equipos se presentan a continuación:

IMPACTANTE	PARAMETRO	EQUIPO EMPLEADO
Biogás	Composición (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> )	Cromatógrafo de Gases
	Explosividad, Toxicidad	Detector de gases
	Temperatura	Termómetro de mercurio
	Flujo	
Partículas en Aire	Partículas Suspendidas Totales	Muestreador de Alto Volumen (Hi-Vol)
	Microorganismos en Aire	Muestreador Andersen
Ruido Ambiental	Ruido	Sonómetro
Radiación	Radiactividad (como Actividad)	Contador Geiger
Lixiviados	Metales Pesados	Espectrofotómetro
	Conductividad	Conductímetro
	pH	Potenciómetro
	Oxígeno disuelto	Oxímetro
Gases No-Combustionados	Hidrocarburos, NO <sub>x</sub> , CO <sub>x</sub> , etc.	Cromatógrafo de Gases

Otros equipos empleados en el monitoreo, son entre otros, los empleados para realizar mediciones en zonas de difícil acceso ó ambientes contaminados. Este tipo de equipos se emplean, generalmente, en situaciones de emergencia y son los siguientes:

EQUIPO	PARAMETROS A DETERMINAR	APLICACION
Equipo de Respiración Autónoma	(*)	Ambientes donde se detecta presencia de elementos tóxicos ó deficiencia de oxígeno.
Cromatógrafo de gases portátil	Composición de biogás Compuestos orgánicos	Zonas de difícil acceso, como cavernas o grutas.
Explosímetro	Explosividad Toxicidad Oxígeno	Para determinar ambientes con deficiencia de oxígeno o con altos niveles de explosividad.
Termocupla	Temperatura	Determinación de temperaturas altas en suelo o residuos.
Teodolito	Asentamientos y Movimientos de taludes	Sitios de disposición final.
Extractor	(*)	Ambientes con deficiencia de oxígeno o con elevados niveles de explosividad.
Estación Meteorológica	Precipitación Pluvial Evaporación Dirección y Velocidad del Viento	Determinación de parámetros meteorológicos.

(\*) Aunque no determinan ningún parámetro, se consideran indispensables, sobre todo en caso de emergencia.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN  
GRANDES CENTROS GENERADORES**

**AMCRES PAC**

## **RESUMEN**

El crecimiento tan acelerado de la población y en consecuencia el incremento en la demanda de los servicios por parte de la población en general origina la creación de nuevas formas de desarrollo Comercial, Industrial y Cultural para cubrir sus necesidades un ejemplo de esta situación, son los desarrollos que han surgido en algunas zonas de la Ciudad de México, conocidos como Zonas de Desarrollo Controlado. La creación de este tipo de centros, ha originado un impacto considerable en la prestación de servicios a la población circundante, surgiendo entonces la necesidad de implementar un sistema de manejo integral de los residuos sólidos, que considere entre otras cosas el almacenamiento, la recolección interna, el aprovechamiento, el transporte externo y la disposición final de los residuos sólidos que se generen en las instalaciones que integran este tipo de complejos.

## **ANTECEDENTES**

Desde tiempos inmemoriales, el comercio ha sido una de las principales actividades del hombre, resultado de las formas de atención para satisfacer sus necesidades entre las que destacan el de alimento y vestido.

Con el tiempo, el comercio se ha ido modificando; permaneciendo fijas las premisas básicas que son: proporcionar lo necesario y satisfacer al cliente, despertar su demanda y lograr dirigirla. En un principio llevando los productos de un sitio a otro, estableciendo rutas comerciales y transformando sustancialmente el espacio y la vida humana en cualquier sitio donde se establecían los comerciantes.

En algunas culturas la venta y compra de productos se realizaba en lugares específicos, como es el caso de la Antigua Tenochtitlan donde sólo se podía realizar el intercambio y la venta de productos en las plazas o mercados, fuera de estos lugares estaba prohibido el comercio, con la finalidad de evitar la proliferación de basura en las áreas comunales y deteriorar la imagen de limpieza que siempre caracterizó a la Gran Tenochtitlan.

La plaza en la Ciudad Medieval fue, no el centro geográfico, sino el centro social, comercial, religioso y cultural. La alcaldía y los salones comunales se situaban alrededor de ella, lo mismo que la catedral y las tiendas. Convirtiéndose en el sitio de reunión de los ciudadanos.

Con el advenimiento de la Revolución Industrial se cambió radicalmente la organización y el carácter de las comunidades. La expansión continua de las urbes fue tan rápida que las distancias entre los lugares comunales y el centro de la ciudad crecieron obligadamente.

Así con el paso del tiempo los negocios crecieron con el tránsito automotor, pero aún así los compradores no encontraban puntos definidos para realizar todas sus compras, por lo que él y su automóvil iban por todas partes. Finalmente la necesidad de un comprensivo plan con miras al futuro se hizo evidente, considerando las necesidades básicas del comprador, como son: facilidad de acceso, área comercial bien surtida, amplio y libre estacionamiento. Con estos requisitos

fueron concebidos originalmente los centros comerciales. Bajo este esquema en los 70's surgieron en la Ciudad de México, los primeros centros comerciales, y durante los últimos 20 años se han venido desarrollado una serie de complejos comerciales que no consideraron una planeación en la prestación de los servicios. En la Figura 1 podemos apreciar la ubicación de algunos de estos Centros Comerciales en la Ciudad de México.



FIGURA 1

Actualmente estos complejos comerciales y de servicio cuentan en sus instalaciones con oficinas corporativas, zonas comerciales y de servicio, infraestructura urbana y áreas verdes, y en algunos casos, zonas habitacionales; lo que acarrea una diversidad de problemas en torno a la prestación de los servicios, por lo que se deben tomar en cuenta una serie de consideraciones para minimizar este impacto.

## **INTRODUCCION**

En una sociedad compleja y altamente mecanizada, el planeamiento ambiental de las Zonas de Desarrollo Controlado, debe salvaguardar la calidad de la prestación de los servicios, así como la protección al Ecosistema y a la Salud Pública.

Cuando la planeación ambiental urbana es aplicada a este tipo de centros, varias condiciones deben ser analizadas, muchos criterios considerados, y diversos requerimientos identificados para resolver los problemas. Así los arquitectos han dado los requerimientos básicos a los centros comerciales como: estacionamientos, facilidad de acceso, áreas comerciales diversificadas, decoración, iluminación, ventilación y buena funcionalidad. Sin embargo, en ningún caso se habla de un sistema para el manejo de los residuos sólidos que un desarrollo de tal magnitud genera.

En el diseño de estos centros normalmente no se consideran las afectaciones a los servicios con que se atiende a la población circundante. Es por ello que este tipo de instalaciones, deben contar con un sistema propio que garantice el buen manejo de los residuos sólidos, minimizando los impactos a su entorno urbano. Sin embargo, debido a la ausencia de requisitos en los reglamentos de construcción y normas auxiliares, no se establecen obligaciones al respecto para los diseñadores y constructores; dejando la responsabilidad de resolver este problema, a las autoridades municipales; pero ahora, considerando los bajos recursos con que cuentan para la prestación de los servicios de aseo urbano, surge una propuesta para crear un sistema que lleve a cabo en forma eficiente, la prestación del servicio en lo referente a los residuos sólidos, pero bajo la tutela de las autoridades correspondientes; esto es que los propietarios de estos centros, funcionen con sus propios recursos.

Por lo antes descrito, el presente trabajo pretende establecer las bases para que el almacenamiento, transporte, recolección y tratamiento de los residuos generados en Zonas de Desarrollo Controlado, se lleve a cabo en forma adecuada a través del conocimiento de una serie de indicadores básicos como son: la generación unitaria, el peso volumétrico y la composición de subproductos.

## I. DESCRIPCION DE LA ZONA DE DESARROLLO CONTROLADO

Las Zonas de Desarrollo Controlado, se han caracterizado por contener dentro de su infraestructura una serie de instalaciones (Ver Tabla 1), las cuales están conformadas por las siguientes zonas.

**TABLA 1**

ZONAS DE DESARROLLO	
ZONA COMERCIAL	<ul style="list-style-type: none"><li>• TIENDAS DEPARTAMENTALES</li><li>• TIENDAS DE AUTOSERVICIO</li><li>• COMERCIOS DIVERSOS</li><li>• RESTAURANTES</li><li>• SALAS DE ESPECTACULO</li></ul>
ZONA DE OFICINAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• OFICINAS CORPORATIVAS</li><li>• BANCOS</li></ul>
INFRAESTRUCTURA URBANA	<ul style="list-style-type: none"><li>• VIALIDADES</li><li>• ESTACIONAMIENTOS</li></ul>
ÁREAS VERDES	<ul style="list-style-type: none"><li>• PARQUES Y JARDINES</li><li>• DEPORTIVOS</li></ul>
ZONA HABITACIONAL	<ul style="list-style-type: none"><li>• UNIFAMILIAR</li><li>• PLURIFAMILIAR</li></ul>

Es importante mencionar que los primeros desarrollos contemplaban exclusivamente en sus instalaciones la zona comercial, zona de oficinas e infraestructura urbana. Pero a partir de que los nuevos centros se están construyendo en las orillas de la mancha urbana, estos han incorporado zonas habitacionales, áreas verdes y en algunos casos, colindan con áreas de reserva ecológica.

## II. INDICADORES DE RESIDUOS SOLIDOS

### 2.1 Generación Unitaria

Este indicador permite inferir la generación global, considerando el universo de cada fuente generadora (Ver Tabla 2).

TABLA 2

ZONAS	FUENTE GENERADORA	GENERACION UNITARIA
ZONA COMERCIAL	<ul style="list-style-type: none"><li>- TIENDAS DEPARTAMENTALES</li><li>- TIENDAS DE AUTOSERVICIO</li><li>- COMERCIOS DIVERSOS</li><li>- RESTAURANTES</li><li>- SALAS DE ESPECTACULO</li></ul>	0.233 KG/USUARIO/DIA 0.474 KG/USUARIO/DIA 2.875 KG/EMPLEADO/DIA 0.850 KG/EMPLEADO/DIA 0.012 KG/ESPECTADOR/DIA
ZONA DE OFICINAS	<ul style="list-style-type: none"><li>- OFICINAS CORPORATIVAS</li><li>- BANCOS</li></ul>	0.190 KG/EMPLEADO/DIA 0.179 KG/EMPLEADO/DIA
INFRAESTRUCTURA URBANA	<ul style="list-style-type: none"><li>- VIALIDADES</li><li>- ESTACIONAMIENTO</li></ul>	31.383 KG/KM/DIA 0.163 KG/M <sup>2</sup> /DIA
AREAS VERDES	<ul style="list-style-type: none"><li>- PARQUES Y JARDINES</li><li>- DEPORTIVOS</li></ul>	0.163 KG/M <sup>2</sup> /DIA 0.033 KG/USUARIO/DIA
ZONA HABITACIONAL	<ul style="list-style-type: none"><li>- HABITACIONAL UNIFAMILIAR</li><li>- PLURIFAMILIAR</li></ul>	0.669 KG/HABITANTE/DIA 0.772 KG/HABITANTE/DIA

## 2.2 Peso Volumétrico

La identificación de este indicador es importante para establecer el número de contenedores de almacenamiento primario, así como el volumen de almacenamiento en las áreas de acopio y transbordo (Ver Tabla 3). Así mismo se podrá determinar el equipo de transporte requerido.

**TABLA 3**

ZONAS	FUENTE GENERADORA	PESO VOLUMETRICO KG/M <sup>3</sup>
ZONA COMERCIAL	- TIENDAS	133
	DEPARTAMENTALES	148
	- TIENDAS DE	223
	AUTOSERVICIO	324
	- COMERCIOS	73
	DIVERSOS	
- RESTAURANTES		
- SALAS DE		
ESPECTACULO		
ZONA DE OFICINAS	- OFICINAS	80
	CORPORATIVAS	80
	- BANCOS	
INFRAESTRUCTURA URBANA	- VIALIDADES	768
	- ESTACIONAMIENTOS	117
AREAS VERDES	- PARQUES Y JARDINES	92
	- DEPORTIVOS	84
ZONA HABITACIONAL	- UNIFAMILIAR	229
	- PLURIFAMILIAR	202

## 2.3 Composición Física

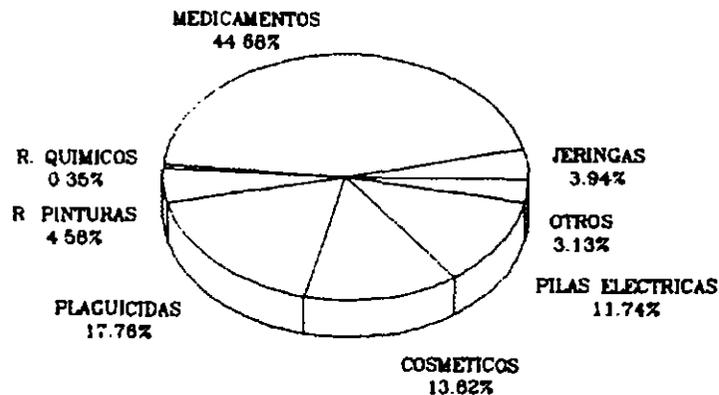
El comportamiento de la composición física de los subproductos resulta ser una herramienta de suma importancia para el establecimiento del mejor aprovechamiento de los residuos sólidos. Para lo cual, se lleva a cabo un análisis de la composición física en cada una de las áreas (ver Tabla 4).

**TABLA 4**

SUBPRODUCTOS FUENTE	ZONA COMERCIAL (% EN PESO)	ZONA DE OFICINAS (% EN PESO)	INFRAESTRUC TURA URNABA (% EN PESO)	ÁREAS VERDES (% EN PESO)	ZONA HABITACION AL (% EN PESO)
PAPEL	11.61	49.52	12.08	15.13	8.05
CARTON	8.51	11.20	3.83	3.66	4.91
PLASTICO DE PELICULA	5.35	0.16	7.34	5.38	5.66
PLASTICO RIGIDO	3.75	0.88	5.31	6.62	4.14
VIDRIO	7.21	1.02	8.93	17.01	10.50
LATA (ALUMINIO)	0.27	0.28	2.38	4.77	2.61
R. JARDINERIA	0.05	0.30	18.41	11.46	5.57
R. ALIMENTICIO	41.82	21.22	3.83	7.67	32.36
OTROS	21.43	15.42	37.89	28.30	26.20
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Además del análisis anterior, se deben tomar en cuenta los residuos sólidos, considerados como peligrosos, generados principalmente en casas-habitación, debido al incremento de este tipo de subproductos en los últimos años; por lo que se requiere la implementación de programas especiales para su control. En la Figura 2 se muestran los diferentes tipos de residuos peligrosos municipales, así como su distribución porcentual, considerando que del total de la generación de residuos sólidos, representan entre el 1% y 2% en peso.

**PRINCIPALES SUBPRODUCTOS PELIGROSOS  
CONTENIDOS EN LOS RESIDUOS  
MUNICIPALES**



**FIGURA 2**

De este análisis se desprende la siguiente agrupación de subproductos, en base a su vocación, para su aprovechamiento.

- No aprovechables
- Reciclables
- Areas verdes
- Peligrosos

Entendiéndose por residuos no aprovechables, todos aquellos materiales inertes y orgánicos que no son susceptibles de ser reincorporados en ningún proceso de tratamiento considerado dentro de este esquema. Los subproductos reciclables considerados son: papel, plástico, vidrio, cartón y materiales ferrosos y no ferrosos los cuales pueden ser reincorporados como materia prima a los procesos productivos; los residuos de áreas verdes son todos aquellos residuos producidos por la poda de áreas verdes. Los residuos peligrosos son generados principalmente en casas-habitación y están conformados por jeringas, medicamentos, residuos químicos, lubricantes, plagicidas, residuos de pintura, baterías de automóviles, etc.

A continuación en la Tabla 5, se presentan los porcentajes del tipo de residuos por áreas generadoras, los cuales permitirán realizar un análisis técnico-económico sobre la factibilidad de realizar un aprovechamiento integral de los residuos sólidos.

**TABLA 5**

TIPO DE RESIDUOS	ZONA COMERCIAL (% EN PESO)	ZONA DE OFICINAS (% EN PESO)	INFRAEST. URBANA (% EN PESO)	AREAS VERDES (% EN PESO)	ZONA HABITACIONAL (% EN PESO)
NO APROVECHABLES	37.89	27.84	32.41	35.77	54.04
RECICLABLES	58.22	69.75	42.65	32.33	37.89
AREA VERDES	0.62	0.30	24.41	31.36	6.63
PELIGROSOS	3.27	2.11	0.53	0.54	1.44

Es importante mencionar que los valores mostrados corresponden al total generado, esto quiere decir que los valores correspondientes a los subproductos reciclables, así como a los residuos de áreas verdes y a los peligrosos, deben ser afectados con factores de recuperación de acuerdo al grado de recuperación que permitan los sistemas de aprovechamiento.

### **III. ESQUEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS**

Las actuales condiciones ambientales y urbanísticas de la Ciudad de México, requieren de un cambio en el concepto que circunscribe los residuos sólidos, incorporando a sus características la naturaleza de recurso útil para proteger el ambiente, sustituir materias primas y atender demandas prioritarias de la ciudad.

En un ecosistema urbano en el que existen desequilibrios ambientales, altas demandas de recursos naturales y nuevos problemas a resolver en la prestación de los servicios públicos, la utilidad del recurso contenido en los residuos sólidos adquiere relevancia en la medida que la tecnología y la actitud ciudadana posibilita la transformación de lo que consideró inservible y devuelve a su entorno lo que alguna vez utilizó y desechó.

Esta concepción implica transformaciones en hábitos y actitudes para una generación racional de los residuos sólidos; demanda un esfuerzo de participación de todos los sectores de la sociedad para asumir responsabilidades, requiere de compromisos de inversión e innovación tecnológica, así como de la adecuación de los sistemas y procedimientos que permitan tanto la recuperación adecuada de los residuos sólidos en fuente, como la preparación necesaria para su posterior aprovechamiento. Por lo anterior el sistema de manejo propuesto para este tipo de desarrollos involucra las siguientes etapas:

#### **A) Manejo Interno.**

- Almacenamiento primario.
- Recolección interna.
- Area de acopio y transbordo.
- Centro integral de servicios.

#### **B) Manejo Externo**

- Transporte de residuos.

- **Recepción en estación de transferencia o sitio de disposición final.**

A continuación se describen los diferentes esquemas de manejo propuestos por cada una de las áreas generadoras consideradas.

### **3.1 Zona Comercial**

El esquema de manejo definido para la zona comercial se basa en la separación por tipo de los residuos sólidos en comunes y reciclables.

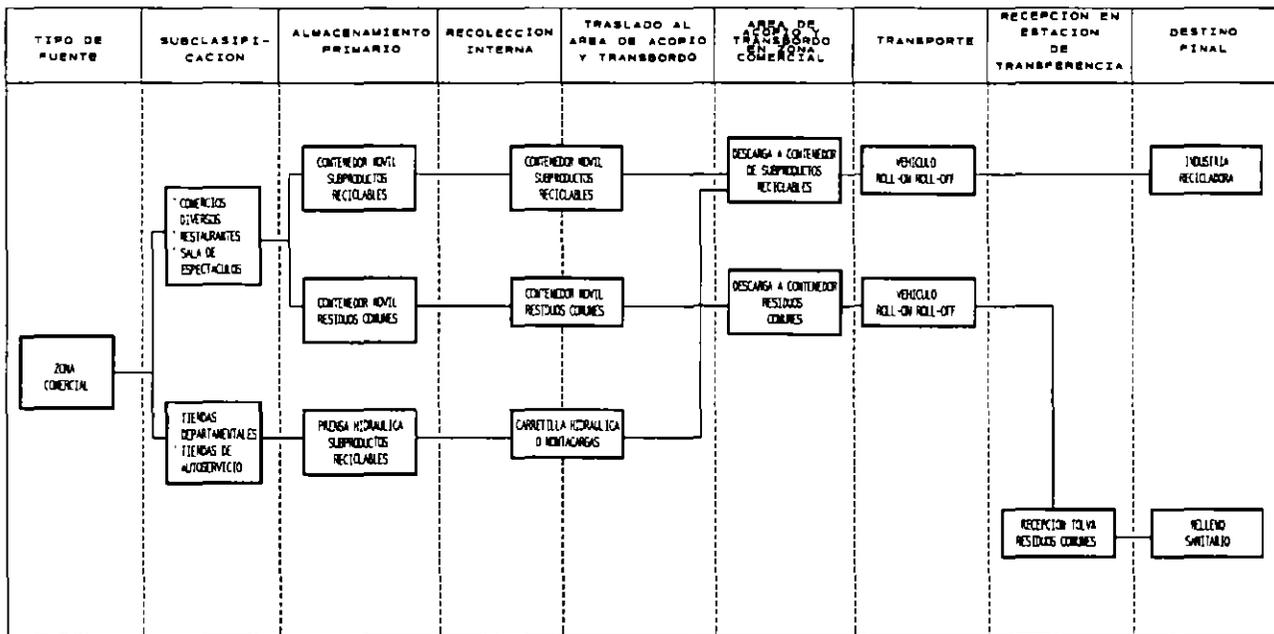
A partir de esta separación, y siguiendo las fases del manejo definido se desarrolló el esquema que se presenta en la Figura 3.

#### **A) Manejo Interno**

- **Almacenamiento Primario**

- Se contará con contenedores móviles para residuos comunes y subproductos reciclables.
- Los subproductos reciclables se acondicionarán en el punto donde sean generados para reducir su volumen.
- Las tiendas departamentales y de autoservicio, dentro de sus instalaciones deberán contar con un sistema de prensado para subproductos reciclables (papel, cartón y lata).

## ESQUEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN ZONA COMERCIAL



**FIGURA 3**

### - Recolección Interna

- Se utilizarán los contenedores móviles de 200 litros para realizar la recolección interna de residuos comunes y subproductos reciclables.
- En las áreas donde se generen residuos alimenticios, se almacenarán en un área específica del local que los produzca, para ser transportados mediante contenedores móviles de 100 litros de capacidad hacia el área de transbordo de acuerdo como lo demande la generación en el local.
- La recolección por área se hará de acuerdo con el horario de servicio del local.
- Para realizar el traslado de las pacas de subproductos reciclables de las tiendas departamentales y autoservicio al área de acopio y transbordo se contará con una carretilla hidráulica de patín o un montacargas.
- Los contenedores se trasladarán directamente al área de acopio y transbordo.

- **Area de Acopio y Transbordo**
  - Los subproductos reciclables provenientes de los locales comerciales se depositarán en la prensa hidráulica instalada en este punto.
  - El transbordo de los subproductos reciclables y los residuos comunes se realizará depositándolos en contenedores de 16 m<sup>3</sup> de capacidad.

## **B) Manejo externo**

- **Transporte y Recepción en Estación de Transferencia**
  - El traslado de los contenedores de subproductos reciclables y de residuos comunes será realizado por medio de un vehículo adaptado con sistemas porta contenedores roll-on roll-off.
  - Los residuos comunes serán trasladados a la estación de transferencia correspondiente.
  
- **Recepción en Industria Recicladora.**
  - Los subproductos reciclables que se pretendan comercializar, deberán cumplir con los estándares de calidad que demande la industria por lo que es importante se investigue primeramente este tipo de requisitos.

## **3.2 Zona de Oficinas**

El esquema de manejo definido para esta zona considera en la separación de los residuos sólidos en comunes y reciclables.

Es importante mencionar que en las oficinas se genera un volumen significativo de papel por lo que su aprovechamiento resulta muy conveniente.

A partir de esta clasificación se desarrolló el esquema de manejo el cual se presenta en la Figura 4.

A) Manejo Interno

- Almacenamiento Primario

- Se debe contar con contenedores para almacenar los residuos comunes y los subproductos reciclables.
- Los subproductos reciclables se acondicionarán en la medida de lo posible para reducir su volumen.

- Recolección Interna

- Se utilizarán contenedores móviles de 200 litros para realizar la recolección interna de residuos comunes y de subproductos reciclables (papel).
- El horario de recolección será preferentemente nocturno.

**ESQUEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN ZONAS DE OFICINAS**

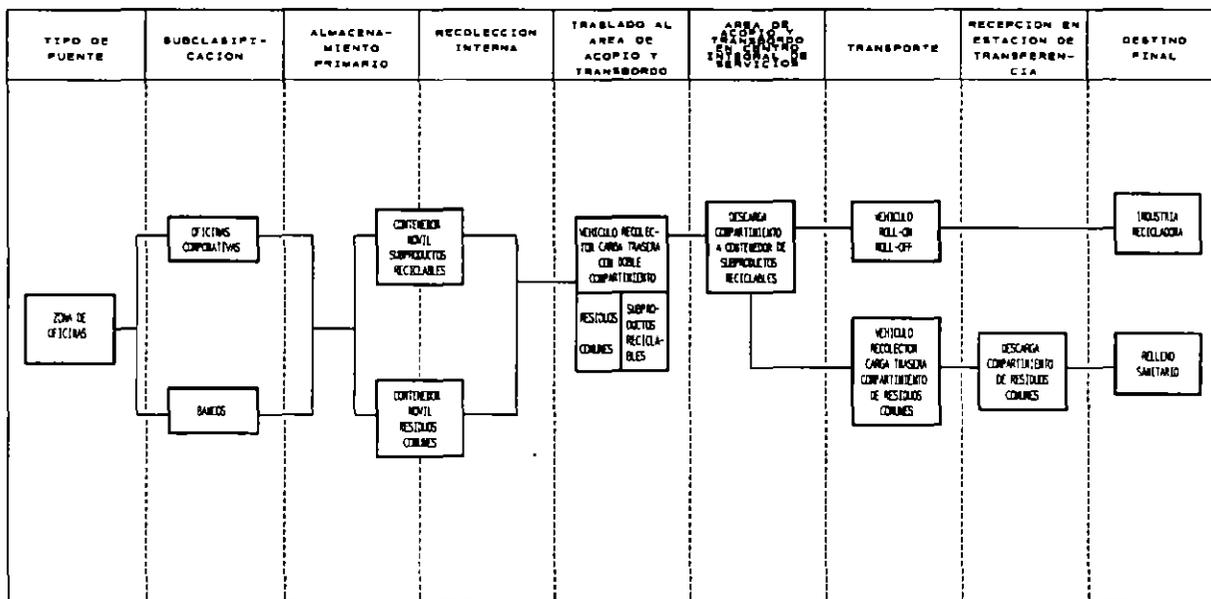


FIGURA 4

- **Traslado de Residuos**

- Se utilizará un vehículo de recolección de carga trasera con compartimientos para subproductos reciclables con mecanismo de levante de contenedores.

- **Area de Acopio y Transbordo**

- El vehículo recolector descarga el papel en un contenedor de 1 m<sup>3</sup> con sistema roll on - roll off, instalado en el área de acopio y transbordo del Centro Integral de Servicios.
- Es conveniente llevar acabo una selección del papel que posteriormente se colocará en la prensa hidráulica para ser compactado y almacenado hasta su traslado

## B) Manejo Externo

- **Transporte de Residuos**

- Una vez que se tengan almacenados más de 4 ton de subproductos, se mandarán a la industria con la que se tenga convenio. Ofrece ventajas el hecho de transportar grandes cantidades de subproductos por viaje.

- **Recepción en Estación de Transferencia**

- Los residuos comunes serán trasladados directamente a la estación de transferencia correspondiente.

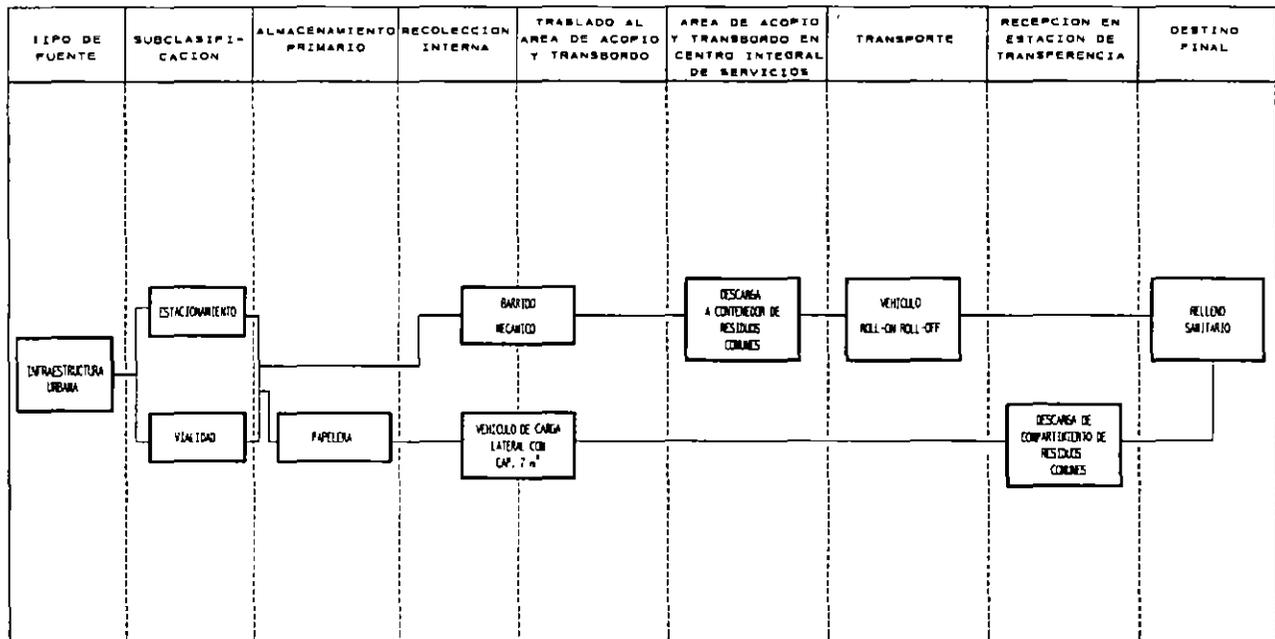
- **Recepción en Industria Recicladora.**

- Los subproductos reciclables que se pretendan comercializar, deberán cumplir con los estándares de calidad que demande la industria por lo que es importante se investigue primeramente este tipo de requisitos.

### 3.3 Infraestructura Urbana

El esquema de manejo definido para esta zona se basa en la recolección de residuos, se han establecido 2 subsistemas para atender la limpieza de las vialidades y estacionamientos (Figura 5), el primero es el barrido mecánico y el segundo las papeleras ubicadas en vía pública.

**ESQUEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA  
INFRAESTRUCTURA URBANA**



**FIGURA 5**

#### A) Manejo Interno

- Almacenamiento Primario:

Se utilizarán papeleras de 30 litros de capacidad, ubicadas en las áreas de tránsito de los usuarios de la zona de desarrollo controlado.

- **Recolección Interna**
  - La barredora mecánica se dimensionará de acuerdo al área que atenderá.
  - Se utilizará un vehículo recolector con capacidad volumétrica de 7 m<sup>3</sup> con sistema de compactación, para la recolección de papeleras.

## **B) Manejo Externo**

- **Transporte de Residuos**
  - Los residuos recolectados por el barrido serán transportados por la barredora al área de acopio y transbordo.
  - Los residuos recolectados en las papeleras serán depositados al vehículo de carga lateral de 7 m<sup>3</sup> de capacidad, mediante un recipiente de apoyo; para después ser transportados a la estación de transferencia.
- **Recepción en Estación de Transferencia**
  - Los vehículos de carga lateral transbordarán los residuos en la estación de transferencia.

## **3.4 Areas Verdes**

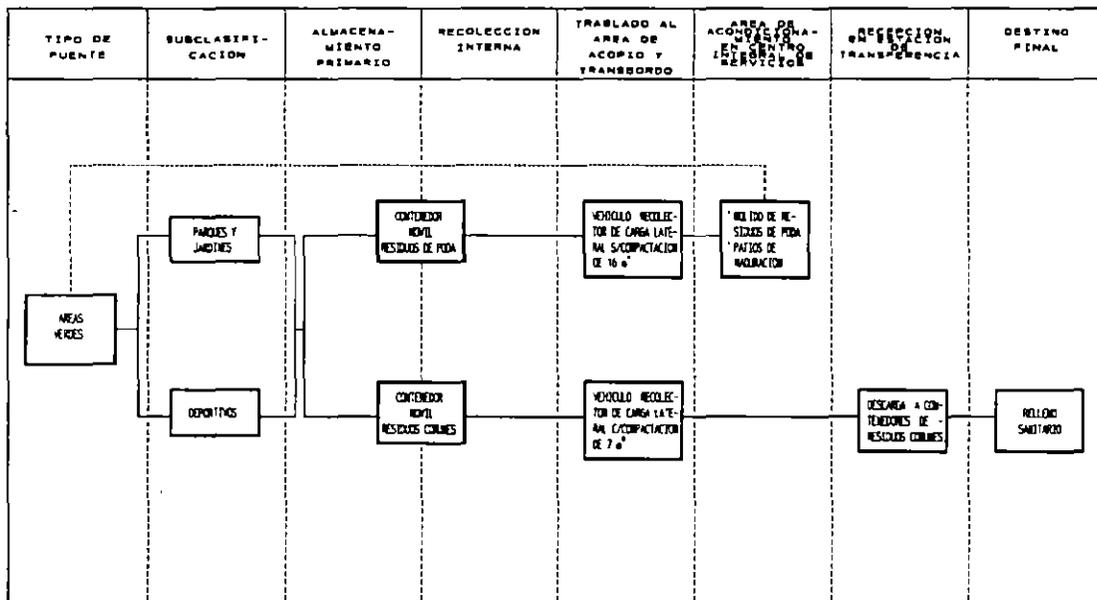
El esquema de manejo definido para esta zona, contempla el aprovechamiento de los residuos provenientes de la poda de las áreas verdes, efectuando una recolección previa de los diversos residuos. En la Figura 6 se muestra el diagrama del esquema antes mencionado.

### **A) Manejo Interno**

- **Almacenamiento Primario y Recolección**

- Se utilizarán contenedores móviles de 200 litros de capacidad para almacenar y recolectar los residuos comunes y los residuos generados de la poda.
- Traslado al Area de Acopio y Transbordo
    - Los residuos comunes serán depositados para su traslado, en un vehículo recolector de carga lateral con compactación de 7 m<sup>3</sup> de capacidad.
    - Los residuos de poda se depositarán en un vehículo de carga lateral sin compactación para su traslado.
  - Area de Acondicionamiento
    - Los residuos de poda serán molidos y posteriormente depositados en los patios de maduración para ser reutilizados como mejorador de suelo en las áreas verdes.
    - En los patios de maduración, el producto será volteado con un cargador frontal, para su acondicionamiento final por vía aerobia.

**ESQUEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN AREAS VERDES**



**FIGURA 6**

## **B) Manejo Externo**

- Recepción en estación de transferencia.
  - Los residuos comunes serán trasladados a la estación de transferencia correspondiente.

### **3.5 Zona Habitacional**

El esquema de manejo en zonas habitacionales se planteó considerando la separación de los residuos sólidos en tres grupos:

- 1o. Comunes
- 2o. Reciclables
- 3o. Peligrosos

A partir de esta clasificación se desarrolló el siguiente esquema de manejo que se presenta en la Figura 7.

## **A) Manejo Interno**

- Almacenamiento Primario
  - Se debe contar con contenedores para residuos comunes, subproductos reciclables y residuos peligrosos.
  - Los subproductos reciclables se acondicionarán en la medida de lo posibles para reducir su volumen.
  - Cada casa-habitación deberá estar equipada con dos canastillas de acero, una para colocar los subproductos reciclables (verde), y la otra para colocar los residuos comunes (amarillo).

## ESQUEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN ZONA HABITACIONAL

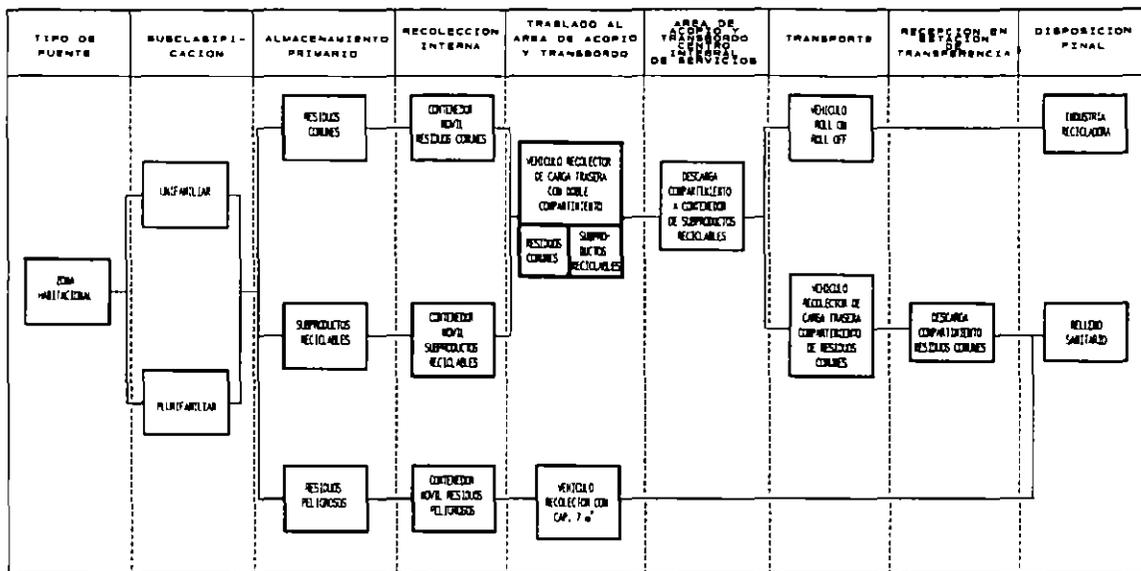


FIGURA 7

### - Recoleccion Interna

- La recolección de los residuos comunes y de los subproductos reciclables se llevará a cabo por el método de acera utilizando un camión recolector de carga trasera con compartimiento para subproductos reciclables.
- Los residuos peligrosos se recolectan por medio de un contenedor móvil de 200 litros.
- La recolección de los residuos peligrosos se programará para efectuarse bimestralmente.

### - Traslado de Residuos

- Se utilizará un vehículo de recolección de carga trasera con compartimientos para reciclo y con mecanismo de levante de contenedores.
- Los contenedores móviles conteniendo residuos peligrosos se vertiran en un vehículo recolector de carga lateral con capacidad de 7m<sup>3</sup>

- **Area de Acopio y Transbordo**

- El vehículo recolector descarga los subproductos reciclables en un contenedor de 16 m<sup>3</sup>.

**B) Manejo Externo**

- **Transporte de Residuos**

- Los contenedores de los subproductos reciclables serán transportados por medio de un vehículo equipado con sistema roll on - roll off.

- **Recepción en Estación de Transferencia**

- Los residuos comunes serán trasladados directamente a la estación de transferencia correspondiente.

- **Recepción en Industria Recicladora**

- Los subproductos reciclables que se pretendan comercializar, deberán cumplir con los estándares de calidad que demande la industria por lo que es importante se investigue primeramente este tipo de requisitos.

## **IV. INFRAESTRUCTURA PARA EL ACOPIO, TRANSBORDO Y ACONDICIONAMIENTO DE LOS RESIDUOS**

### **4.1 Area de Acopio y Transbordo**

Area en donde se transfiere de los contenedores móviles a contenedores de 16 m<sup>3</sup> los residuos comunes y subproductos reciclables generados.

La zona deberá tener las siguientes características:

- Se instalará un elevador de plataforma para subir los contenedores de 100 y 200 litros.
- El piso deberá contar con una pendiente del 2% que permita el escurrimiento del agua hacia el drenaje que se localiza en el área de contenedores.
- En la parte superior se colocarán estructuras metálicas a 45° que eviten la caída de los residuos dentro de la fosa, estos mismos se levantarán con un sistema mecánico para facilitar las maniobras del vehículo recolector con sistema roll on - roll off de P.B.V. de 16 ton., que engancha y levanta el contenedor que tiene una capacidad volumétrica de 16 m<sup>3</sup>.
- En el andén de descarga se colocará un tubo perimetral para apoyar los contenedores y verterlos dentro del contenedor para evitar el riesgo de que el contenedor caiga en el depósito.
- Contará con un área destinada para el almacenamiento de subproductos reciclables en la que se instalará una prensa hidráulica para el flejado de papel y cartón.
- Sistema de agua a presión para la limpieza del sitio y contenedores.
- Iluminación de tipo industrial con lámparas fluorescentes a una distancia de 2 mts. entre si.
- Ventilación y un sistema captador de polvos.
- Se deberá establecer un programa de acopio y transbordo.
- Al termino de las actividades se realizará la limpieza del área.
- Se establecerá mensualmente un programa de fumigación de la zona.
- No se permitirá la pepena en el sitio.
- Al salir los contenedores deberán cubrirse adecuadamente para su traslado.
- El transporte de los residuos se realizará en horarios nocturnos preferentemente.

A continuación se muestra la propuesta del área de acopio y transbordo (Figura 8), y en la Figura 9 el plano de conjunto.

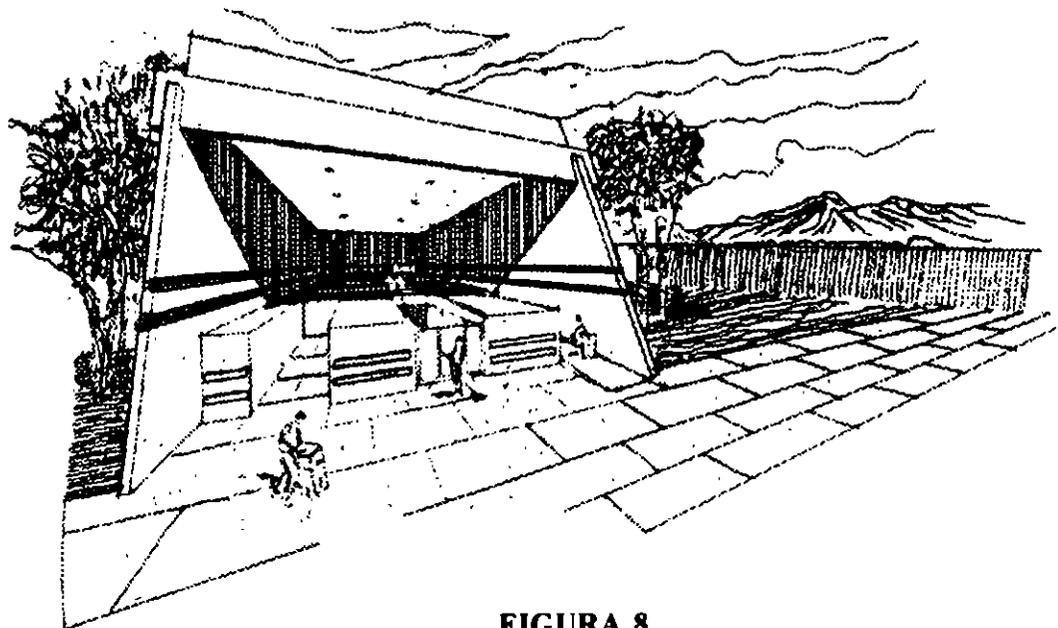


FIGURA 8

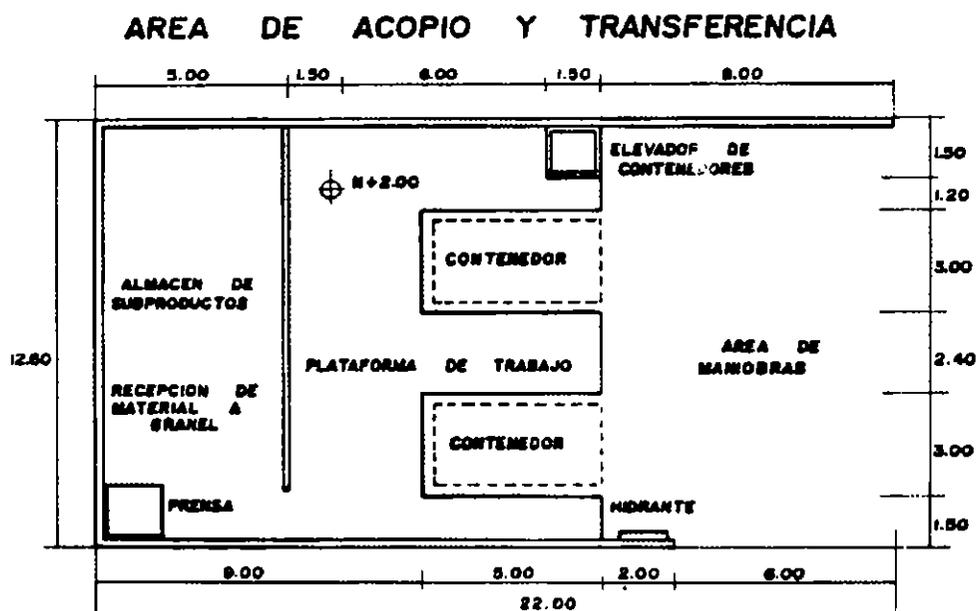


FIGURA 9

## **4.2 Centro Integral de Servicios**

El Centro Integral de Servicios se concibió con la idea de que fuera una instalación en la cual se alojarán las siguientes áreas.

- Area de encierro
- Area de taller
- Area de lavado
- Area de bodega
- Area administrativa
- Area de molienda
- Patios de maduración de composta
- Area de acopio y transbordo

Es conveniente señalar que la superficie se dimensionará en función del tonelaje de residuos por manejar, lo que repercutirá en la calidad del equipamiento requerido, el cual debe seleccionarse en función de las variables señaladas en el manejo por tipo de fuente.

A continuación se hace mención del equipo que puede ser empleado y que debe considerarse en el planeamiento de un sistema de manejo de este tipo:

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| - Bacheadores      | - Barredoras       |
| - Volteos          | - Camión pipa      |
| - Redilas          | - Contenedores     |
| - Brazo hidráulico | - Recolectores     |
| - Pickup           | - Cargador frontal |
| - Boo Cars         | - Hidro lavadoras  |

## **V. COMENTARIOS RELEVANTES**

- Para la ubicación del área de acopio y transbordo se deberá considerar, primeramente, la zona de andenes de carga en el centro comercial, y si el tipo de desarrollo lo amerita, en el centro integral de servicios.
- La selección del equipamiento es un factor determinante en la operación del sistema, es indispensable llevar a cabo una adecuada elección basada en el conocimiento técnico.
- Para los programas de reciclaje que se pretendan implementar, es necesario evaluar la planta industrial recicladora de la zona, así como determinar su capacidad potencial.
- Es primordial establecer las características que demanda la planta productora antes de iniciar el programa de reciclaje o tratamiento.
- Los residuos provenientes de jardinería se deberán moler previo al proceso de composta.
- Debido al alto contenido de celulosa en los residuos de jardinería, se recomienda un sistema cerrado en el cual se puede controlar los parámetros de humedad, contenido de oxígeno, bacterias, etc. para poder acelerar el proceso y se alcance la estabilización del material, para que se obtenga un producto de buena calidad.
- La composta que se produzca en el centro integral, puede ocuparse en las diversas áreas verdes que componen el Desarrollo.
- En lo que se refiere a los costos del sistema, se establecerán tarifas que mantengan la operación del sistema, con lo cual se podría incentivar la participación de la iniciativa privada.
- Las tarifas pueden ser fijadas con base en la superficie (m<sup>2</sup>) ocupada por cada una de las instalaciones que integran el centro, y aplicar factores en función de la población usuaria

para que la implementación de esta tarifa sea más justa.

- Se pueden establecer dos alternativas de operación:
  - Que la infraestructura sea proporcionada por los propietarios y la operación quede a cargo de un tercero.
  - Que la infraestructura sea proporcionada por los propietarios, y se forme un fideicomiso para la operación del sistema.

## **BIBLIOGRAFIA**

Indicadores Básicos de Generación de Residuos Sólidos Municipales. Recopilación realizada por la D.T.D.S., D.G.S.U./S.G.O./D.D.F., 1986-1993.

Atlas de la Ciudad de México, D.D.F., Secretaría General de Desarrollo Social, Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos y Desarrollo Urbano. 1a. Ed. Noviembre 1992.

Mapa Mercadológico de la Ciudad de México, Buro de Investigación de Mercados, S.A. BIMSA 1993.

Análisis de Costos del ZEDEC STA FE de Bastidas Consultores. Año 1994.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**INDICADORES SOBRE LOS SISTEMAS  
DE ASEO URBANO**

**AMCRESPAC**

## **CONTENIDO**

### **INTRODUCCION**

- 1. IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS**
  - 1.1 CLASIFICACION DE RESIDUOS**
  - 1.2 CLASIFICACION DE FUENTES GENERADORAS**
  
- 2. MARCO TEORICO METODOLOGICO PARA EL MUESTREO**
  - 2.1 DETERMINACION DE GENERACION UNITARIA Y GLOBAL**
  - 2.2 COMPOSICION FISICA DE SUBPRODUCTOS**
  - 2.3 PESO VOLUMETRICO "IN-SITU"**
  - 2.4 RECOLECCION DE MUESTRAS PARA SUBPRODUCTOS RECICLABLES**
  - 2.5 SELECCION DE MUESTRAS PARA EL LABORATORIO**
  
- 3. RESULTADOS DE LOS MUESTREOS DE GENERACION**
  
- 4. CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DE LOS RESIDUOS**

## **INTRODUCCION**

Desde sus etapas más primitivas el hombre ha utilizado y modificado lo que el medio le ha proporcionado pues su supervivencia y evolución biológica y cultural siempre han estado ligadas a una manipulación y transformación constante de los materiales que lo han rodeado.

Así en su afán de satisfacer sus necesidades ha empleado su capacidad de razonar, tanto para sustituir materiales malos o ya agotados o de difícil elaboración, como para mejorar las propiedades de los ya existentes y para reducir los efectos nocivos de los usos de algunos otros, todos estos cambios en las actividades diarias del hombre se reflejan principalmente en la cantidad y el tipo de residuos que generan.

Esto da origen a que el problema de los residuos sólidos de todos estos materiales se vuelva una de las inquietudes más relevantes, de hoy y siempre, en cualquier comunidad en constante desarrollo.

El incremento tan acelerado de la generación de residuos sólidos y la gran diversidad de materiales que componen la basura, así como la escases de sitios de disposición final, demanda una mayor cobertura del sistema, así como nuevas alternativas de tratamiento de los residuos, nuevos equipos y tecnología con la finalidad de obtener y mantener un nivel de vida adecuado para nuestra sociedad.

Considerando las actuales condiciones ambientales y urbanísticas de la Ciudad de México, se ha tenido que cambiar el concepto que circunscribe a los residuos sólidos, incorporando a sus características el de recurso útil para proteger el ambiente, sustituir materias primas y atender demandas prioritarias de la ciudad.

Para lograr esto es necesario conocer las características cualitativas y cuantitativas intrínsecas de los residuos sólidos para avocarlos al tratamiento más adecuado, con la finalidad de obtener beneficios tales como el incremento del tiempo de vida de los rellenos sanitarios, la conservación de los recursos naturales, y la reincorporación de materiales a los procesos productivos y naturales.

## **1. IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS**

Durante los últimos años los sistemas de aseo urbano se han tenido que fortalecer y modificar para dar respuesta a las necesidades de servicio y requerimientos ambientales de la Ciudad de México.

En un Ecosistema urbano en el que existen desequilibrios ambientales, altas demandas de recursos naturales y nuevos problemas a resolver en la presentación de los servicios públicos, el conocimiento de las características intrínsecas de los residuos es de suma importancia para su adecuado manejo.

Para la obtención de éstos indicadores básicos de los residuos sólidos, se llevan a cabo muestreos de generación en las diversas fuentes generadoras que integran la vida urbana de la ciudad a través de una metodología establecida en Normas Oficiales Mexicanas, y en un Manual Técnico para Muestreos de Generación publicado por el D.D.F.

Para llevar a cabo adecuadamente el manejo de los residuos sólidos es importante clasificar los residuos de tal manera que aquellos que puedan ser aprovechados sean recuperados del resto, y los que puedan ocasionar un daño al ambiente o a la salud pública darles el tratamiento y la disposición final más adecuada.

### **1.1 CLASIFICACION DE RESIDUOS**

Para establecer un adecuado control sobre las diferentes actividades que demanda el manejo seguro de los Residuos Sólidos es necesario establecer una clasificación que permita eficientar, el servicio y disminuir, o eliminar las alteraciones ambientales y a la salud pública. Ya que esta clasificación define el tipo de residuo a manejar (Ver Tablas 1 y 2).

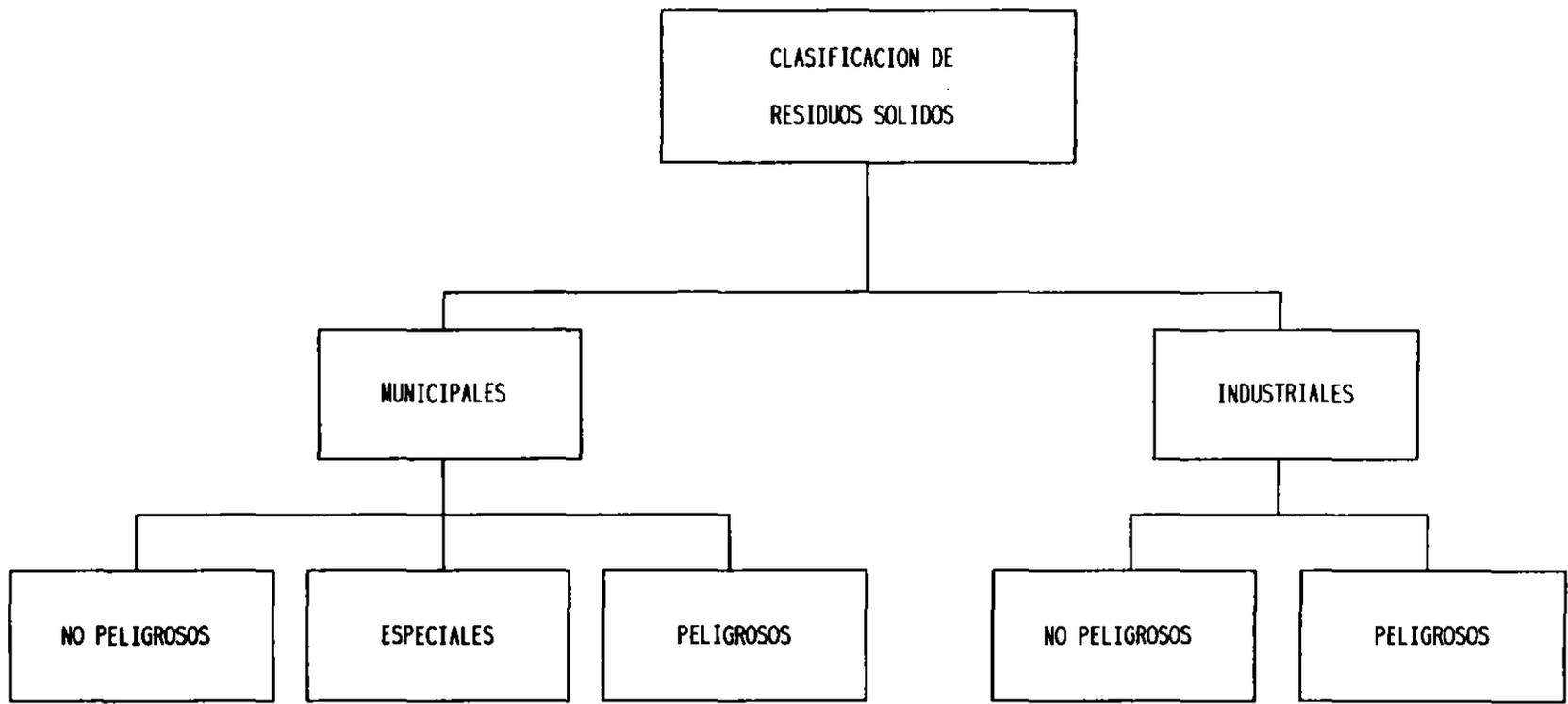


Tabla 1

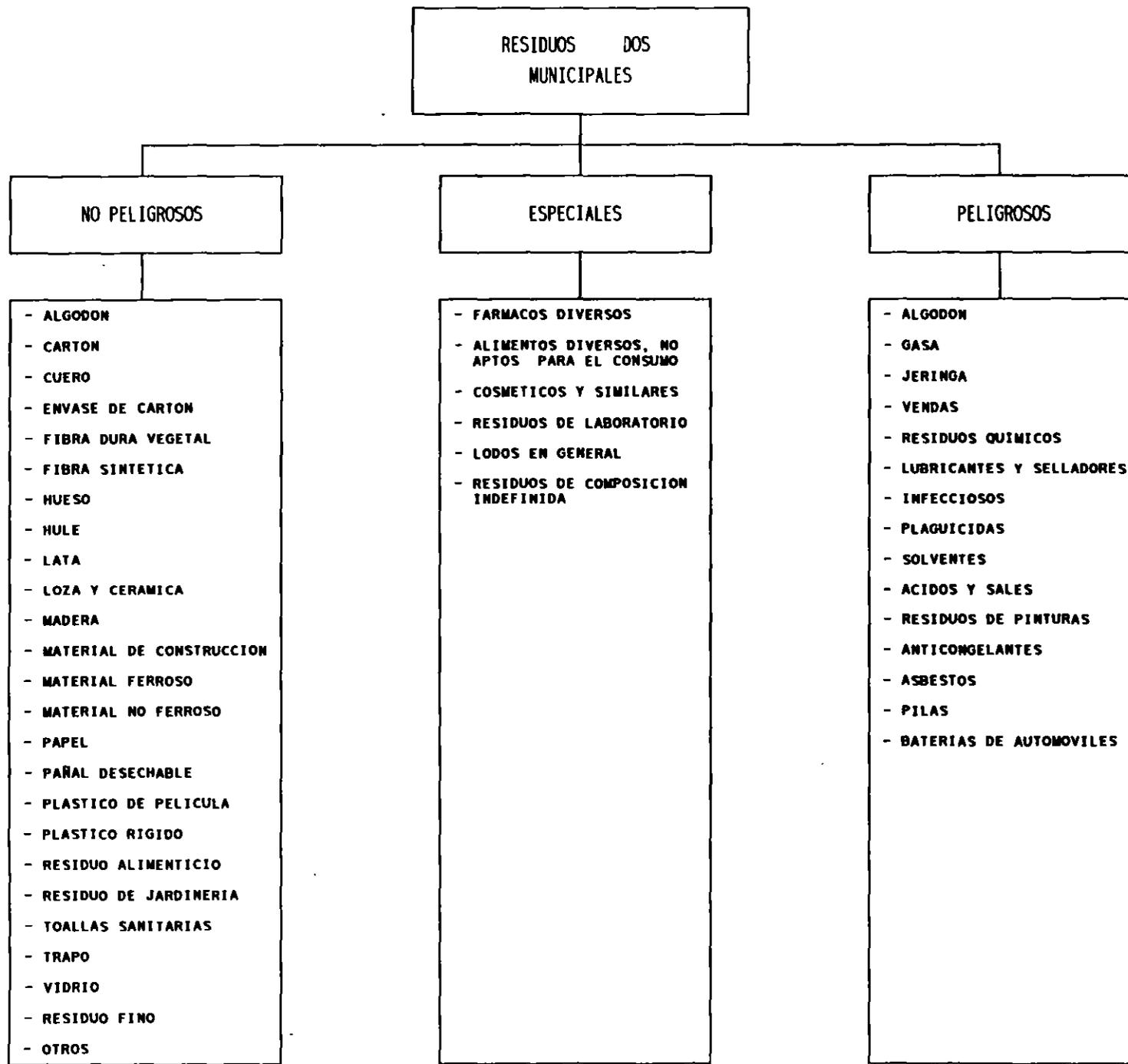


Tabla 2

En base a lo anterior podemos definir a los residuos de la siguiente manera:

- a) **Residuos Sólidos no peligrosos.** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización o tratamiento, cuya calidad no permite incluirlo nuevamente en el proceso que lo generó.
- b) **Residuos Especiales.** Todos aquellos residuos generados en cualquiera de los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción y consumo; que requieren de técnicas especiales para su control, ya sea por su relativa peligrosidad, por las condiciones y estado en que se encuentran, o bien por que así lo demanden las disposiciones legales vigentes. Algunos ejemplos de estos residuos, son los siguientes: Fármacos Caducos, Alimentos no aptos para el Consumo Humano, Lodos de Operaciones de Desazolve y de Plantas de Tratamiento de Aguas Negras, etc.
- c) **Residuos Peligrosos.** Todos aquellos residuos generados en cualesquiera de los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción y consumo; que por sus características físicas, químicas y biológicas, representan un daño al ambiente y a la salud pública.

## **1.2 CLASIFICACION DE FUENTES GENERADORAS**

La clasificación de las fuentes generadoras que integran las diferentes actividades de la vida humana, de cualquier localidad esta en función de la cantidad y tipo de residuos que generan. Esta forma de agruparlos dá pauta para determinar las características intrínsecas de los residuos obteniendo parámetros cualitativos y cuantitativos, lo cual permite contar con indicadores que orienten a las diversas alternativas de tratamiento por tipo de residuos, amén de establecer un manejo más adecuado. En la figura 1 se presenta la clasificación por tipo de fuente generadora.

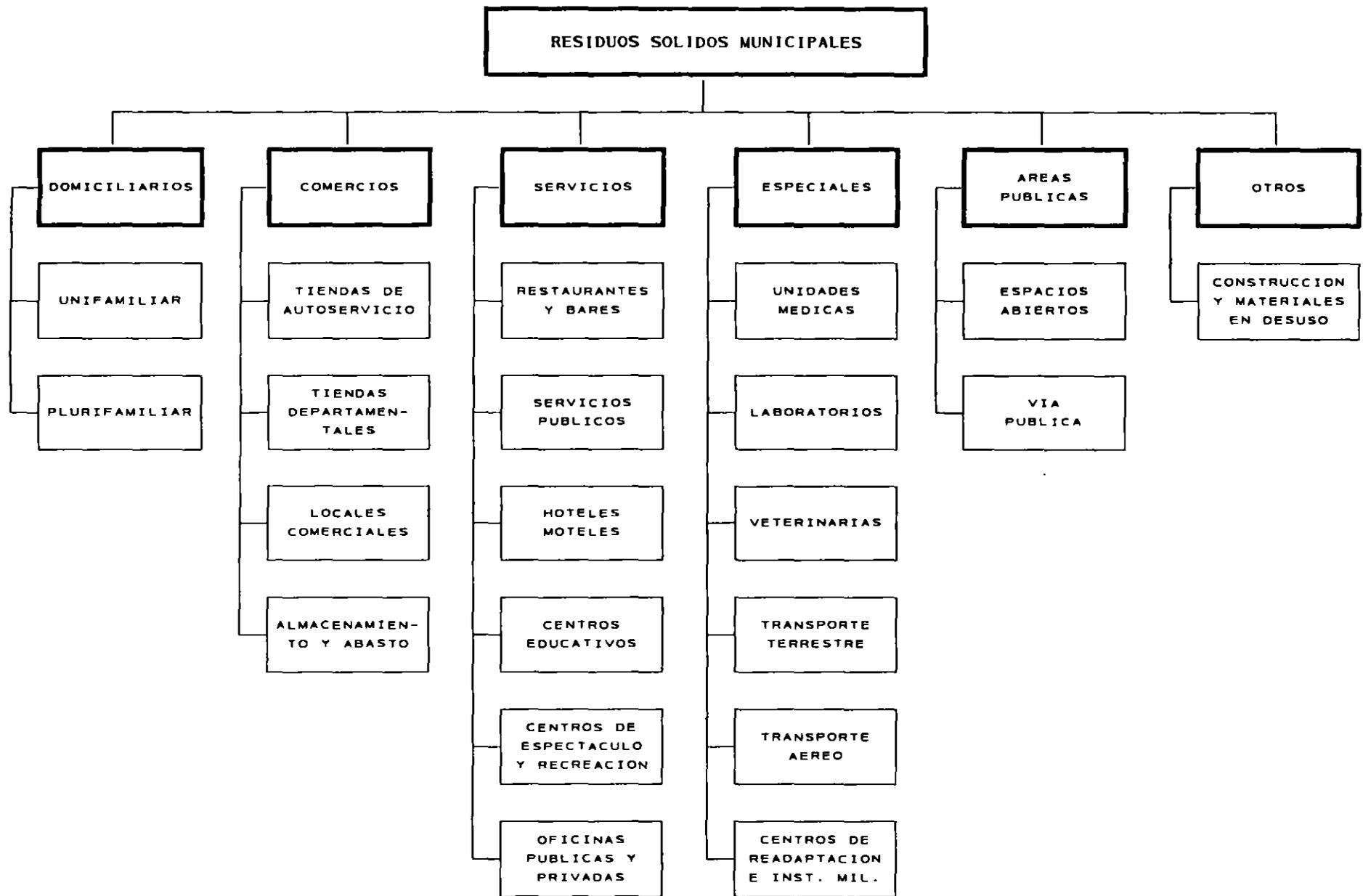


Figura 1

Para un conocimiento más específico de las características que identifican a los residuos sólidos de cada fuente generadora, ha sido necesario desarrollar una serie de estudios y muestreos de generación para conocer el volumen y composición física de la basura.

La metodología empleada para dichos muestreos la rige una normatividad, la cual se menciona a continuación:

- NOM-AA-60-1895      Determinación de la generación.
- NOM-AA-15-1895      Método de cuarteo.
- NOM-AA-22-1895      Determinación de la composición física.
- NOM-AA-19-1895      Determinación del Peso Volumétrico "In-Situ".

De acuerdo con la experiencia de estudios anteriores de generación el principal obstáculo en las actividades de campo es que sólo se cuenta con la normatividad para el caso de residuos sólidos domiciliarios. Por ello la Dirección General de Servicios Urbanos se ha dado a la tarea de elaborar un manual de procedimientos para muestreos de generación de Residuos Sólidos Municipales el cual involucra las actividades de campo para todas las fuentes generadoras.

## **2. MARCO TEORICO METODOLOGICO PARA EL MUESTREO**

El primer paso para el desarrollo de un estudio de generación es la planeación del estudio. Dentro del programa de actividades, primeramente se define la fuente generadora y el tipo de residuos por analizar, así como el tamaño de la muestra, después se deberá considerar un tiempo promedio para cada una de las actividades tanto de campo como de gabinete.

Una vez concluido este punto se iniciará la concertación con los responsables de las fuentes a muestrear, para llevar a cabo un recorrido físico por las instalaciones con la finalidad de identificar y establecer las áreas de donde se obtendrán las muestras, así mismo se definirá el sitio en el que se realizará el pesaje, el método de cuarteo, la composición física de subproducto y el peso volumétrico in-situ de los RESIDUO.

Una vez concluida esta actividad se iniciará la formación de brigadas de campo la cual está integrada por el siguiente personal:

- 1 jefe de campo
- un apuntador
- un pesador
- dos auxiliares

El número de brigadas tipo se incrementará de acuerdo con el tamaño y complejidad de la fuente a muestrear.

Después se procede a definir el equipo y el material que se utilizará para la realización de los trabajos de campo:

### **Equipo**

- báscula de piso con capacidad de 200 Kg.
- criba de 2.00 mm.

- bote de 0.20 m<sup>3</sup> de lámina galvanizada.
- lona plastificada de 4m x 4m.

#### Material

- bolsas de polietileno de 0.80m x 0.90m y calibre mínimo de 200.
- tablas de apoyo.
- lote de marcadores de tinta permanente.
- lote de ligas de 2mm de ancho.

#### Implementos personales

- overoles
- botas
- cubre bocas
- gorras
- guantes de camaza

Parte esencial en los estudios es el conocimiento del universo al cual se referenciarán los indicadores unitarios, para ello se tendrá que recopilar la información necesaria en cédulas de encuesta.

Para realizar cualquier muestreo de generación, es necesario que la empresa contratista se sujete a las siguientes indicaciones:

- El personal de campo, portará un gafete de identificación.
- Se tratará de aprovechar la infraestructura de limpieza y recolección, propias de las instalaciones por muestrear, como son los equipos de recolección internos y externos de las áreas generadoras, así como los sitios y recipientes que se utilicen normalmente para el almacenamiento de los residuos.

- El sitio seleccionado donde se realizarán los cuarteos, deberá estar techado y protegido contra corrientes de aire para evitar la dispersión de los residuos.
- Se fijará un horario de recolección de muestras de cada una de las áreas a muestrear, de acuerdo con las actividades y turnos de labores de la fuente generadora. Este horario deberá ser respetado durante todo el periodo de muestreo.
- Durante el desarrollo del muestreo se utilizarán bolsas transparentes para las áreas de residuos no-contaminados, y bolsas rojas en caso de que existan residuos considerados potencialmente peligrosos.
- Antes de iniciar el recorrido de recolección de muestras, se deberá checar el marcado de las bolsas de las diferentes áreas a muestrear, así como las bolsas marcadas para los residuos reciclables.
- La brigada de recolección recabará y transportará las muestras al área de cuarteo en tanto que la brigada de análisis de muestras se encargará de pesar las bolsas con muestras a efecto de determinar la generación y realizará los cuarteos, para definir la composición física y el peso volumétrico de los residuos, conforme a la metodología establecida. Esta misma brigada preparará la muestra para el laboratorio.
- Después de llevar a cabo el cuarteo se tomará una muestra homogénea de aproximadamente 1.0 kilogramo de residuos, la cual será enviada al laboratorio para su análisis físico-químico y biológico. Las muestras deben trasladarse en bolsas de plástico perfectamente cerradas, las cuales se entregarán al laboratorio el mismo día en que se recolecten, firmando el responsable del laboratorio el control, anotando fecha y hora de recepción de la muestra.
- En las áreas de generación de residuos contaminados, por ningún motivo deberán ser abiertas las bolsas que contengan este tipo de residuos, por lo que después de ser pesados, deberán integrarse al manejo interno de la fuente generadora.

## **2.1 Determinación de Generación unitaria y global**

La obtención de indicadores de generación para residuos sólidos municipales se lleva a cabo bajo la técnica de muestreo, la cual permite hacer una elección representativa y aleatoria del universo que se deberá someter a observación.

## **2.2 Composición física de subproductos**

Con el fin de conocer las características cualitativas de los residuos sólidos contenidos en las diferentes fuentes generadoras, se realizará un análisis de la composición física de los subproductos contenidos en los residuos sólidos muestreados, para lo cual se seguirá la metodología establecida en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-AA-15-1985 Método de Cuarteo y NOM-AA-22-1985 Selección y Cuantificación de subproductos.

Durante el desarrollo de dichas actividades en campo, se ha detectado la problemática de que la normatividad no cubre todos los subproductos generados en las diversas fuentes. Por lo que a través de la experiencia adquirida en anteriores estudios de generación, así como a partir de las expectativas de contar con un mayor aprovechamiento de los residuos, se ha realizado un desglose en el listado de la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-22-1985 (Tabla 3), el cual será utilizado en los estudios de generación.

SUBPRODUCTOS
ABATELENGUAS
ALGODON
CARTON
CUERO
ENVASE DE CARTON
FIBRA DURA VEGETAL
FIBRA SINTETICA
GASA
HUESO
HULE
JERINGA DESECHABLE
LATA
LOZA Y CERAMICA
MADERA
MATERIAL DE CONSTRUCCION
MATERIAL FERROSO
MATERIAL NO FERROSO
PAPEL BOND
PAPEL PERIODICO
PAPEL SANITARIO
PAÑAL DESECHABLE
PLACAS RADIOLOGICAS
PLASTICO PELICULA
NEOPRENO (LLANTAS)
PLASTICO RIGIDO
POLIURETANO
POLUESTIRENO EXPANDIDO
RESIDUO ALIMENTICIO
RESIDUO DE JARDINERIA
TOALLAS SANITARIAS
TRAPO
VENDAS
VIDRIO DE COLOR
VIDRIO TRANSPARENTE
RESIDUO FINO
OTROS

Tabla 3

El incremento de envases y embalajes en la composición de los residuos sólidos, los cuales son susceptibles de ser aprovechados ha originado la necesidad de realizar una separación más específica de estos subproductos, a efecto de establecer un sistema de separación y comercialización de los mismos.

### 2.3 Peso Volumétrico "In-Situ"

Este es uno de los principales parámetros para el diseño de los tipos de almacenamiento, por lo que su determinación es uno de los objetivos primordiales en el desarrollo de un estudio de generación.

Se realizará una determinación diaria por área muestreada siempre y cuando la cantidad de

desechos recolectados lo permitan; en caso contrario, cuando sean insuficientes, se efectuarán en forma global.

Los resultados obtenidos se registrarán en la Cédula correspondiente, anotando las condiciones climatológicas predominantes durante la determinación del peso volumétrico. Durante el período de lluvias, deberá de considerarse el ajuste de humedad correspondiente.

Cuando se realicen los muestreos que consideren los subproductos reciclables se realizarán las determinaciones por tipo y estado físico.

#### **2.4 Recolección de muestras para subproductos reciclables**

Durante la encuesta previa a los trabajos de campo se seleccionarán aleatoriamente el 50% de la muestra a efecto de estudiar el porcentaje de subproductos reciclables generados en esa fuente; es importante destacar, que antes de iniciar este programa la empresa informará y entregará a los participantes un instructivo sobre el tipo y forma de entrega de los subproductos reciclables.

Por ello, diariamente se proporcionarán dos bolsas de acuerdo al siguiente procedimiento.

- a) Bolsas con subproductos reciclables.
- b) Bolsas conteniendo el rechazo (resto de los residuos).

#### **2.5 Selección de Muestras para el laboratorio**

La muestra será obtenida siguiendo el procedimiento del "Método de Cuarteo" como lo indica la NOM-AA-15-1985. De cada una de las áreas generadoras muestreadas se obtendrá 1 Kg. de residuos sólidos, los cuales serán llevados al laboratorio para su análisis.

Además se obtendrá una muestra integrada por todas y cada una de las áreas de la fuente generadora, tomándose una cantidad proporcional de las partes eliminadas del primer cuarteo de los residuos generados en cada área.

Se integrarán las muestras y se homogeneizarán, para posteriormente extraer una muestra de 1 Kilogramo aproximadamente.

La metodología antes mencionada será aplicada siempre y cuando la cantidad de basura empleada en el cuarteo sea mayor de 50 Kilogramos. Cuando no sea así y la basura generada de la fuente en estudio sea muy poca, se procederá a hacer una serie de cuarteos sucesivos, también como lo indica la NOM-AA-15-1985, en donde se tomarán las partes eliminadas del primer cuarteo, hasta obtener 1 Kilogramo de residuos sólidos.

La muestra se trasladará al laboratorio seleccionado, el cual deberá de pertenecer a una institución de enseñanza superior, las muestras serán trasladadas en bolsas de plástico debidamente selladas e identificadas, evitando que ésta quede expuesta al sol y que el tiempo máximo de entrega al laboratorio no exceda de ocho horas.

Cuando se encuentren residuos voluminosos durante la realización de los cuarteos, deberán desmenuzarse para hacer más homogénea la basura y poder tomar una muestra representativa.

El laboratorio encargado de realizar las determinaciones físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos deberá apegarse a las Normas Oficiales Mexicanas que a continuación se mencionan:

NOM-AA-52-1985	Preparación de muestra en el laboratorio para su análisis.
NOM-AA-16-1984	Determinación de Humedad
NOM-AA-18-1984	Determinación de Cenizas
NOM-AA-68-1986	Determinación de Hidrógeno
NOM-AA-21-1985	Determinación de Materia Orgánica
NOM-AA-67-1985	Determinación de la relación C/N
NOM-AA-80-1986	Determinación de Oxígeno
NOM-AA-33-1985	Determinación del poder calorífico
NOM-AA-31-1986	Determinación de Azufre
Gavimétrico	Materia volátil
NOM-AA-24-1984	Determinación de Nitrógeno total

### 3. RESULTADOS DE LOS MUESTREOS DE GENERACION

Los resultados del pesaje diario de las muestras de residuos sólidos, proporcionan datos de generación total por día y de generación unitaria (ver Tabla 4), éstos valores per-cápita se pueden multiplicar por el total del universo e inferir la generación total por fuente. En la Tabla 5 se puede apreciar la generación total en el Distrito Federal y la aportación por fuente y por delegación.

TIPOS DE FUENTES GENERADORAS	SUBCLASIFICACION	GENERACION UNITARIA DE RESIDUOS SOLIDOS
DOMICILIARIOS	- UNIFAMILIAR - PLURIFAMILIAR	0.669 Kg/Hab/Día 0.772 Kg/Hab/Día
COMERCIO	- TIENDAS DE AUTOSERVICIO - TIENDAS DEPARTAMENTALES · CON RESTAURANTE · SIN RESTAURANTE - LOCALES COMERCIALES - MERCADOS · COMUNES · ESPECIALES	2.527 Kg/Empleado/Día 1.468 Kg/Empleado/Día 0.766 Kg/Empleado/Día 2.875 Kg/Empleado/Día 2.143 Kg/Local/Día 3.350 Kg/Local/Día
SERVICIOS	- RESTAURANTES Y BARES - HOTELES Y MOTELES - CENTROS EDUCATIVOS - CENTROS DE ESPECTACULOS Y RECREACION · CINES · ESTADIOS - OFICINAS	0.850 Kg/Comensal/Día 1.035 Kg/Huesped/Día 0.058 Kg/Alumno/Turno 0.012 Kg/Espectador/Función 0.054 Kg/Espectador/Evento 0.179 Kg/Empleado/Turno
ESPECIALES	- TERMINAL TERRESTRE - TERMINAL AEREA - RECLUSORIO - UNIDADES MEDICAS · NIVEL 1 · NIVEL 2 · NIVEL 3	2.418 Kg/Pasajero/Día 5.177 Kg/Pasajero/Día 0.538 Kg/Interno/Día 1.279 Kg/Consultorio/Día 4.730 Kg/Cama/Día 5.580 Kg/Cama/Día

Tabla 4

DELEGACION	POBLACION	DOMICILIARIOS	COMERCIOS	SERVICIOS	ESPECIALES	A PUBLICAS	OTROS	TOTAL	%
A OBREGON	644,841	376 200	83 600	59 818	13 267	55 000	22 000	609 885	5.54
AZPOTZALCO	474,905	286 000	120 450	81 504	21 154	86 900	15 400	611 405	5.56
B JUAREZ	407,731	229 900	156 000	133 726	23 102	24 200	13 200	582 258	5.30
COYOACAN	718,081	443 300	87 010	60 970	12 092	7 700	24 200	635 272	5.78
CUAJIMALPA	154,291	71 500	15 620	11 272	1 230	7 700	4 400	111 722	1.02
CUAUHTEMOC	595,972	360 000	545 710	388 132	41 965	86 900	19 800	1,443 307	13.12
G A MADERO	1'337,017	830 500	304 700	96 598	35 662	118 800	42 900	1,431 160	13.01
IZTACALCO	448,357	250 000	100 878	47 352	17 757	86 900	15 400	519 079	4.72
IZTAPALAPA	1'683,471	1,023 000	726 330	78 204	13 455	94 600	55 000	1,990 589	18.10
M CONTRERAS	256,833	138 600	25 700	68 304	1 452	7 700	7,700	249 496	2.27
M HIDALGO	406,693	301 400	177 980	81 581	27 396	102 300	13 200	703 857	6.40
MILPA ALTA	71,664	30 500	13 200	6 031	1 209	7 700	2 200	68 840	0.63
TLAHUAC	266,288	134 200	26 510	26 400	2 311	7 700	7 700	204 821	1.86
TLALPAN	659,018	319 000	37 180	51 909	21 145	7 700	17 600	454 534	4.13
V CARRANZA	519,606	317 900	634 700	41 957	41 751	78 100	17 600	1,132 008	10.29
XOCHIMILCO	322,561	172 700	40 700	17 710	2 783	7 700	9 900	251 493	2.29
<b>TOTAL</b>	<b>8'967,349</b>	<b>5,294 300</b>	<b>3,096 700</b>	<b>1,233 468</b>	<b>277 732</b>	<b>787 600</b>	<b>288 200</b>	<b>11,000 000</b>	<b>100 000</b>
<b>PORCENTAJE DE PARTICIPACION</b>		<b>48.13</b>	<b>28.17</b>	<b>11.40</b>	<b>2.52</b>	<b>7.16</b>	<b>2.62</b>	<b>100</b>	

Tabla 5

El establecimiento de indicadores volumétricos, es de suma importancia para la definición y diseño de contenedores y áreas de almacenamiento para las diversas fuentes generadoras y coadyuvar en el adecuado manejo de los residuos sólidos, ya que contar con un adecuado almacenamiento evita los malos olores y la proliferación de fauna nociva, que pueden ocasionar daños al medio ambiente y a la salud.

FUENTE	PESO VOLUMETRICO KG/M <sup>3</sup>
DOMICILIARIOS	210.4
LOCALES COMERCIALES	223.0
OFICINAS	79.5
SERVICIOS PUBLICOS	146.1
T. TERRESTRE Y AEREA	138.0
AREAS PUBLICAS	114.7
MERCADOS	181.0
UNIDADES MEDICAS	105.4

Tabla 6

Otro parámetro de suma importancia y en conjunto con la caracterización físico-química, nos va a permitir darle el mejor aprovechamiento a cada uno de los subproductos contenidos en los residuos sólidos y la composición física nos da una idea cualitativa, del tipo y la cantidad de residuos generados por fuente. En la Tabla 7 se puede apreciar el promedio de la composición física de residuos municipales.

SUBPRODUCTOS	DOMICILIARIOS PESO (%)	MUNICIPALES PESO (%)
ABATELNGUAS	---	0.04
ALGODON	2.25	1.38
CARTON	4.91*	5.65*
CUERO	0.13	0.09
ENVASE DE CARTON	2.74	2.32
FIBRA DURA VEGETAL	0.08	0.46
FIBRA SINTETICA	1.58	0.84
GASA	---	0.08
HUESO	0.09*	0.19*
HULE	0.20	0.37
JERINGA DESECHABLE	---	0.06
LATA	2.61*	1.54*
LOZA Y CERAMICA	0.47	0.31
MADERA	0.13	0.63
MATERIAL DE CONTRUCCION	0.57	2.95
MATERIAL FERROSO	1.33*	1.45*
MATERIAL NO FERROSO	0.07*	0.56*
PAPEL BOND	2.72*	4.74*
PAPEL PERIODICO	5.33*	5.14*
PAPEL SANITARIO	8.42	5.57
PAÑAL DESECHABLE	3.16	1.58
PLACAS RADIOLOGICAS	---	0.01
PLASTICO PELICULA	5.66*	4.79*
NEOPRENO (LLANTAS)	---	---
PLASTICO RIGIDO	4.15*	3.35*
POLIURETANO	0.17	0.17
POLIESTIRENO EXPANDIDO	0.77	0.56
RESIDUO ALIMENTICIO	32.36	36.40
RESIDUO DE JARDINERIA	5.57	4.83
TOALLAS SANITARIAS	---	0.03
TRAPO	0.56	0.37
VENDAS	---	0.01
VIDRIO DE COLOR	4.35*	2.84*
VIDRIO TRANSPARENTE	6.14*	4.60*
RESIDUO FINO	1.39	2.63
OTROS	2.09	3.47
TOTAL	100.00 %	100.00 %

\* Residuos Reciclables

Tabla 7

#### 4. CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DE LOS RESIDUOS

El conocimiento de las características intrínsecas de los residuos sólidos generados en cada una de las fuentes (Tabla 8), como son los parámetros físico-químicos y biológicos, permite dar más bases para la implementación de un sistema adecuado de manejo y elegir la mejor alternativa de tratamiento, reduciendo de este modo los riesgos que puede ocasionar el inadecuado manejo de los residuos sólidos.

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS	TIPOS DE FUENTES GENERADORAS				
	DOMICILIARIOS	COMERCIOS	SERVICIOS	ESPECIALES	AREAS PUBLICAS
HUMEDAD (%)	39.65	46.78	50.08	48.04	7.20
CENIZAS (%)	20.82	4.80	12.97	6.73	25.14
PODER CALORIFICO SUPERIOR (Kg/Kcal)	3,491.80	2,885.00	3,695.00	3,371.00	4,911.00
MATERIA ORGANICA (%)	69.28	37.25	33.10	91.73	74.69
CARBONO (%)	40.20	21.61	19.20	52.68	43.41
HIDROGENO (%)	4.62	2.48	2.21	6.95	4.99
OXIGENO (%)	21.79	12.68	7.13	31.04	22.02
NITROGENO (%)	2.67	0.48	4.56	1.06	4.27

NOTA: VALORES EN BASE SECA

Tabla 8

El contar con este tipo de parámetros complementa el conocimiento para poder encaminar con mayor precisión el tratamiento que debe aplicarse. Ya que se puede hacer una separación, primeramente en base al tipo y a la cantidad de residuos que se genera en cada una de las fuentes. La incineración y/o la esterilización en caso de los residuos generados en unidades médicas y laboratorios, considerados como peligrosos; el compostaje y la producción de alimento balanceado para el caso de las fuentes que generan gran cantidad de residuos alimenticios y vegetales como son los mercados y restaurantes; y el reciclaje en el caso de las oficinas, las casa-habitación, comercios, etcétera, donde se genera papel, cartón, vidrio y plástico en forma representativa.

La vocación de los residuos sólidos municipales para su aprovechamiento se muestra en la Tabla 9, para lo cual se empleo el criterio mencionado en el párrafo anterior, y el conocimiento de las características físico-químicas de los residuos. Los parámetros de poder calorífico, humedad y cenizas permite elegir el tipo de residuo a incinerarse, también se considera el contenido de metales pesados y de los fenil clorados en el caso de los plásticos. Para la elaboración de una composta de buena calidad es importante conocer los valores de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno antes del proceso, y durante el desarrollo de éste monitorear el pH, la Humedad, la Oxigenación, la relación carbono/nitrógeno, etc. Para el caso de los residuos dispuestos para alimento balanceado resulta importante conocer los valores de Humedad, pH, Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno, así como el contenido bromatológico (Proteínas, Grasas, Xantófilas, etc.).

REUTILIZACION Y RECICLO	REUSO PARA MANUFACTURAS ALTERNAS	APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ALIMENTICIOS Y SIMILARES	RECUPERACION DE ENERGIA	CONFINAMIENTO
CARTON	LOZA Y CERAMICA	HUESO	ALGODON	ABATELENGUAS
LATA	MATERIAL DE CONSTRUCCION	RESIDUO ALIMENTICIO	CUERO	JERINGAS
MATERIAL FERROSO	PAPEL	RESIDUO DE JARDINERIA	ENVASES DE CARTON	TOALLAS SANITARIAS
MATERIAL NO FERROSO	PAPEL PERIODICO		FIBRA DURA VEGETAL	VENDAS
PAPEL	PLASTICO DE PELICULA		FIBRA SINTETICA	OTROS
PAPEL PERIODICO	NOEPRENO (LLANTAS)		GAZA	BATERIAS
PLASTICO DE PELICULA	PLASTICO RIGIDO		MADERA	MEDICAMENTOS
PLASTICO RIGIDO	HULE		PAPEL SANITARIO	
VIDRIO DE COLOR	POLIURETANO		PAÑAL DESECHABLE	
VIDRIO TRANSPARENTE	PVC		TRAPO	
	PET		CARTON	
			PAPEL	
			PAPEL PERIODICO	

Tabla 9

El conocimiento de los valores de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno, permite establecer los coeficientes estequiométricos, y desarrollar las ecuaciones para la estabilización aerobia y anaerobia de los residuos, y a través de este proceso conocer teóricamente la Demanda Bioquímica de Oxígeno y de Agua pero la estabilización, en los sitios de Disposición Final.

También se pueden realizar proyecciones sobre la generación de biogás en estos sitios.

Por lo antes descrito, es importante tener como uno de los alcances más relevantes en los objetivos del estudio, la determinación en el laboratorio de las características físico-químicas y biológicas de los residuos sólidos.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS**

**RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCION**

**ANCRESPAC**

## **INTRODUCCION**

Una fase importantísima de cualquier sistema de recolección de residuos sólidos, es la que comúnmente se conoce como el microruteo, el cual no es otra cosa que el recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos recolectores en los sectores de la localidad donde han sido asignados; con el fin de recolectar en la mejor forma posible los residuos generados por los habitantes de dicho sector.

El diseño de microrutas, debe hacerse con base en una serie de factores variables de acuerdo con la localidad en cuestión, los cuales se enuncian a continuación.

- Traza urbana de localidad
- Topografía de la localidad
- Ancho y tipo de las calles
- Método de recolección
- Equipo de recolección
- Generación de residuos sólidos

Ahora bien cabe aclarar que un mal diseño de las microrutas de recolección, trae aparejados graves daños al sistema de recolección, entre los cuales, se pueden citar los siguientes: Desperdicios del equipo y personal de la recolección de los residuos; reducción en la cobertura del servicio de recolección; Incremento de los costos del servicio de limpia; y por último la proliferación de tiraderos clandestinos a cielo abierto en diferentes puntos de la localidad.

Por todo lo anterior, se deberá poner especial interés en señalar adecuadamente las microrutas de recolección de basura para cualquier localidad, si se pretende operar un servicio de recolección eficiente.

## 1. MACRORUTEO

El primer problema de la recolección de desechos sólidos consiste en determinar el número de vehículos que deben utilizarse dada la generación de basura y la potencialidad económica del municipio. La solución se puede encontrar modelando mediante Programación Lineal Entera. La solución deberá apoyarse con un tratamiento de confiabilidad del servicio que esos camiones deberán proporcionar.

Enseguida se plantea el problema de, una vez que ha sido dividida la ciudad en "n" áreas de recolección, determinar qué vehículos y cuántos recolectan en cada una de las áreas la totalidad de basura generada, a tiempo mínimo. La solución recomendada se encuentra mediante el algoritmo del Transporte.

Dada la vialidad de cada una de las áreas de recolección queda por definir el ruteo individual de cada vehículo que la sirve solucionandose mediante la aplicación del algoritmo de Little que ha resuelto el problema del "Agente Viajero".

Finalmente, cuando el sitio de disposición final es lejano y los vehículos intervienen tiempo en trasportar la basura, descargar y regresar, se prefiere localizar estaciones de transferencia en sitios estratégicos que permitan, con vehículos especiales a flujo máximo de basura, tener el tiempo mínimo de transporte. El algoritmo que soluciona el problema es el "Out of Kilter" de Ford y Fulkerson.

### 1.1 Determinación del número óptimo de camiones.

Se presenta a continuación un planteamiento de un programa lineal que consiste en minimizar una función objetivo, que no es otra cosa que el costo unitario por tonelada de los vehículos de recolección:

$$Z = \sum_{i=1}^n c_i x_i \dots\dots\dots (a)$$

donde :

$c_i$  : costo unitario de carga de cada tipo de camión empleado, en \$/ton.

$x_i$  : número de camiones de cada tipo empleado

$n$  : número total de tipos de camiones empleados

es evidente que se tiene la condición:

$x_i \geq 0$  para toda  $i$

sujeto a las siguientes restricciones:

1a. Restricción:

La frecuencia de recolección de basura para un asentamiento humano depende principalmente del tiempo que tarda la basura en producir olores desagradables en función del clima de la ciudad y el ciclo de reproducción de la mosca.

Las opciones de frecuencia de recolección durante una semana son las siguientes:

- que se recoja la basura:
  - diariamente
  - cada tercer día
  - dos veces a la semana
  - una vez a la semana

Si una población genera una cantidad "S" de basura por día y, analizando las frecuencias anteriores, se llega a la Tabla No. 1

**TABLA No. 1**

**RESULTADO DEL ANALISIS DE LA OPERACION DEL SISTEMA  
EN FUNCION DE LA FRECUENCIA DE RECOLECCION**

Frecuencia de recolección	Inventario de basura en el sistema		Basura que queda en la ciudad el domingo	Basura max. que debe recogerse	Días extraordinarios de recolección	Restricción
	Basura que queda	Basura que se recoge				
Diariamente	0	S	S	2 S	Lunes	$0 \leq \sum_{i=1}^n \frac{w_i x_i N_i}{F_i} = S$
Cada tercer día	S/2	S	3/2 S	3/2 S	Lunes y Martes	$S/2 \leq \sum_{i=1}^n \frac{w_i x_i N_i}{F_i} = S$
Dos veces a la semana	S	S	2 S	4/3 S	Lunes, Martes y Miércoles	$\sum_{i=1}^n \frac{w_i x_i N_i}{F_i} = S$
Una vez a la semana	Crece continuamente y nunca se estabiliza, por lo que no se recomienda					

donde:

$w_i$  : peso en Kg. de la basura que puede recolectar cada tipo de camión empleado.

$N_i$  : número de viajes por día de cada tipo de camión empleado. Los viajes se prefieren completos aunque pueden hacerse fraccionarios.

$F_i$  : factor que implica la eficiencia de llenado de cada tipo de camión empleado.

$S$  : generación de basura diaria en Kg. de la población de proyecto

$$S = (P G + B) \frac{7}{d} \dots\dots\dots (b)$$

donde:

$P$  = población en habitantes

$G$  = generación en Kg/hab. día

$B$  = otro tipo de basura recogida en la ciudad, en Kg.

$d$  = días laborales a la semana

2a. Restricción:

$$\sum_{i=1}^n k_i x_i \leq W \dots\dots\dots (c)$$

donde:

$k_i$  : costo diario por mano de obra de operación de cada tipo de camión empleado

$W$  : costo diario de operación de presupuesto de los vehículos, que el municipio está erogando actualmente

3a. Restricción:

$$x_1 \leq a$$

$$x_2 \leq b$$

$$n_{(n-1)} \leq p \dots\dots\dots (d)$$

donde:

a, b, ..., p : número de camiones actuales de cada tipo empleado

4a. Restricción:

$$P_a x_j \leq L \dots\dots\dots (e)$$

donde:

$P_a$  : precio de adquisición de un chasis con carrocería de recolección, nuevo

$x_j$  : número de vehículos de recolección nuevos

L : numerario que el municipio puede erogar para adquirir equipo nuevo

La aplicación de esta formulación proporciona entonces el número de cada tipo de camión y su solución será la que minimice la función objetivo propuesta.

## 1.2 Camiones adicionales para una confiabilidad necesaria en el Sistema de Recolección

Un sistema de manejo de desechos sólidos trabaja regularmente durante ocho o más horas al día, seis días a la semana, cincuenta y dos semanas al año generalmente, por lo que se dice que este sistema es interrumpido.

La mayoría de las veces, la falla en un sistema es ocasionada por la falla en uno de sus componentes.

Nuestro interés radica en conocer cuánto dependemos de un sistema, lo cual obliga a conocer la confiabilidad del sistema, que puede definirse como la probabilidad de no fallar en el tiempo "t" (2) sea:

$$R(t) = p\{0, t\} \text{ o bien} \\ R(t) = 1 - p\{x \geq 1, t\} \dots\dots\dots (a)$$

Donde:

- R(t) = confiabilidad
- x = número de fallas en el tiempo "t"
- p{x ≥ 1, t} = probabilidad de una o más fallas en el tiempo "t"

aceptando que la falla ocurre como discreta, siempre e independiente, la posibilidad de exactamente x fallas en el tiempo t está dada por la fórmula de la distribución de Poisson.

$$p\{x, t\} = \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!} \dots\dots\dots (b)$$

donde:

$\mu$  = número esperado de fallas =  $\lambda t$  y  $\lambda$  es la tasa promedio de fallas por unidades de tiempo.

si x = 0, o sea el caso de cero fallas la confiabilidad quedará:

$$R(t) = p\{0, t\} = e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (c)$$

el esfuerzo para lograr una confiabilidad deseada de un sistema deberá ser dirigido para prevenir una falla o una combinación de fallas en el equipo de recolección que ocasionen que el sistema falle

Para lograr este objetivo deberá ponerse especial interés en tener equipo de reserva, y efectuar prácticas de mantenimiento preventivo u correctivo.

Esto permite que todo sistema de manejo y disposición de desechos sólidos tenga las siguientes metas:

- a) Lograr un manejo adecuado de la basura producida por cualquier asentamiento humano desde el punto de vista sanitario, y
- b) Conseguir una operación del mismo de manera eficiente y económica.

Se dice que ocurre una falla cuando un vehículo de recolección tiene un problema que le impide operar o ejecutar la recolección. Cuando ocurre la falla de un vehículo de recolección se pierde la realización satisfactorias de la recolección de basura doméstica, hasta que se le le ejecuta un mantenimiento correctivo.

Por el contrario se dice que ocurre un funcionamiento defectuoso cuando el vehículo tiene un problema que no le impide recolectar basura. Sin embargo, un funcionamiento defectuoso puede producir una operación inconveniente o ineficiente.

Para un sistema de recolección de basura doméstica las horas totales de operación del equipo "h" serán igual a la cantidad de vehículos operando cada día multiplicado por el número de horas estimadas de operación y por día y multiplicado por el número de días trabajados al año, sus unidades son horas/año.

El tiempo medio entre fallas "T" será igual a las horas totales de recolección entre el número de

fallas por año:

$$\bar{T} = \frac{h}{\text{No. de fallas al año}} \dots\dots\dots (d)$$

=  
El tiempo entre funcionamiento defectuoso "T" será igual a las horas totales de recolección entre el número de funcionamientos defectivos al año:

$$= \frac{h}{\text{No. de funcionamientos defectuosos}} \dots\dots\dots (e)$$

El ciclo de trabajo "C T" será igual al número de horas que operara el vehículo al día entre el número de horas que opera el sistema al día.

La tasa de fallas " $\lambda$ " es la tasa a la cual las fallas ocurren durante un intervalo del tiempo de recolección y es el recíproco del tiempo medio entre fallas.

$$\lambda = \frac{1}{\bar{T}} \dots\dots\dots (f)$$

Los vehículos de reserva con que deberá contar la flotilla para asegurar un funcionamiento adecuado del sistema, por lo menos durante el año del análisis, se determinará mediante un árbol de decisiones que permitan conocer la confiabilidad del sistema por día, semana y mes.

El árbol contiene la probabilidad de que la descompostura ocurra en cada uno de los vehículos de recolección, contemplando además la probabilidad de descompostura y no descompostura de cada vehículo en base a datos históricos.

### 1.3 Asignación de Camiones a las Areas de Recolección

Nuestro problema de asignación en particular la asignación de vehículos de recolección a trabajos de recolección de basura que debe ejecutarse, con base a la basura generada en cada área de recolección.

La división de áreas debe efectuarse teniendo en consideración los siguientes factores:

- a) Las fronteras naturales como son los ferrocarriles, carreteras o calles muy transitadas y los ríos o canales que atraviesen a la ciudad.
- b) Las diferentes densidades de población y tiempo de basura de la ciudad.
- c) El tiempo y la distancia empleada para un viaje redondo hasta el sitio de disposición final.

Este problema puede plantearse empleando la matriz de tiempos por Kg. transportado:

$$t(i, j) = T(i, j) / S_j \dots\dots\dots (a)$$

que resulta de asignar una unidad de recolección "i" al trabajo de recolectar la basura en el área "j". Estos tiempos son independientes, esto es, el tiempo que un camión asignado a una ruta de recolección ocupa en cubierta, no depende del modo en que los otros camiones se asignan a las otras rutas.

VEHICULO DE RECOLECCION	AREAS DE LA CIUDAD						CANTIDAD DE BASURA QUE PUEDE SER TRANSPORTADA POR CADA CAMION EN KG.
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>		A <sub>j</sub>		A <sub>n</sub>	
V <sub>1</sub>	t <sub>1,1</sub>	t <sub>1,2</sub>		t <sub>1,j</sub>	...	t <sub>1,n</sub>	s <sub>1</sub>
V <sub>2</sub>	t <sub>2,1</sub>	t <sub>2,2</sub>		t <sub>2,j</sub>	...	t <sub>2,n</sub>	s <sub>2</sub>
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
V <sub>i</sub>	t <sub>i,1</sub>	t <sub>i,2</sub>		t <sub>i,j</sub>		t <sub>i,n</sub>	s <sub>i</sub>
⋮	⋮	⋮	...	⋮		⋮	⋮
V <sub>m</sub>	t <sub>m,1</sub>	t <sub>m,2</sub>		t <sub>m,j</sub>	...	t <sub>m,n</sub>	s <sub>m</sub>
CANTIDAD DE BASURA PRODUCIDA EN CADA AREA EN KG	S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	...	S <sub>1</sub>	...	S <sub>1</sub>	

Puede ocurrir que la suma de la cantidad de basura que puede ser transportada por los camiones sea igual a la cantidad de basura producida en todas las áreas, o sea que:

$$\sum_{i=1}^m s_i = \sum_{j=1}^n S_j \dots\dots\dots (b)$$

y se tendrá entonces un problema balanceado de asignación.

Si esto no ocurre se dice que el problema es deesbalanceado y se reauiera no sólo conocer la asignación de camiones a rutas, sino determinar que partes de ciertas áreas no se recogerán con este equipo si:

$$\sum_{i=1}^m s_i < \sum_{j=1}^n S_j \dots\dots\dots (c)$$

o bien que camiones no deben utilizarse si:

$$\sum_{i=1}^m s_i > \sum_{j=1}^n S_j \dots\dots\dots (d)$$

Es obvio que el problema más frecuente será que los camiones sirvan a varias rutas de áreas distintas, por lo que los trabajos de recolección se harán con una combinación de camiones. Como tanto en los trabajos de recolección y en la capacidad de los camiones se han expresado con el mismo tipo de unidades (Kg. de basura) el problema es un problema de distribución.

Se hace notar que un camión puede surtir varias áreas, lo que implica una nueva zonificación que agrupe las nuevas zonas servidas, que en este momento constituyen las rutas de recolección buscadas.

## **2. METODOS PARA EL DISEÑO DE LAS MICRORUTAS**

En forma general, se puede decir que existen tres métodos para el diseño de las microrutas de recolección de residuos sólidos, los cuales son los siguientes:

- Diseño de microrutas, con base en el juicio y experiencia del proyectista.
- Métodos Heurísticos
- Modelos Determinísticos

Actualmente en el medio mexicano, el método, el método más empleado para el diseño de las microrutas, es con base en el juicio y experiencia del proyectista; aunque en la mayoría de los casos quien determinan la ruta de recolección, es el Jefe de Limpia, o bien los choferes de los vehículos recolectores, quienes hacen las veces de "proyectistas". Obviamente que el criterio y experiencias tanto de los choferes como del jefe de limpio, no es el mejor, por lo que las rutas de recolección diseñadas por tales "proyectistas" dejan mucho que desear en cuanto al aspecto técnico; aunado a lo anterior, está el hecho que generalmente las rutas que establecen los choferes de los vehículos recolectores atienden "casualmente" a todas aquellas casas habitación, comercio y cualquier tipo de fuentes generadoras que proporcionen un buen pago extra, por el servicio de recolección (propina). Ahora bien, aunque el proyectista, fuera en realidad una persona con criterios y experiencia en el área en cuestión, es muy difícil que pueda evaluar correctamente todas las variables que entran en el diseño de las rutas de recolección.

Por todo lo anterior, es obvio que el método de diseño antes descrito, es el más ineficiente y por tanto el menos recomendable de cuantos existen actualmente.

En cuanto a los métodos heurísticos, se puede decir que son aproximados y que se basan en el sentido común del proyectista y en ciertas reglas de "dedo". Aparentemente, requiere de un mínimo de tiempo, recursos económicos y materiales, además de que varios autores consideran que son adaptables a un amplio rango de problemas.

Las principales reglas de "dedo", empleadas para el diseño de las rutas de recolección por

métodos heurísticos son las siguientes:

- Sentido de circulación
- Minimizan vueltas a la izquierda
- Iniciar la ruta lo más cercano al lugar de encierro
- Eliminar vueltas en "U"
- Evitar la recolección en calles de tránsito parado durante horas pico.

Aunque es cierto el hecho de que los métodos heurísticos para el diseño de las microrutas de recolección de basura, son más eficientes y dan mejores resultados que las diseñadas con base en la experiencia del proyectista; también es cierto que tampoco son los más recomendables ya que es muy difícil que se obtengan rutas óptimas con tales métodos.

Por último los métodos determinísticos son los más recomendables ya que en ellos, se pueden involucrar todos los parámetros que con cierto peso inciden en el diseño de las rutas de recolección de basura. Además con este tipo de métodos; si se obtienen rutas óptimas de recolección de basura. Ahora bien dos de los más importantes métodos determinísticos para el diseño de las microrutas, son los siguientes algoritmos.

- Algoritmo de Little para resolver el problema del agente viajero.
- Algoritmos del Cartero Chino

El primero de ellos se aplica en los casos en que la demanda es continua o semicontinua. De acuerdo con este último, el algoritmo que resuelve el problema del agente viajero, se deberá emplear cuando el método de recolección es exclusivamente de esquina o para fija; mientras que con el algoritmo del cartero chino, se diseñarán las rutas cuando se cuente con la localidad con un método de recolección tipo acera o intradomiciliaria o bien alguna de sus variadas. Cabe aclarar que este último algoritmo, también se puede emplear para el diseño de las rutas de barrido manual y mecánico.

## 2.1 Algoritmo de Little para resolver el Problema del Agente Viajero

El vehículo de recolección debe partir vacío desde su sitio de encierro, al centro de la red, y principiar a recolectar basura en las paradas fijas de recolección "a", "a<sub>2</sub>"..... "a<sub>n</sub>" y se han supuesto al vehículos para iniciar la recolección a un tiempo arbitrariamente nulo, la recolección en las paradas debe ejecutarse en todas ellas sin excusa. el tiempo necesario del vehículo para ir de "a<sub>i</sub>" a "a<sub>j</sub>" es : T (a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub>) que puede ser o no puede ser el mismo que T(a<sub>j</sub>, a<sub>i</sub>) dependiendo si la calle es de doble sentido o de un sólo sentido de circulación. El tiempo para efectuar la recolección es una parada "ak" es "tk".

Se supone que todos los tiempos de tránsito en la ruta y de recolección de basura son conocidos con certeza.

Debe localizarse entonces un camino denominado óptimo, en el cual cada parada de recolección sea vista al menos una sola vez y el tiempo empleado en recorrerlo sea mínimo.

Este camino deberá minimizar la siguiente función objetivo:

$$Z = t_0 + \sum_{k=1}^f \{t(a_{k-1}, a_k) + t_k\} \dots\dots\dots (a)$$

Donde:

t<sub>0</sub> = Tiempo requerido para revisar el vehículo en el sitio de encierro.

f = Sitio de disposición final de la basura

Todo camino a<sub>0</sub>, a<sub>1</sub>, ..... a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub>, .... a<sub>n</sub>, af es un conjunto de pares ordenados que se nota:

$$H = \{ (a_0, a_1) \dots\dots (a_i, a_j) \dots\dots (a_n, af) \} \dots\dots\dots (b)$$

Entonces al par ordenado  $(a_i, a_j)$  le corresponde la actividad siguiente: inmediatamente de terminar la recolección de basura en " $a_i$ ".

Podrá entonces lograrse un arreglo de elementos  $T(a_i, a_j)$  en una matriz de  $(n + 1) * (n + 1)$  si se incluye en el sitio de encierro y el sitio de disposición final, cuando los puntos de inicio y fin de la ruta están obligados por la vialidad, o tan sólo de  $(n * n)$  elementos cuando no existe esta restricción y se deje en libertad al algoritmo de elegirlos.

Cuando en la zona estudiada se presentan problemas ocasionados por la topografía debido a desniveles importantes o bien calles con tránsito intenso, o en fin, problemas de cualquier otra índole, la matriz de tiempo estará en disposición de tomar en cuenta todas estas características, afectando los tiempos de tránsito dentro de la ruta por coeficiente que representen convenientes a tales problemas; si no se desea este procedimiento, puede hacerse una valuación directa de tales tiempos observados en la realidad.

La matriz entonces quedará:

Por lo anterior se hace ver que cada camino potencial H, corresponde una combinación única de elementos de la matriz en cada uno de los cuales aparece exactamente un elemento de cada fila y cada columna, con lo que se consigue enumerar todos los caminos potenciales al hacer todas las combinaciones posibles.

Se ha supuesto que en todo  $t(a_i, a_j)$  donde  $a_i = a_j$ ,  $t = \infty$ , esto implica que el tiempo empleado en ir de cualquier parada fija y regresar a la misma parada es muy grande, sin embargo es aconsejable para una geometría de calles y una vialidad dada, valuarlo, si es posible.

El tiempo empleado en un camino H, es la suma de los elementos de la matriz, señalados por H y están representados por:

Z (H), entonces:

$$Z (H) = \sum_{i, j \text{ en } H} t (a_i, a_j) \dots\dots\dots (c)$$

Para obtener este valor, el algoritmo aquí empleado consistirá en dividir el conjunto de todos los caminos en dos subconjuntos más pequeños y que son mutuamente excluyentes y calcular para cada uno de ellos una cota inferior del tiempo del camino mejor.

Las cotas así obtenidas marcan la aleación del subconjunto a ramificar e identificar por esta razón el camino óptimo que es aquel subconjunto que contiene a un camino cuyo tiempo es menor o igual a la cota inferior de todos los otros subconjuntos.

Si representamos por X, Y,  $\bar{Y}$  todos los nodos del árbol, por W(X) representamos una cota inferior de los tiempos de los viajes de X puede escribirse:

$$Z (H) \geq W (X) \dots\dots\dots (d)$$

Para H, un camino de X

Ahora, si se resta una constante "r" de cada elemento de una fila de la matriz de tiempos, el tiempo de cualquier camino bajo la nueva matriz es "r" menos que la original. Esto se debe a que cualquier camino debe contener uno y solamente un elemento de la fila. El procedimiento de restar el elemento menor de una fila de cada elemento en la fila se denominará reducción. Una matriz con elementos todos positivos y al menos un cero en cada fila y cada columna se denominará matriz reducida.

Un renglón con un sólo cero, identifica mediante este cero al arco por donde es posible que pase la ruta.

Se dice entonces que si  $Z(H)$  es el tiempo empleado en un camino H bajo una matriz antes de la reducción y  $Z_1(H)$  al tiempo bajo la matriz después de la reducción y " $\sum r$ " la suma de las constantes usadas en hacer la reducción, pueden escribirse:

$$Z(H) = \sum r + Z_1(H) \dots \dots \dots (e)$$

Debido a que una matriz reducida mantiene solamente elementos positivos, " $\sum r$ " constituye una cota inferior sobre el tiempo de H bajo la matriz anterior.

La separación del conjunto de todos los caminos en dos subconjuntos mutuamente excluyentes se representan por la ramificación de un árbol. El primer nodo de este árbol contiene a todos los caminos obviamente, el nodo que contiene a  $a_i, a_j$ , representa todos los caminos que no concluyen al par de paradas fijas. Si el nodo  $(a_i, a_j)$  se ramifica, hacia los nodos  $(a_k, a_l)$  y  $(a_m, a_n)$ , esto significa que el nodo  $(a_k, a_l)$  representa a todos los caminos que incluyen a  $(a_i, a_j)$  pero no a  $(a_m, a_n)$ , mientras que  $(a_m, a_n)$  representa a todos los caminos que incluyen a  $(a_i, a_j)$  y  $(a_k, a_l)$ .

Cuando un nodo X se ramifique en dos nodos, el nodo con la totalidad nueva de pares de operadas fijas se representará por Y y el nodo con los pares de paradas fijas nuevas prohibidas por Z.

Durante el tratamiento del algoritmo conviene evitar la formación de circuitos por lo que al final de cada elección de un arco del árbol H deberá sustituirse de la matriz original el valor de  $t(a_i, a_j)$  por el de  $t(a_j, a_i)$ .

## 2.2 Algoritmo del Cartero Chino

El problema del carter chino, consiste en encontrar un recorrido continuo a través de una red que representa una zona limitada de un asentamiento humano, pasando por cada calle cuando menos una vez, de tal manera que la distancia recorrida sea mínima.

El problema formal consiste en minimizar:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n$$

donde:

$n$  = Es el número de nodos de la red

$l(i, j)$  es la longitud del arco  $U_k = (a_i, a_j)$

$X(i, j)$  es el número de veces que el arco " $U_k$ " se incluye en el viaje.

Sujeto a las restricciones siguientes:

Primera Restricción:

$$\sum_{R=1}^n X(R, i) - \sum_{f=1}^n X(i, R) = 0 \dots\dots\dots (b)$$

Que se denomina la ecuación de continuidad y que consiste en lograr que:

$$(\text{entra}) - (\text{sale}) = 0$$

Segunda restricción:

$X_{(i,j)} + X_{(j,i)} \geq 1$  para todo arco " $U_k$ " que expresa que por cada arco  $U_k$  = debe ser recorrido cuando menos una vez.

Tercera restricción:

$X_{(i,j)} \geq 0$  y demás  $X_{(i,j)}$  pertenece al conjunto de los enteros.

Tomando en cuenta lo anterior, varios investigadores han desarrollado algoritmos para resolver tal problema.

El concepto en que han basado, consiste en el hecho de que una red que contenga nodos no pares no puede encontrarse un trazo continuo que recorra todos los arcos, entonces el problema se convierte en uno en donde se deben encontrar los arcos que es necesario añadir para que los nodos no pares se transformen en pares.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**SELECCION DE EQUIPO PARA EL MANEJO Y  
TRANSFERENCIA DE LOS R.S.M.**

**AMCRES PAC**

## 1. FRECUENCIA Y METODOS DE RECOLECCION

**Recolección.** Es la acción de transferir los residuos sólidos desde las fuentes generadoras hasta el vehículo recolector.

La presentación del servicio de recolección es una de las partes más caras de un sistema de manejo de basura y una de las que presenta mayores oportunidades para la minimización de costos. El costo de tonelada movida por este concepto es aproximadamente una disposición final higiénica. Uno de los factores que más influyen sobre el sistema es la frecuencia de recolección, la cual deberá prever que el volumen acumulado de basura no sea excesivo, y que el tiempo transcurrido desde la generación hasta la disposición final no exceda el ciclo de reproducción de la mosca, que varía según el clima de 7 a 10 días.

**Métodos de Recolección.** Los métodos de recolección más comunes se describen a continuación:

- a) **Recolección de esquina.** Es el método más barato, en que los usuarios llevan sus recipientes hasta el sitio en que se encuentra estacionado el camión para entregarlos a los operarios. Presenta la desventaja de que siempre tiene que haber una persona en la caseta atenta al paso del camión, y cuando por alguna razón no la hay la basura se acumula en exceso de la capacidad de los recipientes, existiendo el riesgo de que sea arrojado clandestinamente.
- b) **Recolección de acera.** En este método sólo se usan camiones con carrocería de carga trasera. Consiste en que el camión circula a una velocidad muy baja en ambos sentidos de la calle, donde los usuarios depositan sus recipientes sobre la banqueta; los operarios los recogen, vacían y regresan al mismo sitio, de donde los usuarios los introducen ya vacíos a sus casas. Este método requiere de un civismo alto entre la gente y presenta el inconveniente de los animales callejeros que se ven atraídos por los recipientes en las calles.
- c) **Recolección de llevar y traer.** Es parecido al método anterior con la variante de que el operario entra hasta los predios por la basura, regresando el recipiente al mismo sitio.

Los dos métodos anteriores, aunque presentan un nivel superior de servicio, son más costosos debido a que el manejo de los recipientes consume mucho tiempo en ruta.

- d) **Recolección con contenedores.** Es el mejor método de recolección para centros de gran generación como podrían ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, industrias, etc.; la localización de los contenedores deberá ser de tal forma que el vehículo recolector tenga un fácil acceso y pueda realizar las maniobras sin problemas.

**Vehículos Recolectores.** Son recomendables los vehículos con carrocerías de gran capacidad provista de contenedores, para abatir los costos de recolección. Las carrocerías de volteo, aunque son preferidas por las localidades de provincia debido a su menor costo y versatilidad no son adecuadas para la recolección de basura doméstica desde el punto de vista salud pública. Existen carrocerías con carga lateral, trasera y frontal, estos últimos se usan exclusivamente para la carga metálica de contenedores mediante un dispositivo consistente en un par de brazos que ensamblan con el contenedor, elevándolo y vaciándolo por la parte superior de la caja compactadora.

Los vehículos dotados de carrocería de carga trasera de dos ejes son muy eficientes pues la recolección se efectúa más cómoda y menos fatigosa para el usuario y el recolector debido a su altura de carga no mayor de 1.20 m además permiten prescindir de un operario en su tripulación.

**Diagnóstico de los Sistemas de Recolección.** Puede decirse que la situación actual en la prestación de este servicio adolece de muchas fallas, debido quizá a la impreparación de los administradores y técnicas de los sistemas de limpia y a una legislación incompleta al respecto.

A continuación se presentan algunas de las deficiencias observadas (\*) en varios sistemas de recolección del país, que influyen para el bajo nivel del servicio.

- a) No existe método para ejecutar el servicio de recolección.
- b) Por la ausencia de método en la recolección, el usuario recibe un "baño" de polvo o líquido y partículas de basura, mientras el recolector vacía y sacude el recipiente de basura dentro

de la carrocería del vehículo.

- c) El vehículo recorre la misma calle en ambos sentidos por varias cuadras, y para conseguirlo efectúa una vuelta en "U" en el final.
- d) Se violan multitud de reglas elementales de tránsito y la más común es transitar en sentido contrario, se han reportado accidentes por estas causa.
- e) Debido a la urbanización de varias ciudades existen esquinas donde para dar vuelta el vehículo debe hacer tres maniobras consistentes en avance hacia adelante y hacia atrás.
- f) El vehículo de recolección transita cargado durante varias cuadras donde la pendiente de la calle es contraria, ocasionando un esfuerzo adicional al motor, además de representar un peligro potencial para peatones y vehículos en tránsito calle abajo.
- g) Se efectúan cargas provenientes de hospitales particulares donde carecen de incineradores y se recogen desechos patógenos peligrosos.
- h) Existen sitios de privilegio donde se recogen hasta dos veces al día descuidando otras rutas.
- i) El vehículo de recolección no ejecuta la ruta regularmente, o la cambia de voluntad.
- j) El equipo no se utiliza adecuadamente ya que la recolección que se logra no es la recomendada y consecuentemente el peso de la basura transportada es menor que el especificado, y de esta forma se está desperdiciando equipo que es muy costoso.
- k) El sitio de disposición final es un tiradero a cielo abierto sin ningún control sanitario.
- l) Generalmente al personal de recolección no se le proporciona o no usa el equipo adecuado para cuidar su salud.

## **2. SELECCION Y REVISION DE EQUIPOS**

No sólo el escaso o nulo mantenimiento preventivo y correctivo de un equipo de recolección, es la única causa del estado deplorable que guardan algunos vehículos en muchas localidades; ya que una selección de carrocerías de recolección inadecuada para cierto chasis o viceversa, es otra de las causas más importantes. De lo anterior se desprende el hecho de que la selección adecuada de un vehículo de recolección, depende de la aplicación de algunos principios del equipo que el fabricante quiera hacer resaltar.

Tomando en cuenta que la selección del equipo de recolección y transporte es uno de los puntos más importantes en el diseño del sistema, se debe hacer mención que la problemática no solo radica en seleccionar indiscriminadamente el chasis y carrocería adecuados al método de recolección por instrumentar, ya que el problema tiene un trasfondo tecnológico y social que muchas veces no es considerado en su justa dimensión; dicho trasfondo se debe al hecho de que la mayoría de los vehículos convencionales diseñados para la recolección y transporte de la basura, han sido fabricados para condiciones tecnológicas y sociales prevalecientes en países desarrollados. En estos países con alto grado de desarrollo, se tiene abundancia de capital con intereses más bajos, lo contrario de lo que sucede en países en desarrollo como es el caso de México; de lo anterior puede desprenderse que los países desarrollados deben tender a contar con métodos y sistemas con altas inversiones y poco uso de mano de obra, mientras que los países menos desarrollados deberían tender a usar equipos y métodos no convencionales que con menos inversión, que hagan un uso extensivo de la mano de obra.

Lo anterior no solo se justifica desde el punto de vista estrictamente de costos, sino que ya intervienen consideraciones macroeconómicas como son la salida de divisas por concepto de importación de maquinaria, el desarrollo de la industria nacional y el proporcionar trabajo a los desempleados, aliviando así presiones sociales internas. El problema consiste en decidir cual es la tecnología apropiada para una cierta región o ciudad

Con base en lo antes comentado, es claro el hecho de que se requiere de técnicas claras y precisas que nos ayuden a realizar una adecuada selección vehicular, así como una detallada

revisión de sus elementos mecánicos más importantes. Para responder a esta inquietud, a continuación se presenta en forma resumida una metodología que permite en principio, mediante análisis de descargas sobre los ejes vehiculares, elegir la combinación chasis-cabina más adecuada para el trabajo por realizar; para después llevar a cabo la revisión mecánica del vehículo, mediante la aplicación de ciertos principios de la física.

A continuación se pretende proporcionar a los técnicos de los sistemas de manejo de residuos sólidos, herramientas para la toma de decisiones para una correcta selección de equipo.

La selección adecuada de un vehículo de recolección depende de la aplicación de algunos principios de la física, ingeniería y no de las características que el fabricante quiera hacer resaltar.

Los vehículos con motores de combustión interna son sistemas mecánicos en los que se aprovecha la energía de combustión de un combustible líquido (gasolina o diesel), para transformarla a energía mecánica para vencer las resistencias que se oponen al desplazamiento.

El elemento fundamental del vehículo es el motor en el que la energía térmica se transforma en energía mecánica; la utilización final de esta energía ocurre mediante un sistema de transmisión precisamente en la zona de contacto de las llantas con el pavimento.

Para formarse una idea de las ventajas que presentan los motores de combustión de gasolina y diesel para la selección del tipo de motor se presentan sus características más importantes en el siguiente cuadro.

## **GASOLINA**

Bajo costo de adquisición  
Alto consumo de combustible ,  
Alto costo de litro de combustible

Poco peso

El sistema de encendido eléctrico requiere mantenimiento

Las bujías requieren reemplazo regular

El clima tropical influye para una operación defectuosa  
Las reparaciones mayores ocurren entre rangos bajos de kilometraje

Bajo costo de refacciones en la reparación mayor

Máquina más flexible para alcanzar mayores velocidades

Un par motor que requiere componentes de menor capacidad para transmitir potencias al eje trasero

Bajo par motor de arranque que obliga a menos capacidad de batería

Buenas características de arranque en frío

Los mecánicos encargados del mantenimiento son menos especializados

El equipo requerido para el mantenimiento de carburador y encendido eléctrico es menos complejo y caro

## **DIESEL**

Alto costo de adquisición  
Bajo costo de combustible  
Bajo costo de litro de combustible

Bastante peso

El sistema de encendido por compresión está libre de mantenimiento eléctrico.

No hay bujías

El clima tropical influye  
Para una operación correcta  
Las reparaciones mayores ocurren entre rangos altos de kilometraje

Alto costo de refacciones en la reparación mayor

Máquina menos flexible

Un par motor que requiere piezas resistentes para transmitir potencia al eje trasero

Alto par motor de arranque que requiere mayor capacidad de batería

El arranque de la máquina en ambiente de baja temperatura generalmente requiere de ayuda por calentamiento

Los mecánicos encargados de: mantenimiento son más especializados

El equipo referido para el mantenimiento del sistema de inyección de combustible es mas complejo y caro

## **2.1 Selección Vehicular**

Consiste en realizar un análisis de descargas vehiculares de las diferentes combinaciones chasis-carrocería que ofrezca el mercado nacional para contar con el tipo de vehículo requerido para efectuar la recolección de la basura, según sea el método elegido para tal fin. Para efectuar este análisis se debe considerar que el peso de la unidad se transmite al piso a través de los ejes de la misma. Así mismo, es necesario contar con el peso de la carrocería y del chasis, para determinar el tonelaje que puede transportar la unidad sin exceder la capacidad de carga de sus elementos mecánicos ni los esfuerzos que deben ser transmitidos a la carpeta de rodamiento.

Lo más importante de éste análisis, consiste en determinar los centros de gravedad de la carrocería para las condiciones de carga nula y carga última, para después distribuir las descargas a cada uno de los ejes del vehículo. Se supone que en el centro de gravedad se estará ejerciendo el peso de la unidad con o sin basura, según sea el caso. Para hallar los centros de gravedad, se puede aplicar el método de los momentos que se describe a continuación, tomando como referencia la Fig. No. 2.1.1.

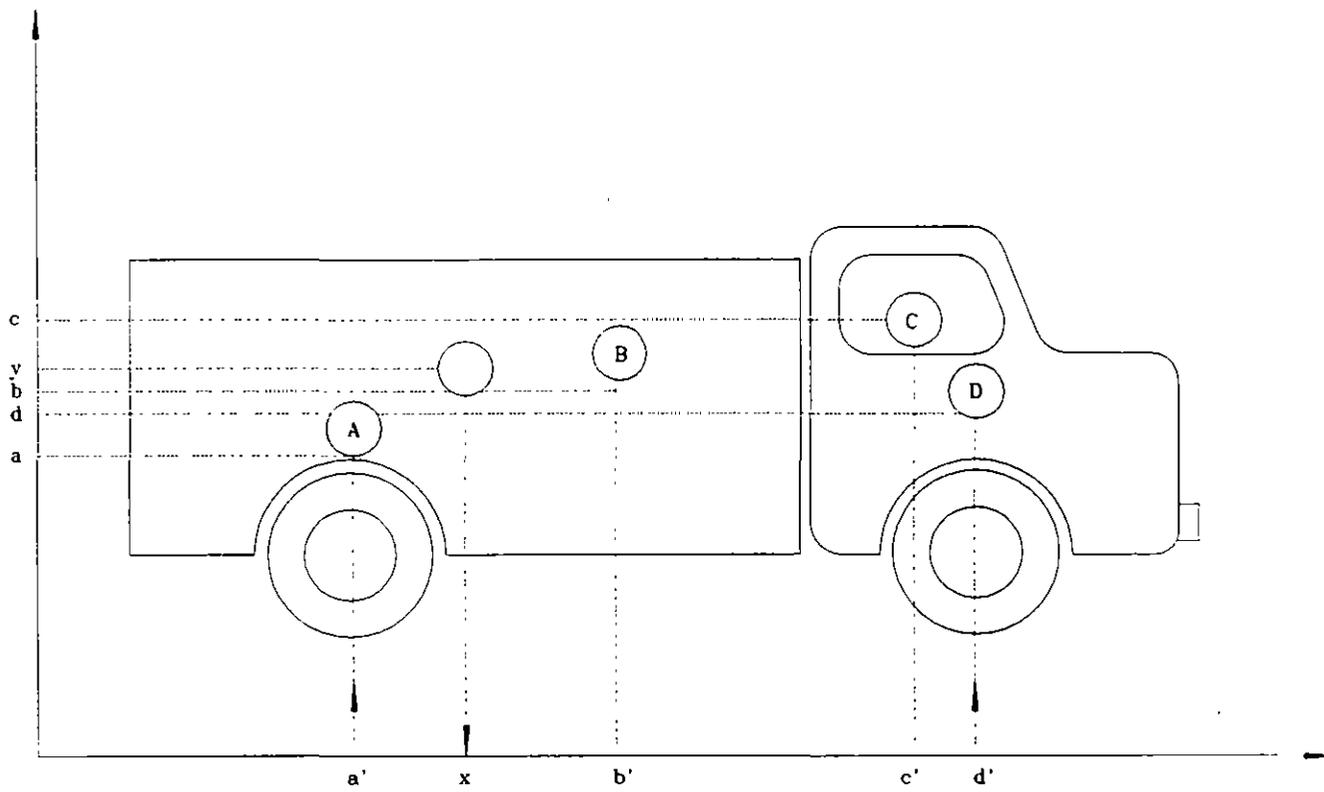


DIAGRAMA DE DEFINICIONES PARA EL CALCULO  
DE LOS CENTROS DE GRAVEDAD

FIG No. 2.1.1

Según la Figura No. 2.1.1, se tiene:

$$Y = \frac{Aa + Bb + Cc + Dd}{A + B + C + D}$$

$$X = \frac{Aa' + Bb' + Cc' + Dd'}{A + B + C + D}$$

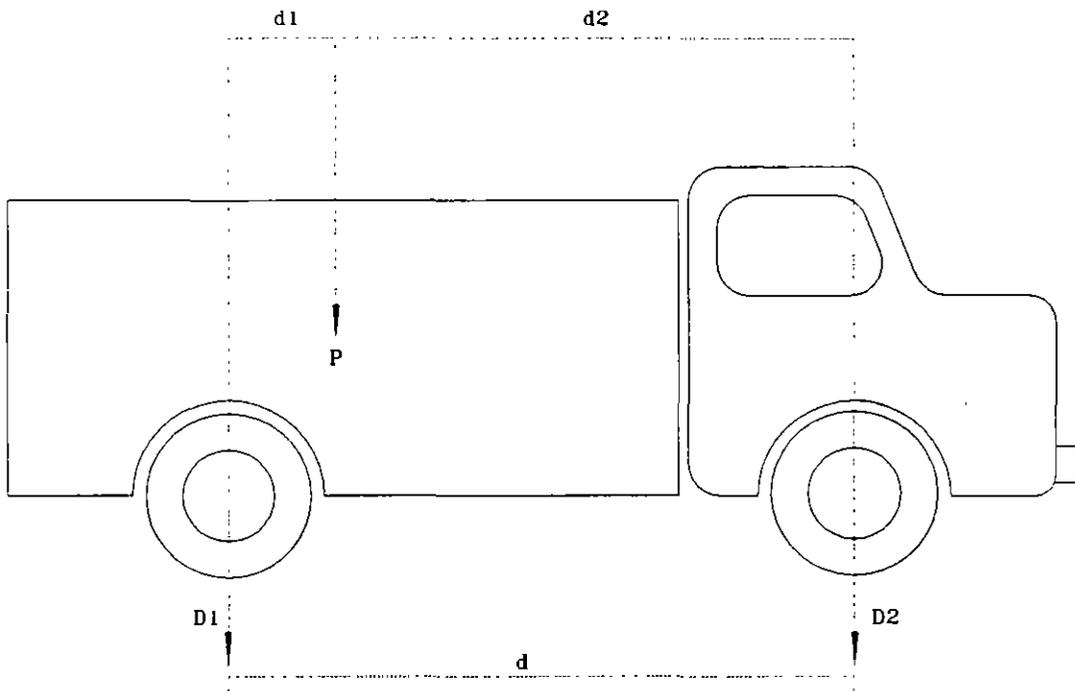
Donde:

A, B, C y D: Peso de los diferentes polígonos que integran el vehículo.

a, b, c y d: Distancia de los Centros de Gravedad de los polígonos con respecto al eje "Y"

a', b', c' y d': Distancia de los Centros de Gravedad de los polígonos con respecto al eje "X"

La determinación de descarga a los ejes del vehículo, se realiza como a continuación de indica en la Fig. No. 2.1.2.



ILUSTRACION DE LAS DESCARGAS VEHICULARES  
EN LOS EJES DE LA UNIDAD

FIG. No. 2.1.2

De la Figura No. 2.1.2, se tiene:

$$D1 = \frac{(P) (d2)}{(d)}$$

$$D2 = \frac{(P) (d1)}{(d)}$$

Donde:

P: Peso considerado según la carga correspondiente para la condición elegida (ton).

D1: Descarga vehicular en el eje trasero (ton).

D2: Descarga vehicular en el eje delantero (ton).

d1: Distancia del Centro de Gravedad al eje trasero (m.).

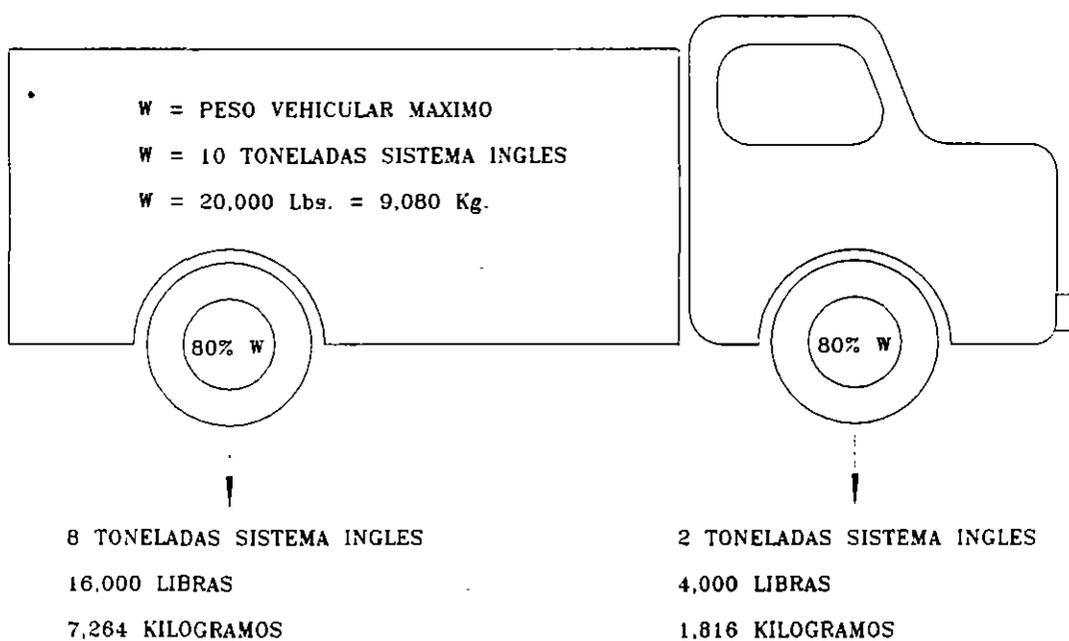
d2: Distancia del Centro de Gravedad al eje delantero (m.).

d: Distancia entre ejes (m.).

Finalmente se debe indicar que para normar las descargas vehiculares, se recomienda utilizar las especificaciones de la American Association of State Highway Officials (AASHO), según se indica en las Figs. Nos. 2.1.3, 2.1.4 y 2.1.5.

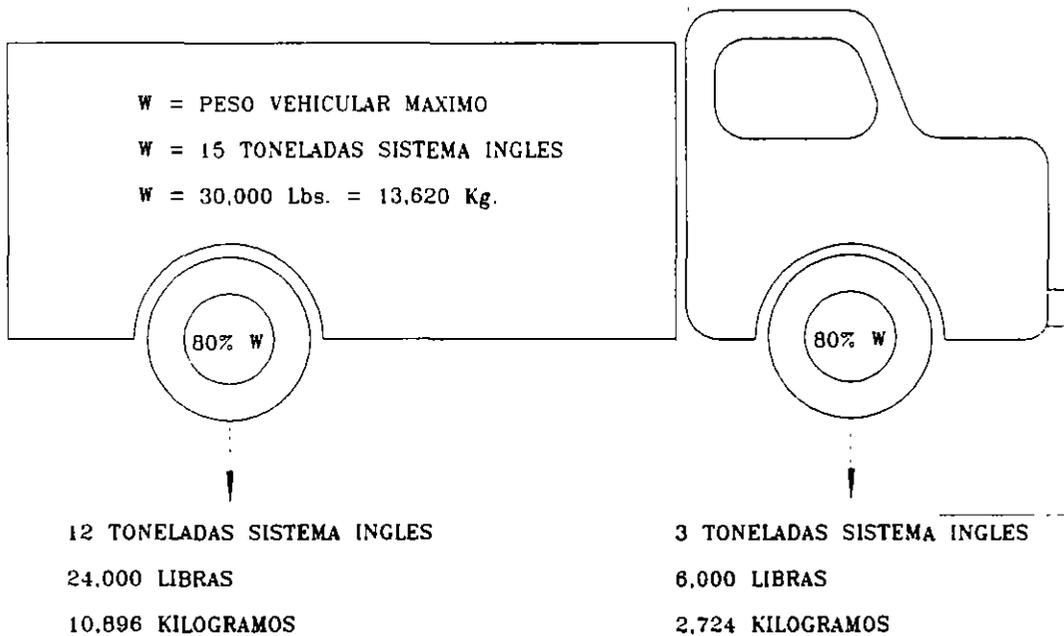
NORMAS PARA DESCARGAS VEHICULARES DE UN  
CAMION CON UN SOLO EJE TRASERO  
(NORMA H-10)

FIG. No. 2.1.3



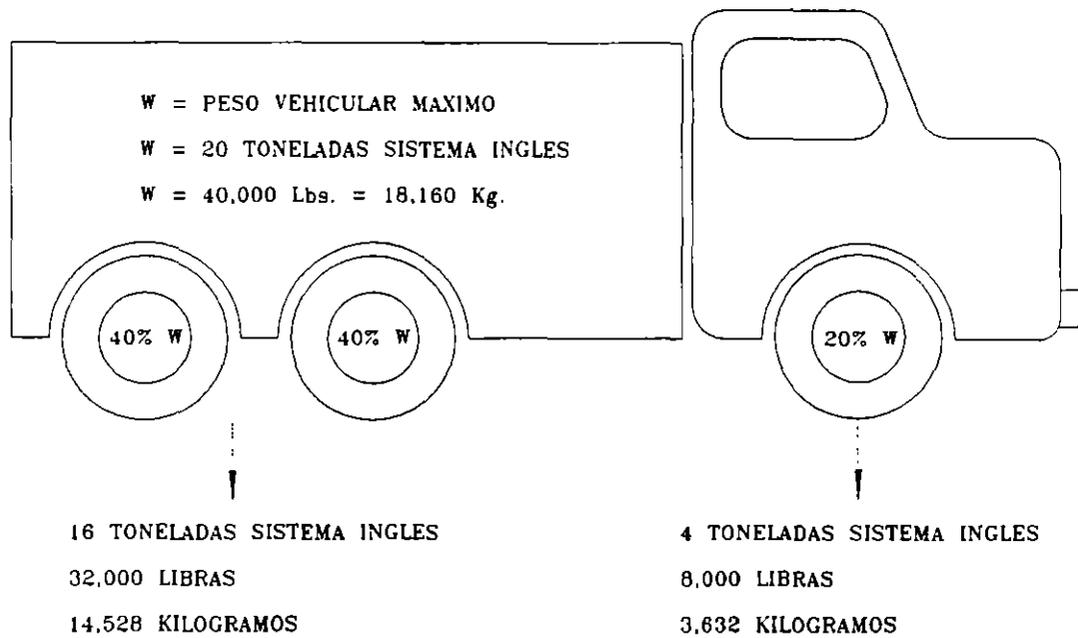
NORMAS PARA DESCARGAS VEHICULARES DE UN  
CAMION CON UN SOLO EJE TRASERO  
(NORMA H-15)

FIG. No. 2.1.4



NORMAS PARA DESCARGAS VEHICULARES DE UN  
CAMION CON UN SOLO EJE TRASERO  
(NORMA H-20)

FIG. No. 2.1.5



## 2.2 Revisión Vehicular.

### a) Revisión del motor.

El elemento fundamental del vehículo es el motor, a través del cual la energía térmica se transformará en energía mecánica, para que mediante un sistema de transmisión de la zona de contacto de las llantas con el pavimento del vehículo se ponga en movimiento.

Por otro lado, el tamaño de la máquina y su potencia, son función del peso bruto total, del área frontal, del tipo de superficie de rodamiento, de la pendiente a vencer y de la velocidad de tránsito.

Considerando los factores antes descritos se ha encontrado la siguiente fórmula empírica para calcular la potencia del motor.

$$P = 1.013 ( 0.0037 V (aW pW + 0.0047 S^2) )$$

Donde:

P = Potencia requerida en HP.

V = Velocidad del vehículo en Km/hr.

a = Coeficiente adimensional que es función del tipo de pavimento donde se transite

W = Peso bruto total que incluye peso propio más carga de basura.

P = Pendiente de la calle o carretera esperada en %.

S = Superficie frontal expuesta en m<sup>2</sup>.

### b) Revisión de la Capacidad de los Muelles.

La función de los muelles, es soportar las cargas aplicadas a los ejes a la vez de amortiguar el efecto de los choques de las llantas con baches, topes, etc. Sin la adecuada capacidad de los muelles, las llantas y el chasis se arruinan en corto tiempo.

La revisión se efectúa, restando a la descarga en el eje considerado, el peso de los propios muelles, ejes y ruedas, dividiendo este resultado entre dos.

$$\text{Cap. muelles} \geq \frac{(\text{descarga en eje}) - (\text{peso ( muelles + eje + rueda )})}{2}$$

c) Revisión de la Capacidad de los Ejes

Los ejes sirven para soportar las descargas vehiculares y transmitir las a la carpeta de rodamiento.

La revisión se efectúa, restando a la descarga en el eje considerado, el peso de los mismos ejes y las ruedas.

$$\text{Cap. eje} \geq \frac{(\text{descarga en eje}) - (\text{peso eje y ruedas})}{2}$$

d) Revisión del Bastidor.

La resistencia de un bastidor depende de las dimensiones, material y formas del mismo. Se expresa en términos de la resistencia al momento flexionante, o sea a la cantidad de flexión que el bastidor puede resistir con seguridad sin causarle deformación permanente.

El momento flexionante resistente se calcula según :

$$M = S * F$$

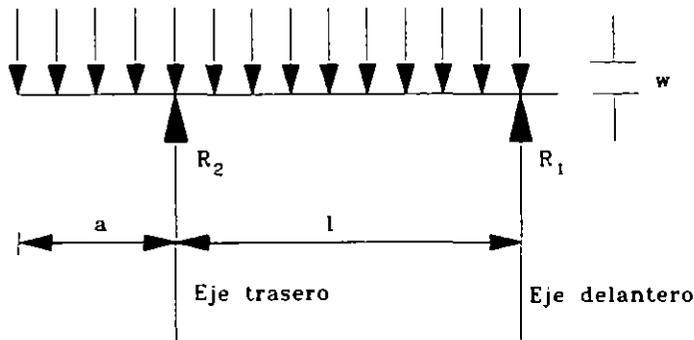
Donde:

$$F = \text{Esfuerzo máximo de trabajo del material del bastidor en Kg/cm}^2.$$

S = Módulo de sección en cm<sup>2</sup>.

El bastidor puede revisarse como una viga doblemente apoyada con un voladizo y carga uniformemente repartida.

Las fórmulas para el cálculo de los momentos máximos positivos y negativos, las reacciones en los ejes, así como el diagrama de momentos para las condiciones de cargas descritas, se presenta a continuación.



MOMENTO MAXIMO POSITIVO

$$M = \frac{w}{8 l^2} (1 + a)^2 (1 - a)^2$$

MOMENTO MAXIMO NEGATIVO

$$M_{(-)} = \frac{w a^2}{2}$$

DESCARGA SOBRE EL EJE DELANTERO

$$R_1 = \frac{w}{2 l} (l^2 - a^2)$$

DESCARGA SOBRE EL EJE TRASERO

$$R_2 = \frac{w}{2 l} (l + a)^2$$

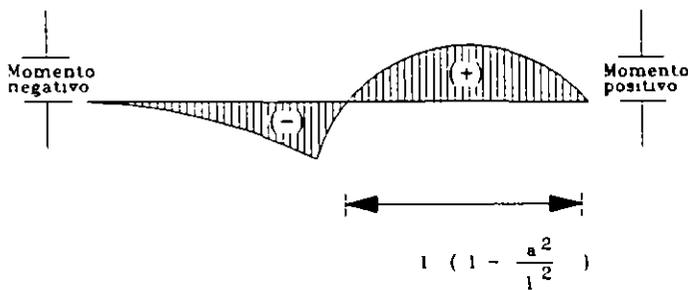


DIAGRAMA DE MOMENTOS

e) **Revisión de las Llantas.**

Las características de las llantas y su presión de inflado deben apegarse a lo recomendado por el fabricante para el peso bruto vehicular.

Las llantas sufren más daños, la mayoría de las veces, debido a un mal manejo que por malas condiciones de camino. Por lo anterior se considera pertinente incluir aquí, algunas reglas que el conductor debe guardar para una mayor vida de las llantas.

Evitar altas velocidades sobre caminos de terracerías con baches, cuando se transita al sitio de disposición final.

Evitar "montarse" sobre las banquetas, tratando de hacer más cortas las vueltas.

Evitar transitar sobre el hombre de la carpeta asfáltica en el acotamiento con una sola llanta de las dobles del eje trasero.

Evitar el uso inapropiado y brusco de los frenos.

Evitar acelerar y desembragar rápidamente de manera que las llantas resbalen sobre el pavimento al empezar a rodar.

Evitar una disminución impropia o desbalanceada de la carga de basura.

f) **Revisión de Dimensiones.**

Como un ejemplo pondremos el caso particular de la Ciudad de México, en donde el Departamento del Distrito Federal en 1976, dictó normas que determinan las dimensiones máximas que deben tener los vehículos en su longitud (12.00 m.), altura (4.00 m.) y anchura (2.60 m.); mismos que no deben ser excedidos. Entonces la revisión de la combinación chasis-caja, debe incluir la verificación de las dimensiones antes indicadas.

### 2.3 Ejemplo de Aplicación

A continuación para ejemplificar la aplicación de lo visto anteriormente, se revisará un vehículo con chasis semejante al tipo Ford F-600, que será acondicionado para trabajar como vehículo recolector adaptándole una carrocería de volteo.

#### Características del chasis (175" entre ejes)

(Dadas por el fabricante)

Peso bruto vehicular	_____	11130 Kg
Eje delantero (capacidad)	_____	3176 "
Eje trasero (capacidad)	_____	8393 "
Muelle delantero (capacidad)	_____	1678 "
Muelle trasero (capacidad)	_____	5275 "
Potencia de motor	_____	155 HP
Peso de muelles, eje y ruedas	_____	600 Kg (Delantero)
Peso de muelles, eje y ruedas	_____	1000 Kg (Trasero)
Módulo de sección del bastidor	_____	213.50 cm <sup>3</sup>
Dimensiones: Longitud = 6.38; Ancho = 2.00 m; Altura = 2.40 m		
Volumen de la caja	_____	6.0 m <sup>3</sup>

#### a) Revisión del chasis

Se revisó que las descargas en los ejes fueran menores que las especificadas por la S.C.T., y que el peso total no excediera el peso bruto vehicular. Se consideró una densidad de la basura de 500 Kg/m<sup>3</sup>. Estos cálculos se muestran en el diagrama anexo, en donde se observa que:

$$\text{Peso total} = 6525 \text{ Kg} + 2462 \text{ Kg} = 8987 \text{ Kg.}$$

$$8987 \text{ Kg} < 11130 \text{ Kg.}$$

$$\text{Descarga eje trasero} = 6525 \text{ Kg} < 9000 \text{ Kg especificado por la S.C.T.}$$

Respecto a las dimensiones se tiene:

Longitud	3.38 < 12.00 m
Anchura	2.00 < 2.60 m
Altura	2.40 < 4.00 m

**b) Revisión del motor**

$$P = 1.013 \left\{ 0.0037V \left[ aH + p'H + 0.0047 SV^2 \right] \right\}$$

Se revisará considerando una velocidad promedio cargado de 40 Km/n, transitando sobre pavimento asfáltico, con una pendiente del 5%.

De acuerdo a lo anterior tendremos:

V	=	40 Km/n
a	=	0.0175 (para pavimento asfáltico)
p	=	0.05
A	=	Area expuesta = 2.00 < 2.40 m = 4.80 m
v	=	8985 Kg (de revisión del chasis)

Sustituyendo valores en la fórmula anterior se obtiene que:

$$P = 97 \text{ H.P.} < 155 \text{ H.P. acceptable}$$

**c) Revisión de ejes**

Delanteros	2462 Kg < 3176 Kg. de fabricante
Traseros	6525 Kg < 8393 Kg de fabricante

Se aceptan

**d) Revisión de muelles**

$$\text{Delanteros } \frac{2462 - 600}{2} = 931 \text{ Kg.}$$

$$931 \text{ Kg} < 1678 \text{ Kg de fabricante}$$

$$\text{Traseras } \frac{6525 - 1000}{2} = 2763 \text{ Kg.}$$

$$2763 \text{ Kg} < 5275 \text{ Kg de fabricante}$$

**e) Revisión del bastidor**

Para nuestro caso y de acuerdo a las dimensiones del chasis tendremos:

$$l = 4.45 \text{ m.}$$

$$a = 1.30 \text{ m.}$$

$$w = \frac{\text{peso total del vehículo}}{l + a} = \frac{8985 \text{ Kg.}}{4.45 + 1.3}$$

$$w = 1563 \text{ Kg/m}$$

Cálculo de los momentos

$$M (+) = \frac{w}{8l^2} (l \pm a)^2 (l - a)$$

$$= \frac{1563}{8 (4.45)^2} (4.45 + 1.3)^2 (4.45 - 1.3)^2$$

$$M (+) = 3236 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$M (-) = \frac{wa^2}{2} = \frac{1563 (1.3)^2}{2} = 1320 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Con lo anterior revisaremos que el módulo de sección del bastidor sea suficiente para resistir el momento flexionante máximo.

$$S = \frac{M}{f} = \frac{323600 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1518 \text{ Kg}/\text{cm}^2}$$

$$S = 213.0 \text{ cm}^3 < 213.50 \text{ cm}^3 \text{ de fabricante}$$

Puede suceder que el módulo de sección cálculo sea mayor que el bastidor; cuando esto sucede, se refuerza el bastidor que generalmente es un perfil de canal, con una placa de acero soldada. El espesor de la placa y su longitud se calcula de la siguiente manera.

$$S = \text{faltante} = S \text{ calculada} - S \text{ fabricante}$$

Para una sección rectangular (caso de placa), el módulo de la sección viene dado por:

$$S = \frac{I}{Y} = \frac{bh^3/12}{h/2}$$

De aquí el espesor de la placa será:

$$b = \frac{6 S}{h^2} \text{ faltante}$$

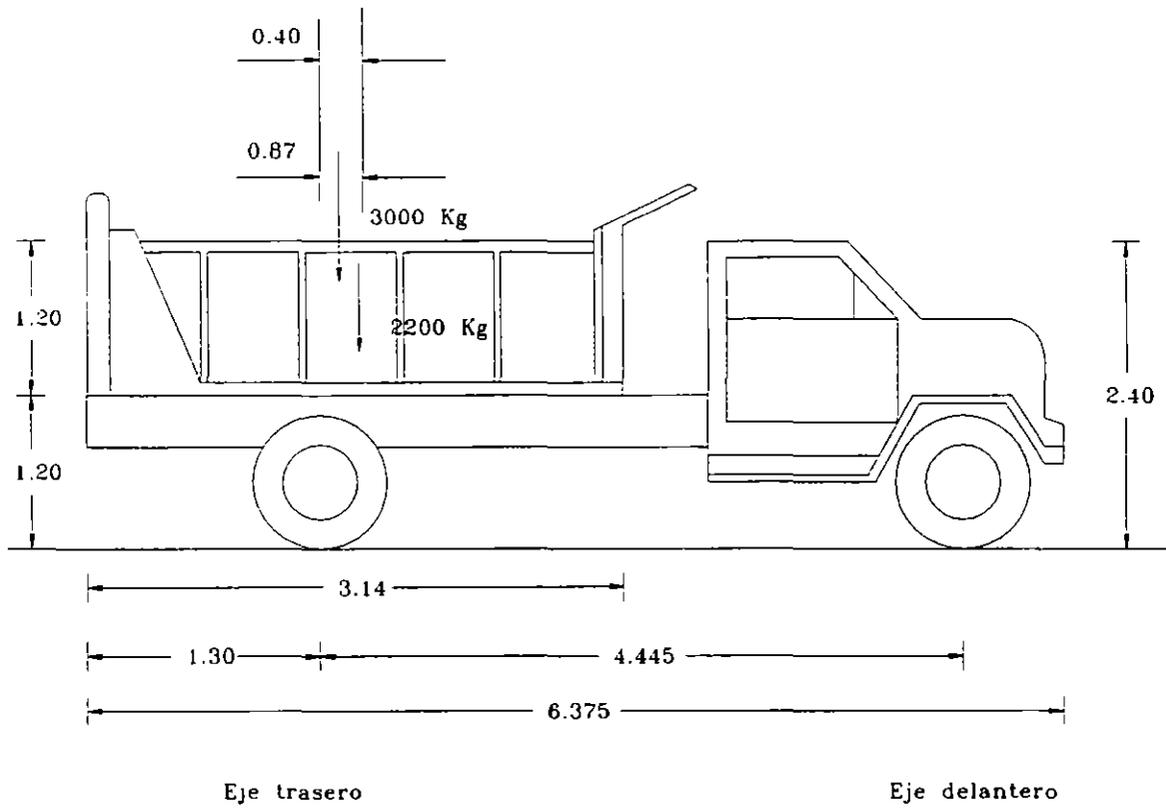
Para calcular lo anterior, el peralte de la placa se obtiene restando al peralte del bastidor uno o dos centímetros para soldadura.

Finalmente la longitud de la placa de refuerzo se calcula de la forma siguiente:

$$S \text{ faltante} = \frac{M}{f}$$

$$M = S \text{ faltante} \cdot f$$

Este momento excedente que deberá absorber la placa, se gráfica a escala en el diagrama de momentos desde la parte superior del momento máximo y su intersección con el diagrama define la longitud de la placa.



Cargas debidas a:

Chassis: \_\_\_\_\_ 170 Kg \_\_\_\_\_ 2062 Kg

Caja:  $\frac{2200 \times 4.05}{4.45} = 2002$        $\frac{2200 \times 0.40}{4.45} = 198$

Basura:  $\frac{3000 \times 4.18}{4.45} = 2820$        $\frac{3000 \times 0.27}{4.45} = 182$

$6525 < 9000 \text{ Kg (SCT)}$

Datos:

Peso bruto vehicular	_____	11130 Kg
Volumen de la caja	_____	6 m <sup>3</sup>
Peso de la caja	_____	2200 Kg
Peso de la basura	_____	3000 Kg
P.V de la basura	_____	500 Kg/m <sup>3</sup>
Peso del chasis	_____	3785 Kg



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**ANALISIS Y EVALUACION DE COSTOS DE LOS  
SISTEMAS DE MANEJO DE LOS R.S.M.**

**AMCRESPAC**

---

## ANALISIS DE COSTOS

### 1. CONCEPTOS BASICOS

#### 1.1 Aspectos Generales

Existen varios criterios para evaluar los costos, entre ellos podemos mencionar el criterio contable, el financiero, el fiscal y el ingenieril. En este trabajo se considerará, solo el último de los criterios mencionados.

Si averiguamos con cierto cuidado, encontraremos que las municipalidades tienen un conocimiento muy limitado de los costos del servicio de aseo. Las más de las veces solamente pueden proporcionar las nóminas del personal y si acaso los gastos de gasolina, o sea que si cobran una tarifa, esta generalmente no tiene ninguna relación con los costos del servicio. Un control efectivo de costos, tanto totales del servicio como unitarios por componente, es la única base sólida y objetiva que se tiene en la toma de decisiones y en la formulación de planes y programas para el control de los residuos sólidos.

Como ya se ha dicho, el costo en sí no es la única base para decidir por un cierto equipo de recolección o disposición final, sino que también se tienen que tomar en cuenta factores tales como:

- Desempleo, para ver si se usan tecnologías con uso extensivo o intensivo de mano de obra.
- Salida de divisas, si el equipo es extranjero, se afecta desfavorablemente la balanza de pago del país.
- Fabricación nacional, extranjera o integrada, para proteger la industria nacional dentro de límites razonables.
- Otros, como facilidades de financiamiento, tipo de interés, aspectos políticos, sociales,

ecológicos y de relaciones públicas.

Estos factores influyen mucho dentro del proceso de toma de decisiones, sobre todo en donde priva el "criterio nacional de costos" como son las agencias de gobierno. Cuando se trata de empresas privadas, generalmente priva el "criterio empresarial de costos", el cual basa las decisiones en los costos en sí, tomando en cuenta poco o nada los otros factores, a menos que la política del gobierno los obligue a hacerlo.

A continuación se exponen los factores de costo efectivo que se deben tomar en consideración para una estimación real de los costos.

## **1.2 Elementos a Considerar para la Estimación de Costos**

### a) COSTO TOTAL

Generalmente se aplica la siguiente fórmula:

$$Ct = Cd + Ci + Im \dots\dots\dots(1)$$

$$Pr = Ct + Ut \dots\dots\dots(2)$$

en donde:

Ct: Costo total. Es el costo, en moneda, en que demanda una operación o el servicio completo.

Cd: Costo directo (se desarrolla más adelante)

Ci: Costo indirecto (se desarrolla más adelante)

IM: Imprevistos. Se consideran como tales, aquellos que realmente no se pueden prever, como podrían ser aumentos de precio de algunos insumos, accidentes, condiciones climatológicas extraordinarias, etc. Generalmente se fija en un 10% de la suma de

costos directos e indirectos, pero varía con las condiciones locales y con el grado de cuidado que se haya puesto en el cálculo de esos costos.

Pr: Precio, que es el costo total, más la utilidad, cuando ésta exista; o sea que es el precio de venta del servicio al usuario. En el caso de los servicios municipales, este precio puede ser menor que el costo, ya sea porque el municipio toma la pérdida o porque hay un subsidio de algún tipo.

Ut: Utilidad, la que puede existir o no, según el organismo sea público o privado y la cual, como ya se dijo, puede ser negativa, o sea una pérdida.

## b) COSTO UNITARIO

Este es el resultado de dividir los costos totales de una operación, entre unidades medibles de servicio, por ejemplo:

$$\text{recolección} \quad C_u = \frac{C_t}{T_r}$$

en donde:

Cu: Costo unitario de recolección. Por ejemplo, \$/ton, \$/casa hab. - mes

Ct: Costo total del servicio de recolección en un cierto tiempo (diario, semanal, mensual, anual, etc.)

Tr: Toneladas o casas atendidas en el mismo lapso.

En el caso de la disposición final y otras operaciones, el tratamiento sería similar. En cambio en el caso del barrido de calles, el denominador en toneladas no es común por lo que habría que usar kilómetros, hectáreas u otras unidades apropiadas.

c) COSTOS INDIRECTOS

Existen varios factores de costos indirectos entre los cuales podemos citar:

- Costo del proyecto
- Administración central
- Administración local

Para reflejar el costo del proyecto en los costos anuales o unitarios, sería necesario dividirlo entre el número de años que dura ese proyecto o entre las toneladas que se recolectarán a lo largo de toda la vida útil.

Se entiende por administración central, a aquellos organismos que, como en el caso de los servicios públicos municipales, proporcionan algún tipo de apoyo al departamento de aseo, como servicios de: pagaduría, asesoría legal, recepción predial, etc.

También deben tomarse en cuenta a los funcionarios superiores que indirectamente dedican un cierto porcentaje de su tiempo a los servicios de aseo urbano.

En el caso de las empresas privadas, la administración central podrá ser una oficina central que maneje empresas filiales en varias ciudades, o bien en una misma ciudad, que por lo grande, tendrá oficinas de campo encargadas de las operaciones directas, las cuales serían coordinadas por una oficina central.

Entre los factores que deben considerarse en los costos, están:

- Renta de locales de oficina, bodegas, cobertizos, etc.
- Personal: técnico, administrativo, supervisión.
- Asesorías técnicas, administrativas, legales, relaciones públicas, etc.
- Servicios médicos.
- Fianzas, seguros.

- 
- Indemnizaciones, transportes, etc.

Es muy común cuando se tiene experiencia, que el costo indirecto se tome como un porcentaje de los costos directos. En alguno de los casos se han observado costos indirectos del orden del 10 al 15% y en otros, mucho menores, por el poco desarrollo institucional y por el carácter totalmente empírico del servicio.

d) COSTOS DIRECTOS

Se denomina así al gasto que se aplica directa y específicamente a una operación del servicio prestado. Existen tres puntos fundamentales a considerar, siendo éstos los materiales, la mano de obra y el equipo. En nuestro caso el primero casi no se toma en cuenta sino en casos específicos como podría ser la importación al relleno sanitario de material de cubierta y otros necesarios para la obra. En estos últimos casos es cosa de comparar los costos de explotación directa por el departamento de aseo, contra el costo de material puesto en obra por un contratista.

Costo de Mano de Obra

Es un factor bastante difícil de evaluar y se debe ser cuidadoso en el análisis. En esta evaluación intervienen factores como habilidad, rendimiento, tiempos muertos independientes del personal, incentivos, clima del lugar, peligrosidad, etc.

En estos costos, se deben incluir:

**El salario.** Es la parte básica de los ingresos del personal y su monto depende fundamentalmente de:

- Calificación. Esto es que el trabajador de un departamento de aseo, puede ser desde un profesional hasta un obrero no calificado, pasando por el personal técnico medio, auxiliares administrativos, supervisores, tractoristas, choferes, etc.

- Ciudad o región. Como es sabido, de ciudad a ciudad y de región a región, los salarios normales varían aún para un mismo cargo.
- Eficiencia. Eso generalmente no se reconoce fácilmente en las municipalidades. Pero cuando pueda establecerse un sistema que garantice que a mayor eficiencia, mayor salario, mayor será el espíritu de grupo y el rendimiento del trabajador.

El salario en Latinoamérica, aún para los obreros, se fija generalmente en base mensual y no horaria como en los Estados Unidos de Norteamérica y en otros países. Es decir que generalmente cuando se habla de un salario por día se sobrentiende que se pagarán igual los días sexto y séptimo de la semana, y los días feriados. Si se quiere calcular con base en costos horarios o diarios efectivos, se tendría que dividir un salario base mensual entre el número de días u horas trabajadas en un mes.

Las prestaciones son complemento del salario, que la empresa o municipalidad se obliga a proporcionar al trabajador, ya sea en efectivo, o en servicios. Lo anterior puede ser por:

- Concesión voluntaria de la empresa o municipalidad.
- Conquista laboral de los trabajadores.
- Legislación existente en materia laboral, que obliga al patrón a conceder esa prestación. ( Esta puede ser nacional, regional o local ).

Entre las prestaciones más comunes, encontramos:

- De 52 a 104 días de descanso al año, según se trabaje seis o siete días a la semana.
- De 6 a 30 días de descanso obligatorio por vacaciones.
- De 6 a 10 días de feriados nacionales.
- De 3 a 10 días de derecho a faltas injustificadas con aviso.
- De 15 días a un mes de salario base como prima de fin de año.
- Cerca de 10% del salario real del trabajador que paga el patrón como prima del seguro social en algunos países.

Comúnmente el servicio no se presta los domingos, y en algunos casos tampoco los sábados, pero si en este último caso llegara a prestarse el servicio, se requerirá contratar personal rotativo o pagar horas extras, en cuyo caso habrá que aumentar un porcentaje que podría calcularse según el ejemplo siguiente:

Descanso obligatorio por año .....	8 días
Un mes de aguinaldo de fin de año .....	30 días
Faltas probables .....	10 días
Vacaciones pagadas .....	20 días
	68 días
<b>Total</b> .....	<b>68 días</b>

o sea:

$$\frac{68}{365} \times 100 = 18.6\%$$

Si a lo anterior agregamos un 10% por concepto de seguro social y otros, en números redondos alcanzaremos un factor de prestaciones del 30%. Sin embargo, este deberá ser calculado en cada región o ciudad de acuerdo con las condiciones de contratación, las costumbres y la reglamentación laboral.

**La jornada de trabajo** es generalmente de 40 a 45 horas por semana. La experiencia indica que un hombre desarrolla un esfuerzo físico grande en su trabajo. En los servicios de aseo, comienza la jornada con un 60% de su máxima capacidad, la cual alcanza al cabo de cinco horas. De ahí comienza una declinación pronunciada tal, que a las siete horas ha trabajado nuevamente al 60% y a las ocho horas ha llegado a un 50% de la productividad máxima. Si la jornada se prolonga más allá, a las 12 horas probablemente haya bajado su eficiencia a un 20%. De ahí que se puede afirmar que el pago de jornadas extraordinarias involucra una paga del doble de lo se paga en horario normal, y el trabajo es mínimo. En cambio las ventajas del uso de horas extraordinarias, son necesitar menos personal y por lo tanto, habrán menos problemas y gastos extraordinarios indirectos.

**Los incentivos** que normalmente se aplican en sistemas de aseo, son de tiempo, es decir se le proporciona a cada cuadrilla una tarea por cumplir y una vez cumplida ésta a satisfacción del supervisor en cuanto a cantidad y calidad del servicio, se les permite irse a su casa, aún cuando no hayan terminado su jornada de ocho horas. Existen también incentivos de tipo económico, o de tipo moral, que siempre son convenientes de usar para elevar el espíritu de trabajo personal.

### Costos de los Equipos

Son tan importantes para el servicio como la mano de obra. La tendencia general es hacia la mecanización en la recolección y el relleno sanitario, no totalmente así en el barrido. No deben, por supuesto, descartarse sin análisis los vehículos de tracción animal, sobre todo en pequeñas localidades, o el uso de la operación manual de los rellenos, aún en comunidades medianas.

Los factores de costo del equipo, pueden dividirse de diferentes maneras, una común es la siguiente:

Costos equipo	Cargos Fijos	Transporte Armado y desarmado Amortización
	Cargos de operación o consumo	Instalación Consumos Reparaciones

Los equipos de aseo más comunes en el medio latinoamericano, son el tractor, el camión compactador y el camión volteo con adaptaciones. Al describir los conceptos de costos del equipo, se irán aplicando a los casos anteriores.

**Transporte.** Se aplica sobre todo al equipo comprado en el extranjero y llevado al país por vía marítima. Generalmente los costos de transporte en estos casos, varían de un 10 a un 25% del costo del equipo. A lo anterior deberá cargársele el transporte terrestre, los gastos

aduanales y los impuestos, si existieran.

**Armado y desarmado.** Según el tipo de equipo, en ocasiones es necesario desarmar algunas partes estorbosas para su transporte, y una vez llegado a su destino, hay que volver a armar. Es necesario prever ese costo en el presupuesto del servicio.

**Amortización.** Se incluyen aquí la depreciación del equipo, los intereses del capital y otros, como almacenamiento, seguros, placas, impuestos, etc., que se pueden incluir aquí o en gastos administrativos indirectos.

**Depreciación.** Es una función del costo de la máquina y su vida útil. Generalmente para cálculo de presupuestos, la función se toma como lineal, ya que las funciones reales presentan curvas de muy difícil manejo:

$$D = \frac{Ci - Vr - Eq}{Vu}$$

en donde:

D : Depreciación del equipo, medida generalmente en pesos por año u otra unidad de tiempo cualquiera.

Ci: Costo inicial.

Vr: Valor de rescate al fin de su vida útil.

Eq: Equipo de consumo que trae incluido el equipo en el costo inicial y que sin embargo tiene una vida útil menor que la del equipo. Como ejemplo típico de lo anterior, están las llantas de los vehículos recolectores.

Vu: Vida útil estimada generalmente en horas. Sobre este particular se encuentra una gran diferencia entre diseñadores de rellenos, sobre todo en Latinoamérica, donde la deficiencia de capitales de inversión por parte de las municipalidades, hace que el equipo tienda a usarse un prolongado número de años, mucho más allá, incluso de lo que la teoría de costos fija como vida económica.

En vehículos, se considera una duración de 5 a 8 años, según las condiciones de trabajo que se tengan. Cuando se habla de años, se está hablando de 2,400 horas de trabajo. Los tractores pueden resistir quizá un poco más, si se les hacen "reconstrucciones" cada vez que termina su vida útil, pero como receta de cocina, puede decirse que la vida útil después de cada reconstrucción es menor en 20% que la del período anterior, mientras que el valor de una reconstrucción, se mantiene o incluso se incrementa.

El único modo de fijar la vida útil en el comienzo de una operación, si no hay experiencia local, es basándose en los datos del fabricante. Después, debe llevarse un control detallado de cada máquina para determinar con precisión la vida útil.

**Intereses.** Para facilidad de cálculo, se usan las fórmulas del Interés Medio Anual (IMA) sobre los saldos insolutos:

$$\text{IMA} = \frac{n + 1}{2n} \quad (\text{i}) (\text{c})$$

en donde:

- n: Número de años del crédito o de la vida útil de la maquinaria si se compra al contado, siempre y cuando lo primero no sea mayor.
- i: Interés del crédito, el cual puede variar enormemente si se considera el tipo de interés privado, internancional, o préstamo blando.
- c: Capital prestado o costo de equipo.

**Seguros y otros.** Se incluyen aquí los impuestos. Sólo cuando es una empresa privada o autónoma con utilidades, se pueden considerar las placas de circulación, los seguros contra accidentes y otros gastos. Para seguros contra accidentes, este concepto podría ascender a un 6% del valor del vehículo, o sea un 3% ó 4% si lo distribuimos linealmente en la vida útil del equipo.

Con respecto a los costos por operación y consumo, se tendrán los siguientes conceptos:

**Reparaciones.** Se dividen estas en correctivas o preventivas. Mientras más cuidado se ponga en estas últimas, menor mantenimiento correctivo se necesitará. Este rubro es muy variable, se toma generalmente como una función de la depreciación.

$$C_m = K \times D$$

en donde:

**C<sub>m</sub>:** Costo de mantenimiento, expresado normalmente en \$/año.

**D :** Depreciación, expresada generalmente en forma anual.

**K :** Porcentaje, que depende de la máquina fundamentalmente. Existen aquí también diferentes recomendaciones. Algunos técnicos proponen el uso de los porcentajes propuestos por los fabricantes, que van desde un 20% para equipo sencillo, hasta un 100% o más, para equipo sofisticado.

Para camiones, algunos técnicos latinoamericanos aconsejan desde un 20%. Experiencias del Ing. Fco. Zepeda Porras en México, indicaban factores de un 35% para equipo de 1 a 5 años y hasta de un 60% para unidades de 6 a 10 años. Con respecto a los tractores, también se encuentran diferencias que van desde un 20% propuesto por algunos técnicos, hasta un 90%, aconsejado por otros. Para efectos de presupuesto, es común usar valores del 50%.

Las diferencias anteriores entre la práctica estadounidense y la latinoamericana, probablemente tengan su origen, en la diferencia de los costos de la mano de obra para la reparación de una pieza del equipo.

**Combustibles.** Existen las siguientes fórmulas para el cálculo de los combustibles.

$$V_g = 0.23 \times HP \times ftp \dots\dots\dots (1)$$

$$Vd = 0.16 \times HP \times ftp \dots\dots\dots (2)$$

en donde:

Vg: Consumo de gasolina en lt/hr.

Vd: Consumo de diesel en lt/hrs.

HP: Potencia nominal del motor del equipo.

ftp: Factor de tiempo y de potencia, que toma en cuenta el tiempo, dentro del turno normal de labores en que el tractor no está funcionando y también que casi nunca utiliza el 100% de la potencia nominal.

En camiones, este factor varía de un 10 a un 15%. En tractores es más variable y sus límites van del 40% a un 70%, según las condiciones de trabajo en cuanto a requerimientos de potencia .

**Lubricantes y filtros.** Se deben calcular con detalle, según las especificaciones del fabricante, cada cuántas horas le deben cambiar los diferentes tipos de aceites y sus filtros respectivos, el filtro de aire, el de diesel y otros. De este modo, se puede calcular el costo con precisión. Cuando ya se tiene experiencia en casos particulares, se acostumbra ponerlo como un porcentaje del costo del combustible, el cual puede ser de un 10 a un 40%, según los costos locales y el tipo de máquina. Los camiones de basura se acercan al límite inferior, mientras que los tractores casi siempre tienen gastos mayores.

**Llantas.** En los camiones recolectores, la vida de las llantas varía de 1,500 a 2,500 horas, según el pavimento de la ciudad y las condiciones de acceso al relleno. Para tractores, los fabricantes estiman en 4,000 horas la vida de las llantas y en 10,000 horas la de las orugas

En cuanto a los costos de instalación del equipo estacionario como básculas, molinos, bandas, etc., estos normalmente se cargan generalmente al costo directo, dividiendo el costo de instalación entre la vida útil de la máquina de que se trate. .

## 2. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE UN COSTO HORARIO

### a) Información Básica

Vida útil del equipo (VUE)	=	10,000 Hrs.
Valor de adquisición (VA)	=	\$ 230'000,000.0
Valor de rescate (VR)	=	\$ 34'500,000.0

### b) Cargos Fijos

#### - Cargo por Depreciación

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{VA} - \text{VR}}{\text{VUE}} = \frac{230'000,000 - 34'500,000}{10,000} = 19,950 \text{ \$/Hr.}$$

#### - Cargo Financiero

$$\begin{aligned} \text{Tasa de interés (I)} &= \text{CPP (Costo porcentual promedio)} \\ &= 18 \% \text{ (anualizado)} \end{aligned}$$

#### Inversión Promedio

$$\text{Durante la vida útil del equipo} = \frac{\text{VA} + \text{VR}}{2}$$

$$\text{Horas de trabajo anuales (HTA)} = 2,000 \text{ Has.}$$

$$\text{Cargo Financiero} = \frac{230'000,000 + 34'500,000}{2} \cdot \frac{(0.18)}{2,000}$$

Cargo Financiero = 11,902.2 \$/Hora

- Cargo por Seguros

Seguros (S) - Se considera una prima del 1% de la inversión promedio

$$S = \frac{Va + Vr}{2} \cdot \frac{(0.01)}{2,000}$$

$$S = 661.2 \text{ \$/Hr.}$$

- Cargo por Mantenimiento

- Usualmente se estima como un porcentaje del valor de la depreciación del equipo.

- Su valor oscila entre 40% - 200 % de la depreciación

\* Los dos primeros años de operación: 40 %

\* Los siguientes dos años sube al: 100-150 %

\* Posteriormente entre el: 200-300 %

$$\text{Cargo por mantenimiento (primer año)} = 0.4 \times 19,950 = 7,980.0 \text{ \$/Hr.}$$

- Cargo por Almacenaje

Se calcula también como un porcentaje de la depreciación, en este caso se toma un 5 %.

$$\text{Costo almacenaje} = 0.05 \times 19,950 = 997.5 \text{ \$/Hr.}$$

c) Cargos Variables por Combustibles y Lubricantes

- Cargo por Combustibles

Se calculan en función de la potencia de la maquinaria y equivale a 0.2 litros por HP y por hora. Como no se trabaja en forma continua, se toma un factor de servicio del 70 %.

$$\text{Costo combustible} = 0.2 \times \text{HP} \times 0.7 \times (\text{Precio/Litro})$$

- Cargo por Lubricantes (aceite, filtros, grasas)

Tiene dos componentes:

Consumo proporcional a la potencia del motor

$$C_1 = (\text{costo lubricante}) = 0.003 \times \text{HP} \times (\text{Precio/Litro})$$

Consumo por cambio de aceite

$$C_2 = (\text{Costo lubricantes}) = \left( \frac{\text{Capac. carter}}{\text{Horas}} \right) \times (\text{Precio/Litro})$$

$$\text{Costo total lubricante} = C_1 + C_2$$

#### d) Cargos Variables por Mano de Obra

Ejemplo:

Salario            399,900.0 (Salario mínimo mensual)

Tiempo extra

Ayuda Transporte	50,000.00
Total mensual	449,900.0
ISSSTE (11 %)	43,989.0
FOVISSSTE (5 %)	19,995.0

Impuesto sobre nomina (1 %)	3,999.0	
Fondo de retiro (2 %)	7,998.0	
Impuesto estatal (2 %)	7,998.0	Nuevo León
	<hr/>	
Costo Total mensual	533,879.0	(Salario integrado)

$$\frac{\text{Costo Total}}{\text{Salario}} = 1.34 \text{ Factor de salario integrado}$$

### 3. DETERMINACION EMPIRICA DE LOS COSTOS EN LOS SERVICIOS DE ASEO URBANO

#### a) Determinación Empírica del Costo de Recolección

De la experiencia

Generación per-capita = 1.0 Kg/Hab/Día (D.F.)

1 casa tiene alrededor de = 5.0 Hab.

1 mes = 30 Días

Costo de la recolección = 40,000 - 60,000 Pesos/Ton.

$$\text{Basura/Casa/Mes} = \frac{30 \times 1.0 \times 5.0}{1,000} = 0.15 \frac{\text{Ton.}}{\text{Casa x Mes}}$$

$$\text{Costo/Casa/Mes} = 0.15 \times 50,000 = 7,500 \frac{\$}{\text{Casa x Mes}}$$

#### b) Determinación Empírica del costo de Transferencia

Generación por Familia/Mes = 0.15 Ton/Mes

Costo promedio = 12,000 \$/Ton.

Costo Familia/Mes = 12,000 x 0.15 = 1,800 \$/Mes

#### c) Determinación Empírica del Costo de Disposición Final

Generación Familia/Mes = 0.15 Ton/Mes

**Costo Promedio = 15,000 \$/Ton**

**Costo Familia/Mes =  $0.1 \times 15,000 = 2,250$  \$/Mes**

#### 4. DETERMINACION DE TARIFAS EN LOS SISTEMAS DE ASEO URBANO

- a). Se determinan los ingresos esperados por el otorgamiento del servicio.

$$I = C(1 + M)$$

Donde:

I = Ingreso por la recolección

C = Costos totales mensuales

M = Margen de utilidades

- b). Con los ingresos y el número de predios o la generación de residuos sólidos se determinan las tarifas (T):

$$T = \frac{I}{G}$$

T = Tarifa por el servicio de recolección en Pesos/Precio o Pesos/Ton. o Pesos/Tambo

I = Ingresos mensuales en pesos

G = Número de predios o bien la generación en toneladas



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**PARTICIPACION Y CONCERTACION CIUDADANA**

**AMCRES PAC**

## **ASPECTOS SOCIALES DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS**

El manejo de los residuos sólidos es un conjunto de servicios de intrínseca naturaleza social. Esto es, pocos servicios públicos pese a su composición "pública" presentan y requieren tan altos niveles de participación social. El manejo de la basura conlleva a un hecho social. Cada persona, cada familia, una colonia..una ciudad, participan directa o indirectamente en la génesis, desarrollo y posterior disposición de sus desechos.

La generación de residuos es un hecho individual que deriva de un proceso acumulativo que involucra a la sociedad en su conjunto. Todos los elementos de la sociedad tienen roles y funciones bien definidas de participación en torno al manejo de los residuos sólidos tanto individual como colectivamente. De los patrones de comportamiento personal se afectan las magnitudes, de las conductas de grupo se definen sus componentes y de todos depende su impacto en el ambiente.

Pese a esta cualidad social inherente, el manejo de los residuos sólidos no ha mostrado una orientada participación de la sociedad de manera generalizada. Diversas son las modalidades y manifestaciones de participación que se requieren. De manera individual, es necesario actuar para generar menos residuos.

En los casos cuando se han dado manifestaciones importantes, estas se refieren a aspectos particulares con características muy específicas, que convendría analizar como estudio de caso a fin de identificar modalidades que han dado resultado y bajo que condiciones éstas se han generado.

Por lo anterior se concluye que todo elemento de política de mejoramiento del manejo de los residuos sólidos debe tomar como uno de los elementos básicos la orientación de participación social.

Se pueden distinguir tres etapas en la participación ciudadana en relación al manejo de los residuos sólidos. La forma más avanzada de estas etapas es la participación individual, la actitud

consciente de cada persona en favor de una racionalidad en la generación de residuos, buscando generar la menor basura posible o quizá orientándose hacia la idea ecologista de no generar residuos. En esta etapa se encuentra ubicado también el proceso de selección o separación en la fuente.

Esta etapa en la actualidad tiene pocas posibilidades de éxito si se le considera como un hecho generalizado. En la mayoría de las ciudades en las que ya se puede hablar de esta etapa se manifiesta como hechos poco sistemáticos y más bien de carácter zonal, regional o local, sin poder extender su alcance al entero de las localidades.

Una segunda etapa de transición, pero muy importante ejercicio cívico urbano, lo constituye la participación social de grupo, orientada a fortalecer y mejorar los vínculos de la ciudadanía como grupo con los servicios inherentes al manejo de los residuos sólidos. En general esta etapa se orienta a superar el reto que representa la aceptación de la infraestructura del servicio en un entorno determinado. El fenómeno mundial relacionado con las siglas NIMBY, no en mi patio, ha sido uno de los factores que mayormente han condicionado la evolución del servicio o en su caso han incrementado su costo a límites que ciudades de economías en desarrollo difícilmente pueden sufragar.

Este nivel como paso intermedio en la actualidad constituye la forma de participación social más importante en ciudades que como la nuestra que empieza un proceso de desarrollo, en donde la infraestructura básica se convierte en la plataforma de despegue de toda política o de la instrumentación de acciones de mejoramiento.

Esta etapa representa un reto a las autoridades e implica transformaciones de fondo tanto en los conceptos como en la definición de sistemas y procedimientos.

Lo anterior significa un cambio en las prácticas administrativas y una revisión a las condiciones del manejo de los residuos sólidos.

El primer obstáculo que presenta la participación ciudadana es la asociación peyorativa de la

basura en su manejo. Efectivamente, a lo largo de los años en nuestras ciudades el manejo se había mantenido en condiciones de rezago con respecto a otros servicios urbanos. Presupuestal, administrativa y operativamente no se consideraba como servicio prioritario, lo que institucionalmente condicionó su manejo y sus impactos en el entorno social y en el ambiente.

En el caso de la ciudad de México la memoria urbana registra hasta hace muy pocos años las grandes montañas de basura en los tiraderos, el desprendimiento de olores y gases la proliferación de fauna nociva en su alrededor, las escenas de ventas de subproductos. Situaciones semejantes se grabaron en la población en torno a las antiguas estaciones de transferencia.

Ante este panorama toda acción de exhortación de cambio se enfrentaba a la resistencia natural de la ciudadanía, convirtiéndose la participación de grupo en un rechazo total a sus nuevas construcciones y a la operación de las ya existentes.

Por otra parte, existía una firme convicción de cambio. Los grandes requerimientos ambientales de la Ciudad de México, la dinámica urbana y la existencia de grandes déficits a nuevas formas de manejo y administración, en donde la conformación de infraestructura básica representaba el papel más importante. Y este constituía paradójicamente el mayor concepto de oposición de la ciudadanía.

Derivado de lo anterior, fue necesario instrumentar políticas o acciones para lograr el apoyo ciudadano para estas acciones que actualmente constituyen uno de los elementos variables más importantes en el manejo de los residuos sólidos de esta capital.

Esta concepción implicó lo siguiente:

- Considerar el manejo de los residuos sólidos como prioritario, eliminando la asociación peyorativa de la basura a las prácticas institucionales, presupuestales, administrativas, etc.

- Conferirle al manejo de la basura características ambientales sanitarias, de funcionalidad y de imagen urbana.
- Iniciar acciones para conformar casos ejemplos de operación controlada con las características antes señaladas para contar con efectos demostración efectivos.
- Establecer compromisos y responsabilidades específicas de las autoridades; y derechos y obligaciones de los habitantes.
- Establecer un mecanismo de trabajo social urbano para atender las demandas, dar respuesta a dudas y en general explicar el contenido y alcances de las acciones específicas a diferentes niveles, individual, familiar, grupal, regional, etc.
- Formar comites de vigilancia ciudadana para controlar los impactos al ambiente, los efectos en el entorno urbano, la funcionalidad vial y la imagen de las instalaciones.

Todas estas consideraciones se sustentaban en una efectiva convicción política de mejorar el manejo de los residuos sólidos asumiendo compromisos que definitivamente deberían instrumentarse, viéndose resultados en el corto plazo que paulatinamente lograrían la aceptación de la población a la infraestructura básica.

Grandes fueron los esfuerzos de concentración, múltiples demandas que atender y responder, pero finalmente, los habitantes de la Ciudad de México y las autoridades han ido ejercitando nuevas formas de relación en el manejo de los residuos sólidos y con ello se ha venido conformando la infraestructura básica para alcanzar nuevos estadios de desarrollo y así contar con la plataforma para atender formas más avanzadas de participación social.

Un ejemplo de caso podría ilustrar este proceso, para lo cual mencionaremos la construcción de la estación de Transferencia Tlalpan.

Finalmente, la tercera etapa de participación se refiere al nivel inicial de ubicación y

concientización del problema, a la etapa de conocimiento básico a la aceptación y disposición para conocer el problema.

Esta es una fase que paralelamente se ha trabajado a nivel de unidad básica y de alguna forma de comunicación masiva.

Es por ello que a continuación se presenta una muestra de los mecanismos utilizados para estimular la participación de la población en el apoyo a la construcción y operación de estaciones de transferencia.

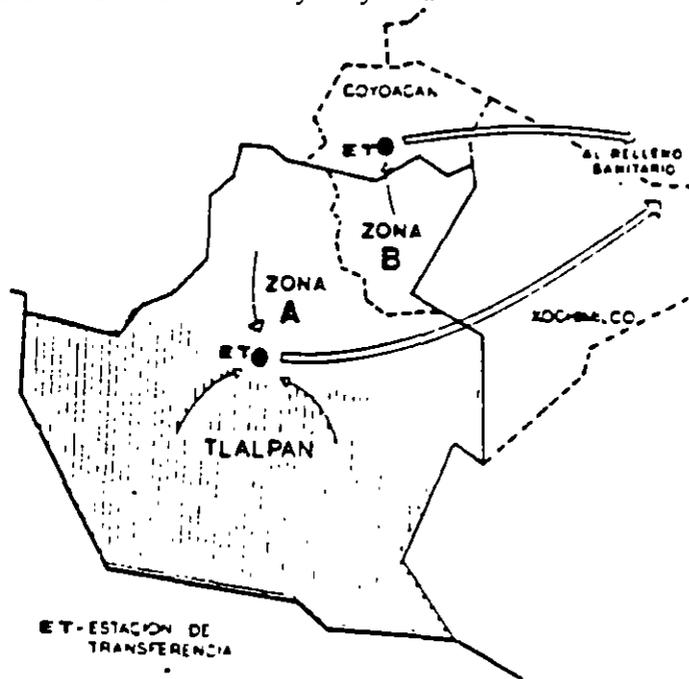
Un ejemplo de caso podría ilustrar este proceso, para lo cual mencionaremos la construcción de la Estación de Transferencia Tlalpan.

La ciudad de México esta constituida por 16 delegaciones políticas que en un conjunto suman una extensión de 1499 Km<sup>2</sup> con una población de 8'235,744 habitantes.

Al sur de la Ciudad se localiza la Delegación Tlalpan, la cual cuenta con una superficie de 312 Km<sup>2</sup>, que la convierte en la Delegación más extensa, y representa 20.8 % del territorio del Distrito Federal. Limita al norte con las Delegaciones Alvaro Obregón y Coyoacán, al este con Xochimilco y Milpa Alta, al Sur con el estado de Morelos y al Oeste con el Estado de México y la Delegación Magdalena Contreras. Los principales componentes climáticos como la temperatura y la humedad están acondicionados por la presencia de sierras Ajusco y Xitlem, sitios que por su riqueza forestal constituyen reservas de fauna y flora actúan aunque cada vez menos, como equilibradores del clima dentro de la cuenca del Valle de México. Estos sitios son parte de la reserva ecológica considerados como parques nacionales.

La Delegación comprende 8 pueblos, 7 barrios, 143 colonias, que integran 104,292 viviendas. El 70% del territorio pertenece a comuneros, el 17% a particulares, el 10% al Gobierno Federal y el 3% a ejidatarios. Tiene una población de 484,866 habitantes que generan alrededor de 681 toneladas día de residuos sólidos.

En la década de los 80's esta delegación presentaba una problemática de gran envergadura al albergar un tiradero a cielo abierto en las inmediaciones del Ajusco, lo que condicionó por años el manejo de los residuos; además de contar con una recolección ineficiente motivada por los largos recorridos que realizaban los camiones recolectores - hasta 34 Km de ida y vuelta -, ya que por carecer de una estación de transferencia, se veían obligados a depositar sus residuos en las estaciones de Xochimilco y Coyoacán.



En este sentido, las autoridades de Departamento del Distrito Federal iniciaron un análisis sobre la problemática existente en donde se determinó la necesidad de construir una estación de transferencia.

Es así como se realizan los estudios preliminares que pueden identificar que la ubicación más adecuada para la construcción de la estación, es en el kilómetro 5.5 de la carretera Picacho-Ajusco por las características topográficas que presenta este lugar, como son: una gran sistema de elevaciones de origen volcánico con un alto grado de fractura, acumulación de roca volcánica que forma depósitos de gran espesor y en general las texturas son del tipo francoarenoso, la consistencia suelta pulvurulenta y firable cuando los suelos están muy secos.

No obstante en sus inicios de edificación se empiezan a dar manifestaciones sociales en contra de su construcción, participando en estas desde asociaciones de colonos, padres de familia hasta grupos ecologistas que pertenecen a estratos socioeconómicos distintos y la existencia de una escuela privada que condicionaba su instalación.

Esta situación obligó a las autoridades a llevar a cabo un amplio programa de difusión y concertación con los distintos grupos sociales, que consistió desde pláticas personales, visitas a escuelas, programas de radio y juntas locales con apoyo de material didáctico: láminas, maquetas, trípticos, entre otros, explicándoles claramente en que consistía la instalación de este tipo de infraestructura. Asimismo, se les otorgó información respecto a los beneficios adicionales que obtendrían con obras complementarias como pavimentación de calles, incorporación de un tercer carril vial en la carretera Picacho-Ajusco, áreas arboladas, estacionamiento para el Colegio de México, etc; además de concientizarlos de que se requería mejorar los sistemas de manejo de los residuos que se estaban convirtiendo en un grave problema en la zona.

Derivado de lo anterior se creó un comité de vigilancia integrado principalmente por representantes de los distintos grupos involucrados, el cual tenía como finalidad llevar a cabo la supervisión y vigilancia de las emisiones al ambiente, el funcionamiento vial y los aspectos al entorno.

Bajo este contexto se definió la construcción de la Estación de Transferencia Tlalpan, con los criterios y especificaciones acorde a los requerimientos de operación y a las demandas ciudadanas.

La Estación de Transferencia Tlalpan con una capacidad instalada de 700 toneladas día, comprende una superficie total de 25,000 m<sup>2</sup> de los cuales 15,000 m<sup>2</sup> se destinaron a áreas verdes y la creación de un pequeño bosque que, junto con los árboles de la zona, demandaron la plantación de 1,000 árboles así como de cientos de plantas y flores.

Para evitar posibles encolamientos de vehículos recolectores fuera de la estación así como para agilizar el tráfico vehicular, se construyeron 5,000 m<sup>2</sup> de vialidad interna.

La estación cuenta con instalaciones totalmente cubiertas con lámina multipanel; muros de block para amortiguamiento de ruidos; tolvas para la descarga de residuos con dispositivos atomizadores para contrarrestar la emisión de polvos y olores; sistemas de depuración de aire; sistema hidroneumático para lavado y riego y cisternas de agua potable y de agua tratada para riego y lavado, elementos técnicos y ecológicos de avanzada que le dá una presencia urbanística más estética acorde a las características de la zona.

Además, cuenta con barda perimetral, rampas de entrada y salida de recolectores, taller de mantenimiento, área administrativa, estacionamiento y sanitarios.

Posterior a la Estación de transferencia Tlalpan, y siguiendo los mismos criterios empleados, se construyeron las estaciones Alvaro Obregón y Central de Abasto II, así como la rehabilitación de las existentes en Coyoacán, Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo y Central de Abasto I.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**DESARROLLO INSTITUCIONAL EN LOS SISTEMAS  
DE MANEJO DE LOS R.S.M.**

**AMCRES PAC**

**1. REALIDADES Y NECESIDADES (A DISMINUIR)**

- Alta densidad e incremento acelerado de la población urbana.
- Incremento de la generación de residuos por habitante.
- La cantidad de residuos se duplica cada quince años.
- Menos contenido de biodegradables y más contaminantes peligrosos.
- Crisis económica que limita el pago de salarios, el gasto y la importación de equipos y repuestos.

**FUENTE: OPS/91 (Francisco Zepeda Porras)**

## **2. ¿QUE ENTENDEMOS COMO DESARROLLO INSTITUCIONAL?**

Es una **metodología** que nos permite **por medio de técnicas y procedimientos administrativos** específicos, efectuar un **proceso planificado de cambio** para que los servicios alcancen sus objetivos, metas, programas y acciones **adaptándolos permanentemente a las instituciones y a las demandas del ambiente.**

### **¿Dónde Aplicarlo?**

En las localidades, municipios, regiones , países o bloques económicos.

### **¿Cuándo Aplicarlo?**

En cada comunidad, pueblo y sociedad que desea **promover, delimitar y adaptar el cambio en sus instituciones sociales básicas.**

### **¿Por Qué o Para qué Aplicarlo?**

Con el fin de mejorar o transformar sus condiciones educativas, políticas, socio-culturales y económicas a nuevos estadios de bienestar.

### **¿Cómo Alcanzarlo?**

Con deseo, imaginación, técnica, adaptación y voluntad de realizar los cambios que sean necesarios y que permitan transformar el ambiente y las organizaciones sociales que sean indispensables innovar.

## **Resumiendo**

Conjuntando todos los conceptos anteriormente vertidos, diremos que **para que exista** la posibilidad del **desarrollo institucional**, **es necesario que exista la actitud** y **la aptitud individual y colectiva para el cambio**.

### **3. ESTRUCTURAS DE ORGANIZACION FACTIBLES EN EL SISTEMA DE CONTROL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS**

Para que exista la posibilidad de aplicar el desarrollo institucional es necesario **crear o tener un organismo operador del sistema, sea éste, con una estructura jurídico-administrativa simple o compleja** y considerando los recursos humanos, materiales, financieros y de información de que disponga la localidad rural o urbana del país en donde se desarrolle el estudio.

Es por ello, que en el caso de nuestro país (México), es de suma importancia el realizar de manera específica y detallada el estudio de las:

#### **Bases Jurídico-Administrativas**

Ante las crecientes demandas de los ciudadanos para que sus comunidades cuenten con infraestructura y condiciones que promuevan el desarrollo económico de sus localidades, **el Gobierno Federal estableció en los Artículos 115 fracción III inciso c) y 124 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el que los servicios públicos deben de ser regulados por las leyes que expidan las Legislaturas Estatales.**

Por otro lado, en el ámbito jurídico municipal, las **LEYES ORGANICAS** son las que **deben de precisar las bases para estructurar** las áreas que prestan los **servicios públicos**, además de **establecer los procedimientos jurídico-administrativos para crear, organizar y operar** estos servicios.

**En México, las Estructuras Jurídico-Administrativas para Prestar el Servicio Público de Limpia, son las siguientes:**

- a) Centralización o prestación directa del Ayuntamiento,
- b) Organismo o Empresa Descentralizada.

- c) Empresa Intermunicipal,
- d) Empresa Mixta o de Participación Estatal, y
- e) Empresa Concesionada.

Sin embargo, en nuestro ámbito Jurídico-Organizacional se contemplan otras posibilidades como son:

- f) Organismo Desconcentrado,
- g) Fideicomiso, y
- h) Sociedad Cooperativa.

Pasemos ahora, a ver en los siguientes cuadros esquemáticos las principales características de cada uno de ellos y a presentarles por medio de un análisis de ventajas y desventajas de cada uno:

**Estructura Jurídico-Administrativa Centralizada**

EM-PRESA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p align="center">ORGA-NISMO MUNI-CIPAL CEN-TRALI-ZADO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las Leyes Orgánicas otorgan a los Organos Municipales poderes de decisión, de nombramiento, de mando, de revisión, de vigilancia, de disciplina para resolver los conflictos de su competencia.</li> <li>• Se encuentran concentrados dichos poderes en un número reducido de órganos facultados para ello</li> <li>• Emplea su propia organización y sus recursos.</li> <li>• Los servicios se encuentran bajo dependencia de otros órganos administrativos (línea jerárquica del municipio)</li> <li>• Dicha concentración abarca aspectos técnicos y administrativos.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Ayuntamiento asigna recursos para la realización de los servicios públicos</li> <li>2. Está facultado para llevar a cabo las funciones de revisión y vigilancia sobre las actividades realizadas por los órganos municipales que llevan a cabo la prestación de los servicios públicos.</li> <li>3. El servicio es permanente. No se interrumpe por cambio de administración o por huelga.</li> <li>4. Financiamiento y ayuda técnica nacional e internacional.</li> <li>5. Posibilidad de establecer un derecho por servicio.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En ocasiones los recursos técnicos y administrativos que designa el Ayuntamiento no son suficientes para la realización de los servicios públicos.</li> <li>2. No existe continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos en cada cambio de administración municipal.</li> <li>3. Subordinación de los intereses comunitarios con relación a los intereses gubernamentales</li> <li>4. Falta de capacidad técnica y administrativa para llevar a cabo la prestación de los servicios públicos de manera eficiente, para satisfacer oportunamente las necesidades de la comunidad</li> <li>5. Altos costos de operación, lo cual constituye una carga excesiva para el gobierno municipal.</li> <li>6. Endeudamiento por la adquisición de préstamos que rebasan la capacidad de pago de los gobiernos municipales.</li> <li>7. Exceso de burocratismo en las áreas operativas y administrativas.</li> </ol>

**Estructura Jurídico-Administrativa Descentralizada**

EM-PRESA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p align="center">ORGA-NISMO  PUBLI-CO  DESCEN-TRALI-ZADO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Se crea a través de un decreto, expedido por la Legislatura del Estado, que regula su estructura y funcionamiento, precisando sus fines, denominación, patrimonio, órganos; sus relaciones con el personal y usuarios del servicio y demás actividades propias de su organización.</li> <li>* Tiene por objetivo realizar eficientemente la prestación de un servicio público de la administración central.</li> <li>* Cuenta con personalidad jurídica y patrimonio propio para realizar sus funciones.</li> <li>* Acepta la aplicación del derecho privado cuando efectúa sus relaciones mercantiles, pero su régimen general es de derecho público.</li> <li>* La liquidación es determinada por la Legislatura del Estado cuando no cumpla sus objetivos o no sea conveniente para la economía estatal.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El gobierno controla y vigila el funcionamiento de sus actividades, por medio de Consejos de Administración, sin que exista dependencia jerárquica (autonomía)</li> <li>2. Puede adoptar el régimen de una sociedad mercantil.</li> <li>3. No son aplicables los principios de derecho privado a las instituciones descentralizadas. Se crea un estricto régimen de derecho público al afectar el Estado sus bienes a propósitos de interés general.</li> <li>4. Sólo cuando se establezca en el decreto que origine su creación, puede regirse por el derecho privado.</li> <li>5. En caso de liquidar a la entidad, los bienes se reintegren al patrimonio general del Ayuntamiento</li> <li>6. En muchos casos, la administración se realiza a través de procedimientos análogos a los de la empresa privada.</li> <li>7. Se entrega el manejo del servicio a los que tienen la preparación técnica necesaria.</li> <li>8. Puede llegar a sostenerse con sus propios recursos Por medio de cuotas o tarifas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se presenta la intervención de factores políticos en la administración general de la empresa.</li> <li>2. No existe continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos en cada cambio de administración municipal.</li> <li>3. En algunos casos el personal es seleccionado de acuerdo a las influencias políticas, y no porque tenga competencia profesional para realizar las funciones asignadas.</li> <li>4. El gobierno debe de proveer (en primera instancia) de recursos a la entidad para que lleve a cabo sus funciones, por lo que en ocasiones se presentan problemas económicos y administrativos para prestar los servicios públicos.</li> </ol>

**Estructura Jurídico-Administrativa Intermunicipal**

EM-PRESA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
EM-PRESA INTER MUNICIPAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Es la asociación de dos o más municipios para prestar un servicio a la comunidad asentada dentro de sus ámbitos territoriales.</li> <li>* Es un organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio.</li> <li>* Su creación está fundamentada en el Artículo 115 Constitucional y en las Leyes Orgánicas Municipales.</li> <li>* Los estatutos legales que la rigen son los mismos que los de los organismos descentralizados.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los gastos de operación generados por la prestación del servicio público es compartido por los municipios.</li> <li>2. Los municipios involucrados procuran los elementos necesarios para mantener la unidad, vigilancia y control de la empresa intermunicipal.</li> <li>3. Sólo cuando lo establezca en el decreto que origina su creación, puede regirse por el derecho privado.</li> <li>4. En caso de liquidar a la entidad, los bienes se reintegran al patrimonio general de los Ayuntamientos.</li> <li>5. En muchos casos, la administración se realiza a través de procedimientos análogos a los de la empresa privada</li> <li>6. Se entrega el manejo del servicio a los que tienen la preparación técnica necesaria.</li> <li>7. Puede llegar a sostenerse con sus propios recursos por medio de cuotas o tarifas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las necesidades no son las mismas en los municipios asociados, por lo que se dificulta la prestación oportuna de los servicios.</li> <li>2. Los costos de operación pueden incrementarse debido a la falta de coordinación existente entre los municipios asociados.</li> <li>3. Se presenta la intervención de factores políticos en la administración general de la empresa.</li> <li>4. No existe continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos cada cambio de administración municipal.</li> <li>5. El personal puede ser seleccionado de acuerdo a las influencias políticas, y no porque tenga competencia para realizar las funciones asignadas</li> <li>6. El gobierno debe proveer (en primer instancia) de recursos a la entidad para que lleve a cabo sus funciones, por lo que en ocasiones se presentan problemas económicos y administrativos para prestar el servicio público.</li> </ol>

**Estructura Jurídico-Administrativa Mixta o de Participación Estatal**

EM-PRESA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p align="center">EM-PRESA DE ECO-NOMIA MIXTA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene por objetivo prestar un servicio bajo las normas de derecho privado, pero con la intervención del poder público.</li> <li>• Para ser considerada empresa de economía mixta o de participación estatal, se requiere que:             <ul style="list-style-type: none"> <li>a) El gobierno aporte o sea propietario de más o menos del 50% del capital social (mayoritaria o minoritaria).</li> <li>b) Que figuren acciones en el capital social que sólo puedan ser suscritas por el Gobierno</li> <li>c) Que corresponda al Gobierno hacer nombramientos a nivel de Junta Directiva o Directivo, o cuando pueda vetar los acuerdos de la Asamblea General.</li> </ul> </li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El gobierno vigila y controla el funcionamiento de sus actividades.</li> <li>2. Puede adoptar el régimen de una sociedad mercantil.</li> <li>3. La administración se realiza a través de procedimientos análogos a los de la empresa privada.</li> <li>4. Puede llegar a sostenerse con sus propios recursos</li> <li>5. El gobierno puede intervenir en el establecimiento de tarifas.</li> <li>6. Se entrega el manejo del servicio a personal con la preparación técnica necesaria.</li> <li>7. Existe mayor flexibilidad en la operación total de la organización y del sistema.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se presenta la intervención de factores políticos en la administración general de la empresa.</li> <li>2. Se puede presentar el caso de que no exista continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos en cada cambio de administración municipal.</li> <li>3. En algunos casos, el personal es seleccionado de acuerdo a las influencias políticas, y no porque tenga competencia profesional para realizar las funciones asignadas.</li> <li>4. No existen normas que concilien su carácter privado con las funciones públicas.</li> </ol>

Estructura Jurídico-Administrativa Concesionada			
EM-PRESA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CONCESION DEL SERVICIO PUBLICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La Administración Estatal establece un derecho a favor de un particular para que maneje un servicio por un plazo determinado y bajo condiciones precisas, de naturaleza contractual y reglamentaria.</li> <li>▪ Está sujeta a las normas que dicten las Leyes Orgánicas Municipales.</li> <li>▪ Es de carácter temporal (15 años generalmente).</li> <li>▪ Durante su vigencia el concesionario puede obtener una utilidad razonable de sus inversiones y recuperar su importe por medio de cuotas que los usuarios pagan por el servicio</li> <li>▪ Existe el derecho de reversión, mediante el cual los bienes afectados en la concesión, pasan al Estado al término de ésta.</li> <li>▪ La concesión puede terminar anticipadamente, mediante indemnización al concesionario.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A través de la concesión se fija la organización y funcionamiento, horarios, tarifas, derechos de usuarios, etc. para la prestación del servicio.</li> <li>2. El gobierno puede intervenir en.               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) El establecimiento de tarifas.</li> <li>b) Puede ejercer el control que le corresponde para asegurarse que el concesionario tiene la competencia y medios para la explotación de la concesión.</li> <li>c) Puede variar unilateralmente las condiciones de la concesión.</li> </ol> </li> <li>3. El concesionario es el que efectúa los gastos de la concesión, realiza la gestión del servicio y está obligado a conservar los bienes durante la concesión.</li> <li>4. Al término de la concesión los bienes pasan a ser patrimonio general del Ayuntamiento.</li> <li>5 La administración es totalmente privada.</li> <li>6. Se sostiene con sus propios recursos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los beneficios económicos que se generen por la prestación del servicio, quedan en posesión del concesionario.</li> <li>2. Difícilmente se tendrán concesionarios (inversionistas) que acepten concesiones por un término menor a 15 años.</li> </ol>

**Estructura Jurídico-Administrativa Desconcentrada**

EM-PRESA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>ORGANISMO PÚBLICO DESCONCENTRADO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Un organismo desconcentrado tiene por objetivo favorecer el desarrollo integral de las entidades federativas, previo cumplimiento de las formalidades establecidas.</li> <li>* Es una alternativa con que cuenta el gobierno central para coordinar y controlar directamente sus recursos.</li> <li>* A nivel municipal se deben establecer convenios de desconcentración, según lo establecido en el Artículo 22 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 El Ayuntamiento asigna recursos para la realización de los servicios públicos.</li> <li>2. Está facultado para llevar a cabo las funciones de revisión y vigilancia sobre las actividades realizadas por los órganos municipales que llevan a cabo la prestación de los servicios públicos.</li> <li>3. No son aplicables los principios de derecho privado a las instituciones desconcentradas, debido a que se crea un estricto régimen de derecho público.</li> <li>4. En caso de liquidar a la empresa los bienes patrimoniales se reintegran al Ayuntamiento.</li> <li>5. Se entrega el manejo del servicio público a los que tienen la preparación técnica necesaria.</li> <li>6 Son autónomos del Ayuntamiento para cumplir con la función técnica que se les encomendó.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En ocasiones los recursos técnicos y administrativos que designa el Ayuntamiento no son suficientes para la realización de los servicios públicos</li> <li>2. No existe continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos en cada cambio de administración municipal.</li> <li>3. Subordinación de los intereses comunitarios con relación a los intereses gubernamentales.</li> <li>4. En algunos casos el personal es seleccionado de acuerdo a influencias políticas, y no porque tengan competencia profesional para realizar las funciones asignadas</li> <li>5. Altos costos de operación, lo cual constituye una carga excesiva para el gobierno municipal.</li> <li>6. Endeudamiento por la adquisición de préstamos que rebasan la capacidad de pago de los gobiernos municipales.</li> <li>7. El ejercicio y control del presupuesto lo ejerce el ayuntamiento.</li> <li>8. No lo consideran generalmente las Constituciones Políticas de los Estados y las Leyes Orgánicas Municipales.</li> </ol>

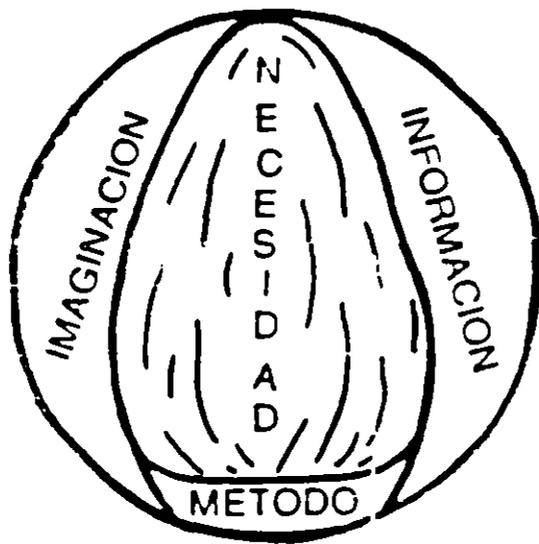
E

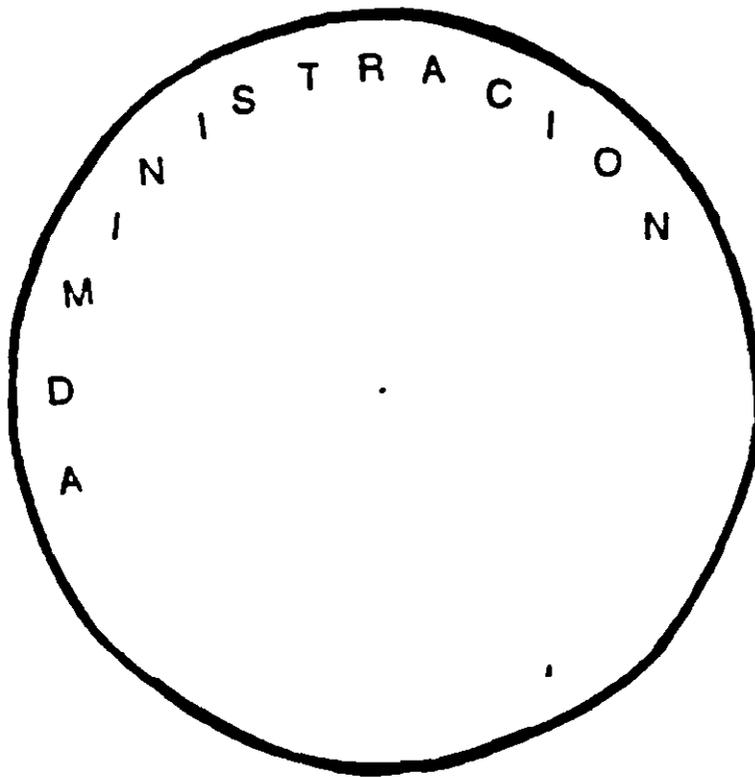
**Estructura Jurídico-Administrativa Fiduciaria**

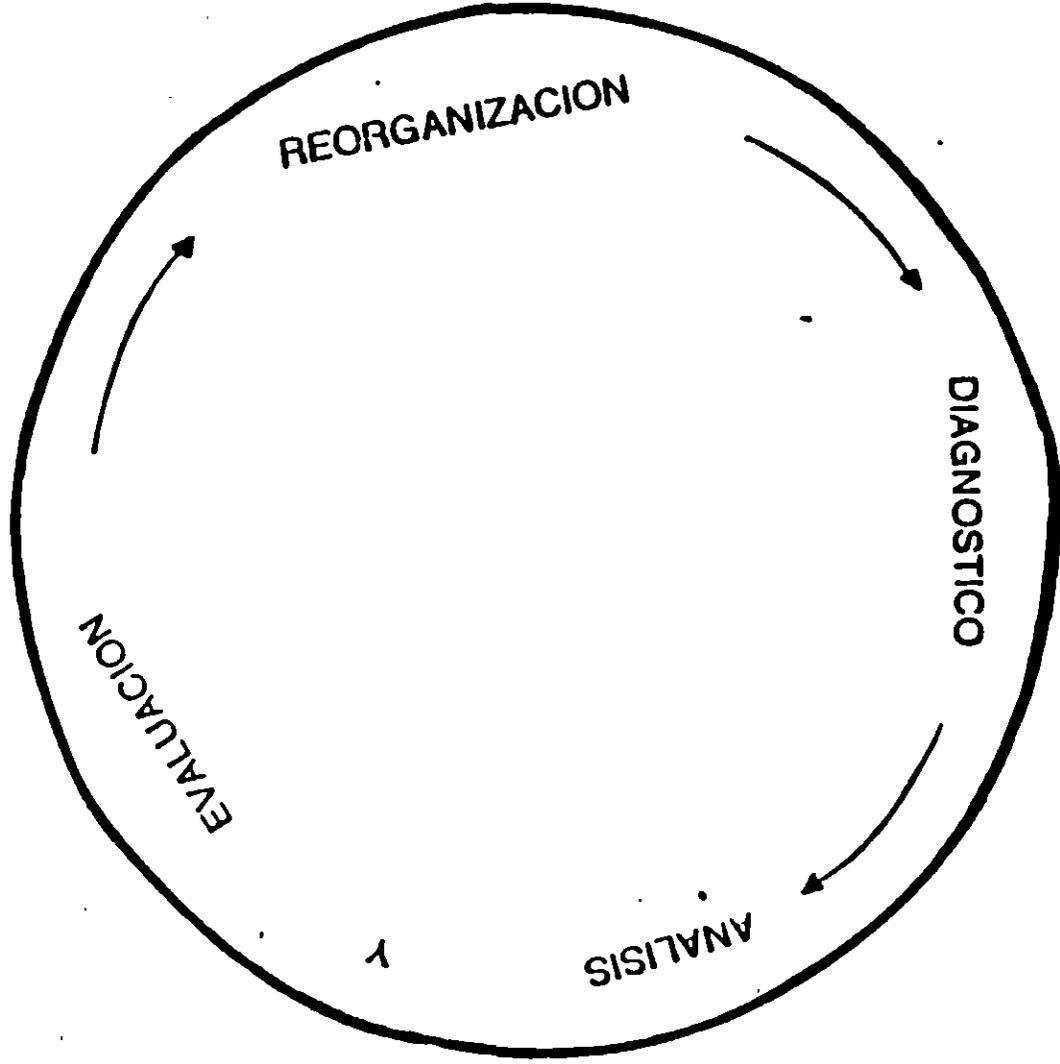
EM-PRESA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
FIDEI-COMISO	<ul style="list-style-type: none"> <li>* La Ley General de Instituciones de Crédito establece que puede ser objeto del fideicomiso toda clase de bienes que sean estrictamente personales de su titular.</li> <li>* En un fideicomiso participan fideicomitente, fideicomisario y el fiduciario.</li> <li>* No es necesario que se nombre al fideicomisario.</li> <li>* Pueden ser fideicomitentes autoridades judiciales o administrativas cuando el objeto del fideicomiso lo constituyan bienes cuya guarda, conservación, administración, liquidación, reparto o enajenación corresponda a dichas autoridades o a las personas designadas por éstas.</li> <li>* Se extingue:               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cuando se cumple el objetivo</li> <li>b) Por ser imposible su cumplimiento.</li> <li>c) Por no realizarse dentro del término establecido o 20 años después.</li> </ul> </li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El gobierno controla y vigila el funcionamiento de sus actividades.</li> <li>2. Constituye una fuente de financiamiento para las empresas públicas y/o privadas.</li> <li>3. Puede llegar a sostenerse con sus propios recursos.</li> <li>4. En muchos casos, la administración se realiza a través de procedimientos análogos a los de la empresa privada.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se presenta la intervención de factores políticos en la administración general de la empresa.</li> <li>2. No existe continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos en cada cambio de administración municipal.</li> <li>3. En ocasiones, el personal es seleccionado de acuerdo a las influencias políticas, y no porque tenga competencia para realizar las funciones asignadas.</li> <li>4. Existe la posibilidad de que los recursos económicos obtenidos no sean los suficientes para llevar a cabo la prestación del servicio de limpia.</li> </ol>

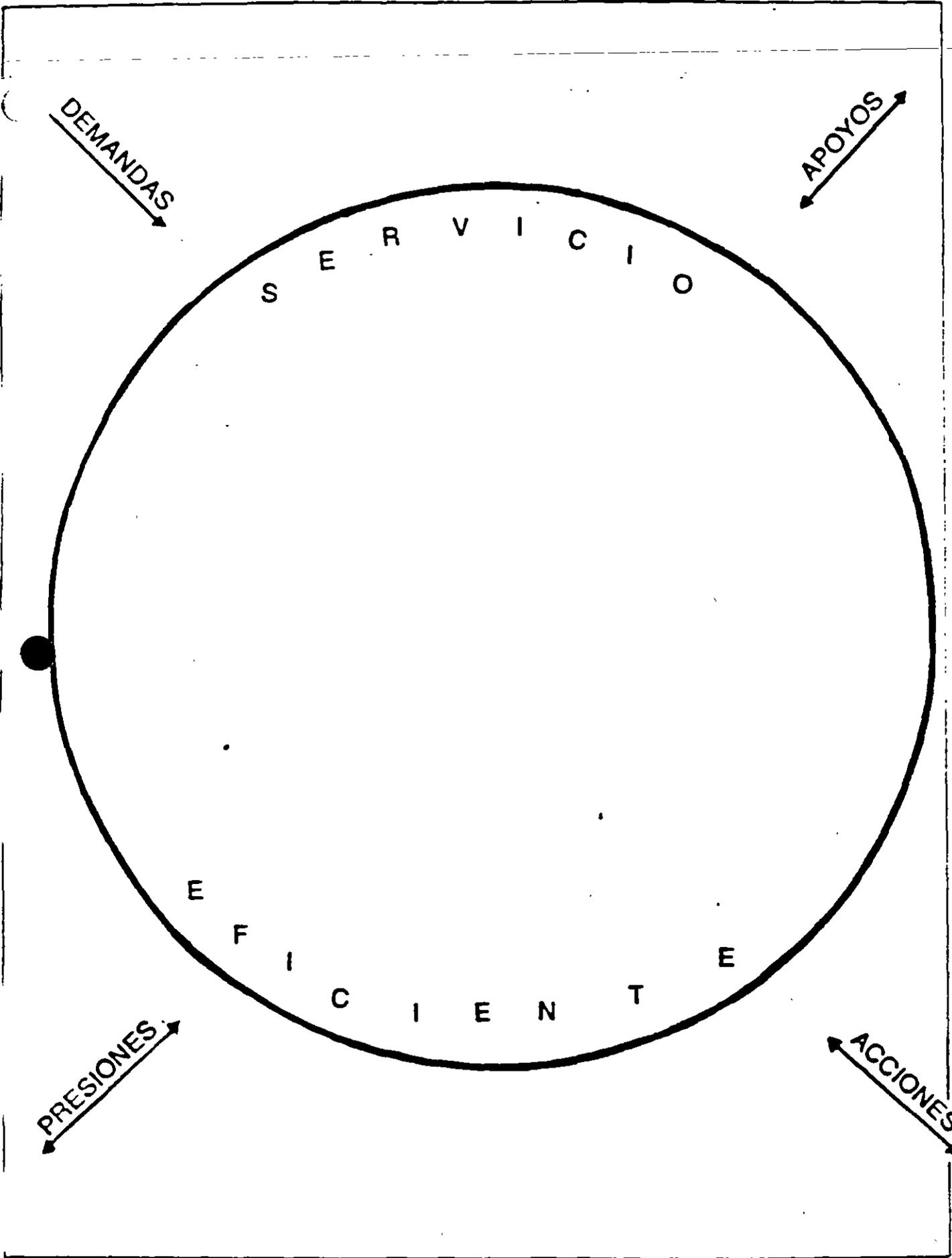
**Estructura Jurídico-Administrativa de Sociedad Cooperativa**

EM-PRESA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>ORGA-NIZA-CION</p> <p>COO-PERA-TIVA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Está integrada por individuos de la clase trabajadora.</li> <li>* Tiene por objetivo el procurar el mejoramiento social y económico de sus socios.</li> <li>* Su creación se da a través de la concesión del servicio por parte del gobierno a los trabajadores.</li> <li>* Cuenta con personalidad jurídica y patrimonio propio.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los trabajadores reciben directamente los beneficios de su trabajo.</li> <li>2. Debido a lo anterior, pueden mejorar su nivel económico-social.</li> <li>3. Al tener calidad de socios, cuentan con prestaciones sociales, participan del reparto de utilidades, así como de otros beneficios sociales.</li> <li>4. Debido a que se trata de una concesión del servicio, el gobierno puede regular su funcionamiento de acuerdo a lo señalado en el apartado correspondiente a la concesión.</li> <li>5. Se da el mismo tratamiento que a las concesiones de servicios públicos.</li> <li>6. Realizan actividades remunerativas de su interés, acordes con su nivel académico.</li> <li>7. Existe la posibilidad de que su familia participe en las actividades de la cooperativa, aumentando su ingreso económico.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de asistencia técnica adecuada que permita la actualización de sus tecnologías, la optimización de recursos y el mejoramiento de los sistemas de producción y administración.</li> <li>2. Se requiere diseñar e implantar programas de capacitación y desarrollo para su personal</li> <li>3. Falta de fluidez en la tramitación de los apoyos crediticios, financieros y fiscales requeridos para la operación de la cooperativa.</li> <li>4. No se cuenta con una estructura comercial que facilite la introducción de su producción en el mercado de bienes y servicios.</li> <li>5. Existencia de burocracia administrativa que no agiliza la constitución y desarrollo de las organizaciones cooperativas.</li> </ol>

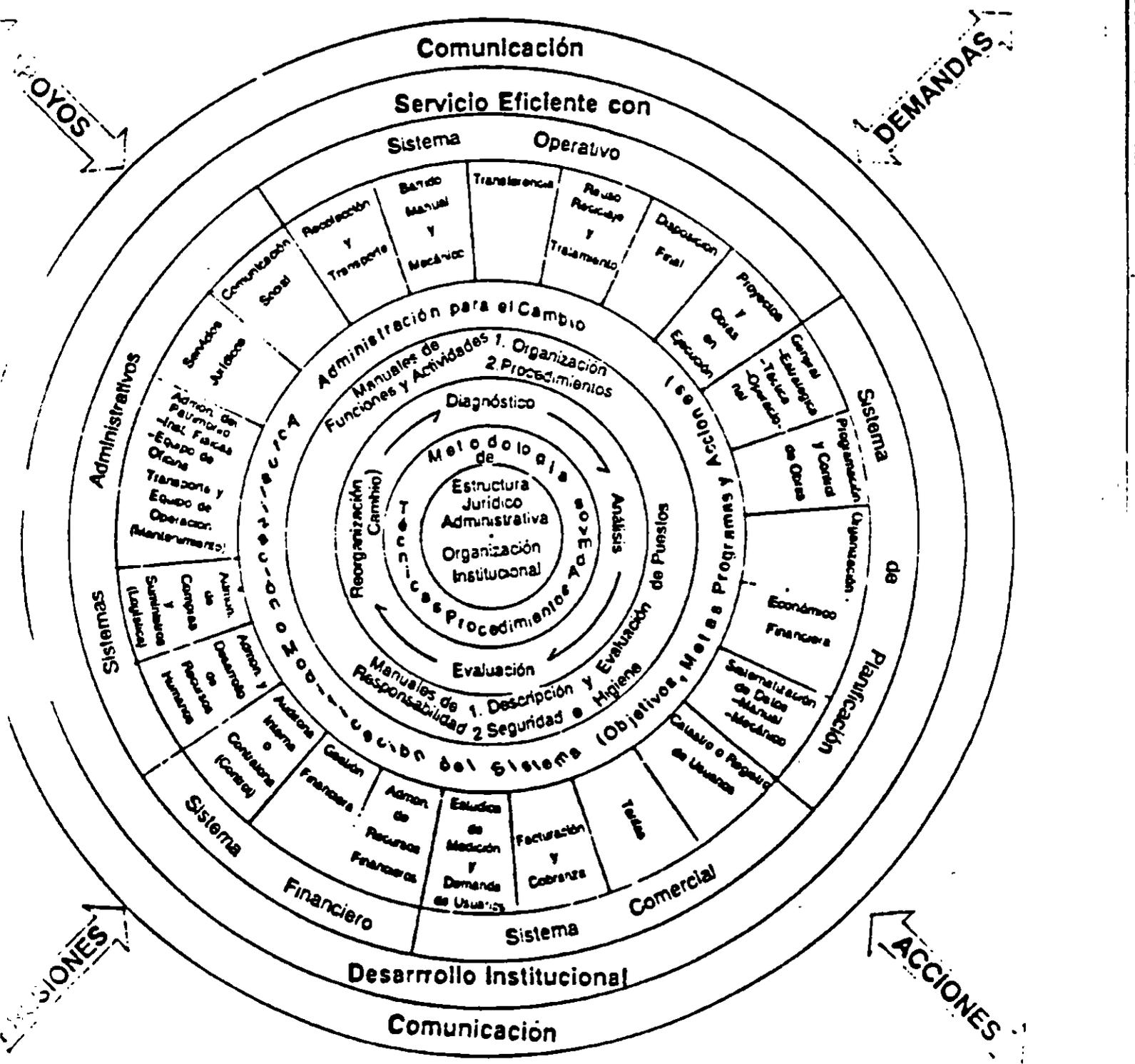




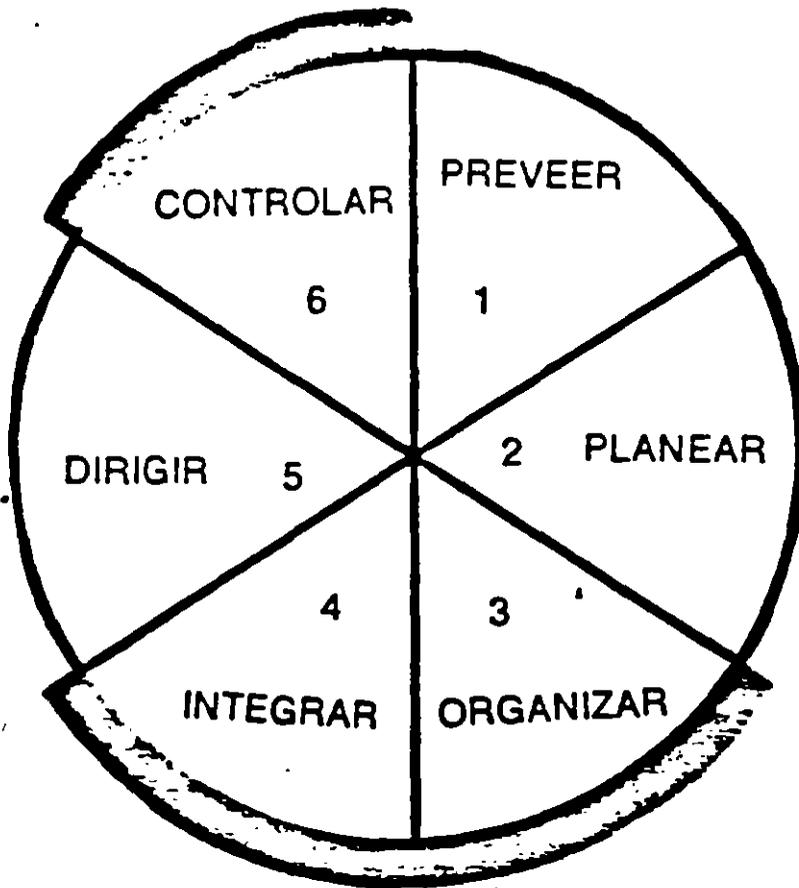




# 4. SISTEMA DE ORGANISMO OPERADOR PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.



# PROCESO ADMINISTRATIVO



ETAPA	FASES	MEDIOS
PREVER	<p>INTERPRETACION DE RESULTADOS (ANALISIS E)</p> <p>PROBLEMATICA (IDEAS)</p> <p>ESTRATEGIAS (A IMPLANTAR)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- REPORTES O INFORMES</li> <li>- ESTADISTICAS</li> <li>- GRAFICAS</li> <li>- ESTUDIO O ANALISIS DE SITUACIONES O CASOS</li> <li>- TORMENTA O LLUVIA DE IDEAS</li> <li>- DEMOSTRACIONES</li> <li>- FLEXIBILIDAD O ADAPTACION</li> <li>- DIAGNOSTICOS INSTITUCIONALES A NIVEL NACIONAL DE LOS ORGANISMOS OPERADORES</li> <li>- CREACION DE UN BANCO Y DE UNA RED DE INFORMACION BASICA</li> <li>- RECOPIACION Y DIFUSION DE LA INFORMACION A TRAVES DE AMCRESPAC</li> <li>- ELABORACION DE NORMAS Y REGLAMENTOS EN LA MATERIA</li> <li>- ELABORACION DE ESTUDIOS O INVESTIGACIONES PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD PARA LA CONCESION O PRIVATIZACION DE LOS SERVICIOS</li> <li>- DIAGNOSTICO, EVALUACION O MONITOREO DE CADA ETAPA DEL PROCESO ADMINISTRATIVO (MINIMO CADA 3 AÑOS)</li> <li>- PROMOCION DE ENCUENTROS Y CONGRESO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL (ANUAL Y BIANUAL)</li> </ul>

ETAPA	FASES	MEDIOS
PLANEAR	OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CUALITATIVOS</li> <li>- CUANTITATIVAS (METAS O COBERTURA)</li> <li>- REDUCCION DE LA GENERACION</li> <li>- PROMOCION Y PARTICIPACION</li> <li>- NORMAS Y REGLAMENTOS</li> <li>- ORGANIZACION O REORGANIZACION COMERCIAL Y ECONOMICO-FINANCIERO</li> </ul>
	PROGRAMAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RESIDUOS HOSPITALARIOS Y PELIGROSOS</li> <li>- BARRIDO, RECOLECCION, TRANSFERENCIA Y DISPOSICION FINAL</li> <li>- SISTEMATIZACION DE LA INFORMACION</li> <li>- DIAGNOSTICO, EVALUACION O MONITOREO PERMANENTE</li> <li>- INTEGRACION O INTERRELACION DE CONVENCIMIENTO Y COMPROMISO</li> </ul>
	POLITICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- USO EFICIENTE DE LA INFORMACION Y OPERATIVO</li> <li>- ADMINISTRATIVOS: DE SELECCION, DE ADQUISICION, DE MANTENIMIENTO, ETC.</li> </ul>
	PROCEDIMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OPERATIVOS: DE RECEPCION Y DESCARGA, DE MATERIAL DE COBERTURA, DE EMPUJE Y ACOMODO, ETC.</li> </ul>

ETAPA	FASES	MEDIOS
ORGANIZAR	<p>ESTRUCTURA (DEFINICION DE)</p> <p>FUNCIONES (DEFINICION DE)</p> <p>RESPONSABILIDADES Y AUTORIDAD (DEFINICION DE)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ORGANIGRAMAS               <ul style="list-style-type: none"> <li>* ESTRUCTURALES</li> <li>* FUNCIONALES</li> </ul> </li> <li>- MANUALES:               <ul style="list-style-type: none"> <li>* ORGANIZACION</li> <li>* PROCEDIMIENTOS U OPERACION</li> <li>* FORMAS</li> </ul> </li> <li>- MANUALES:               <ul style="list-style-type: none"> <li>* DESCRIPCION DE PUESTOS</li> <li>* VALUACION DE PUESTOS</li> <li>* SEGURIDAD E HIGIENE</li> </ul> </li> </ul>

ETAPA	FASES	MEDIOS
	HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SELECCION</li> <li>- INDUCCION</li> <li>- ADIESTRAMIENTO</li> <li>- CAPACITACION</li> <li>- ACTUALIZACION</li> <li>- DESARROLLO</li> <li>- CALIFICACION DE MERITOS</li> <li>- PROMOCION Y PARTICIPACION SOCIAL</li> </ul>
	MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SELECCION DE PROVEEDORES Y PRODUCTOS</li> <li>- ADQUISICION</li> <li>- ALMACENAJE</li> <li>- INVENTARIOS</li> <li>- PROVEEDURIA</li> <li>- MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO</li> </ul>
	FINANCIEROS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS</li> <li>- CONTABILIDAD <ul style="list-style-type: none"> <li>* REGISTRO DE CTAS. (POLIZAS)</li> <li>* BALANZA DE COMPROBACION Y CUENTAS DE RESULTADOS (AJUSTES)</li> </ul> </li> <li>- FORMULACION DE EDOS. FINANCIEROS <ul style="list-style-type: none"> <li>* EDO. DE RESULTADOS</li> <li>* BALANCE GRAL. O DE SITUACION FINANCIERA</li> <li>* FLUJO DE EFECTIVO</li> </ul> </li> </ul>
	JURIDICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- POLITICAS Y NORMAS INSTITUCIONALES</li> <li>- LEYES (MUNICIPALES, ESTATALES Y FEDERAL).</li> </ul>
	INFORMACION	

ETAPA	FASES	MEDIOS
DIRIGIR	DELEGAR  COMUNICAR  COORDINAR  CAMBIO (ADMINISTRACION DEL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RESPONSABILIDAD</li> <li>- AUTORIDAD</li> <li>- DIRECCION O CONDUCCION</li> <li>- INFORMAR RESULTADOS</li> <li>- MOTIVAR</li> <li>- MEDIDAS CORRECTIVAS</li> <li>- ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL O CADENA DE MANDO</li> <li>- JUNTAS O REUNIONES DE TRABAJO</li> <li>- COMITES EJECUTIVOS O DE ASESORIA</li> <li>- SISTEMAS DE SUGERENCIAS Y QUEJAS</li> <li>- PROMOVER               <ul style="list-style-type: none"> <li>* CREATIVIDAD</li> <li>* INNOVACION</li> <li>* ACEPTACION</li> </ul> </li> </ul>

ETAPA	FASES	MEDIOS
CONTROLAR	SISTEMAS DE INFORMACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MANUALES</li> <li>- ELECTRONICOS</li> </ul>
	PARAMETROS O ESTANDARES DE ACTUACION O PRODUCCION	<ul style="list-style-type: none"> <li>- METAS O COBERTURAS</li> <li>- AGENDA EJECUTIVA</li> <li>- OBJETIVOS</li> <li>- PRESUPUESTO</li> </ul>
	EVALUACION O MEDICION DE RESULTADOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AUDITORIA ADMINISTRATIVA Y CONTABLE</li> <li>* INTERNA</li> <li>* EXTERNA</li> </ul>
	ESTIMULAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COMUNICAR RESULTADOS</li> <li>- FELICITAR O MOTIVAR</li> <li>- REMUNERAR</li> <li>- ESTABLECER MEDIDAS CORRECTIVAS</li> </ul>



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**DIPLOMADO EN SISTEMA DE CONTROL DE RESIDUOS SOLI  
DOS Y PELIGROSOS.**

**MODULO I RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESI  
DUOS SOLIDOS MUNICIPALES.**

**FECHA: DEL 13 AL 18 MARZO 1995.**

**TEMA: IMPACTO AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS DE MANEJO Y  
TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES.**

**ING. VICTOR J. GUTIERREZ AVEDOY.**

## I. Introducción

La evaluación del impacto ambiental como instrumento de planeación tiene su primer antecedente en la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, la cual aunque no contenía el mecanismo preventivo del impacto ambiental, contemplaba algo semejante en materia de protección a los suelos. Efectivamente, el artículo 28º de este ordenamiento prescribía que:

*La utilización y explotación de los suelos para fines urbanos, industriales, agropecuarios, recreativos y otros, deberán realizarse con sujeción a las leyes y reglamentos existentes y a los que al efecto dicte el Ejecutivo federal....., las obras e instalaciones necesarias para llevar a cabo dicha utilización y explotación, deberán ser sometidas a la aprobación de la Secretaría de Salubridad y Asistencia por conducto de las dependencias a las que se refiere esta Ley, a fin de evitar la contaminación, erosión, degradación o destrucción de los suelos.*

Posteriormente, en la Ley de Obras Públicas de diciembre de 1980, se señala en su artículo XIII

*En la planeación de la obra pública, las dependencias y entidades deberán prever los efectos y consecuencias sobre las condiciones ambientales. Cuando éstas pudieran afectarse, los proyectos deberán incluir lo necesario para que preserven, restauren o mejoren las condiciones ambientales y los procesos ecológicos. Para estos efectos deberán intervenir las dependencias del Ejecutivo federal con atribuciones en la materia.*

Bajo este esquema, únicamente los proyectos que las dependencias federales desarrollaran estaban sujetos a presentar su manifestación de impacto ambiental, siempre y cuando la autoridad (Unidad de Análisis de Obra Pública e Impacto Ambiental de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente) considerará necesaria su presentación.

Posteriormente, en el año de 1982 entró en vigor la Ley Federal de Protección al Ambiente cuyo artículo 7º establece

*Los proyectos de obras públicas o de particulares, que puedan producir contaminación o deterioro ambiental, que excedan los límites mínimos previsibles marcados en los reglamentos y normas respectivas, deberán presentarse a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, para que ésta los revise y pueda resolver sobre su aprobación, modificación o rechazo, con base en la información relativa a una manifestación de impacto ambiental, consistente en las medidas técnicas preventivas y correctivas para minimizar los daños ambientales durante su ejecución o funcionamiento.*

A pesar de que con este articulado se sentaron las bases para que cualquier obra, pública o privada, para su ejecución debería de presentar su manifestación de impacto ambiental, no se disponía de la instrumentación adecuada y suficiente para normar su correcta aplicación, tanto para los promoventes como para los prestadores de este servicio, así como para la misma autoridad. Cabe señalar que a finales de 1982, fue creada la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), en donde recayó la responsabilidad de evaluar las manifestaciones de impacto ambiental, a través de la Dirección General del Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, la cual a consecuencia de la reestructuración que el sector público tuvo en el año de 1985 se convirtió en la Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica (actualmente, la Dirección General de Normatividad Ambiental del Instituto Nacional de Ecología, es la entidad responsable de dictaminar acerca de las manifestaciones de impacto ambiental).

Con la entrada en vigor de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1 de marzo de 1988) se establece la concurrencia de la Federación, estados y municipios en la evaluación de las diversas obras de desarrollo y se definen los instrumentos legales como reglamentos y normas que apoyan la evaluación del impacto ambiental.

En su artículo 28 se establece que

*la realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señaladas en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación, para proteger el ambiente, deberán sujetarse a la autorización previa del Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría o de las entidades federativas o municipios, conforme a las competencias que señala esta Ley.*

Con fecha 7 de junio de 1988 fue publicado en el Diario oficial de la Federación el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental, el cual establece los mecanismos y procedimientos administrativos conforme a las cuales deberá de llevarse a cabo una evaluación de impacto ambiental. En su capítulo II se describe el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, dentro del cual se establece que las manifestaciones de impacto ambiental se podrán presentar en cualquiera de las siguientes modalidades: informe preventivo, general, intermedia o específica. La modalidad estará en función de las características de la obra o actividad, de su magnitud o las condiciones del sitio donde pretenda desarrollarse.

Así mismo, se definen de manera general la información mínima que deberá contener cada modalidad y la necesidad de presentar un estudio de riesgo cuando las obras a desarrollar sean consideradas como altamente riesgosas.

La descripción a detalle de lo que se requiere al momento de realizar un estudio de impacto ambiental se presenta en los instructivos que para cada modalidad emitió la SEDUE (hoy Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca).

Dentro del Programa Nacional para la Protección al Medio Ambiente 1990-1994 se señala que

*Para reducir el deterioro causado por diversas obras, debe considerarse el impacto ambiental en el diseño y desarrollo de los proyectos. Para tal fin se extenderá la aplicación de los estudios de impacto ambiental a todos los proyectos públicos y privados. Se promoverá que los gobiernos estatales, municipales y del Distrito Federal expidan las disposiciones jurídicas en la materia. Al mismo tiempo, se diseñarán mecanismos de coordinación con las entidades federales y estatales encargadas de asignar los recursos financieros, para facilitar el cumplimiento de las condiciones autorizadas, atendiendo a los resultados de la evaluación de impacto ambiental.*

Es así, que con la entrada en vigor de la LGEEPA y lo señalado en el Programa Nacional del Protección al Medio Ambiente, los estados de la república han elaborado sus leyes en materia ambiental, donde se incluye el impacto ambiental

# EVOLUCION DEL PROCEDIMIENTO DE IMPACTO AMBIENTAL EN MEXICO



## **LEY DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO**

**ARTICULO 11º.** -LAS PERSONAS FÍSICAS O MORALES QUE PRETENDAN REALIZAR OBRAS O ACTIVIDADES QUE PUDIERAN CAUSAR UNA ALTERACIÓN SIGNIFICATIVA EN EL AMBIENTE Y QUE ESTÉN SEÑALADAS EN EL REGLAMENTO RESPECTIVO; ESTÁN OBLIGADAS A LA PRESENTACIÓN DE UNA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y SUJETAS AL PROCEDIMIENTO PREVIO A LA REALIZACIÓN DE DICHAS OBRAS O ACTIVIDADES.

### **REGLAMENTO DE LEY DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO EN MATERIA DE IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL.**

**ARTÍCULO 6º.-** ...SON OBRAS Y ACTIVIDADES QUE PARA SU AUTORIZACIÓN DEBERÁN SUJETARSE AL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y EN SU CASO, AL DE RIESGO AMBIENTAL LAS SIGUIENTES:

I. ESTABLECIMIENTO, OPERACIÓN Y AMPLIACIÓN DE INDUSTRIAS DE COMPETENCIA ESTATAL;

II. ....

VI. INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE CENTROS DE CONFINAMIENTO O DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS HOSPITALARIOS E INDUSTRIALES DE COMPETENCIA DEL ESTADO:

VII. INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA, PLANTAS DE TRATAMIENTO Y SITIOS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES.

## **LEY DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN DEL AMBIENTE DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

**ARTICULO 20°.-** LA REALIZACIÓN DE OBRAS, ACTIVIDADES PÚBLICAS O PRIVADAS QUE PUEDAN CAUSAR IMPACTO AL AMBIENTE AL REBASAR LOS LÍMITES Y CONDICIONES SEÑALADAS EN LAS DISPOSICIONES TÉCNICAS ECOLÓGICAS AMBIENTALES APLICABLES, DEBERÁN SUJETARSE A LA AUTORIZACIÓN PREVIA DEL EJECUTIVO ESTATAL, CON LA INTERVENCIÓN DE LOS MUNICIPIOS CORRESPONDIENTES, ASÍ COMO EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS QUE LES IMPONGAN, UNA VEZ EVALUADO EL IMPACTO AMBIENTAL QUE PUDIERA OCASIONAR SIN PERJUICIO DE OTRAS AUTORIZACIONES QUE CORRESPONDA OTORGAR A LAS AUTORIDADES DE COMPETENCIA FEDERAL.

**ARTICULO 21°.-** CORRESPONDERÁ A LA SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PÚBLICAS DEL ESTADO EN COORDINACIÓN CON LOS GOBIERNOS DE LOS MUNICIPIOS CORRESPONDIENTES EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO ANTERIOR DE ESTA LEY, PARTICULARMENTE TRATÁNDOSE DE LAS SIGUIENTES MATERIAS:

I.- OBRAS PÚBLICA ESTATAL

II.- .....

VI. INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO, CONFINAMIENTO O ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

como instrumento de la política ecológica e inclusive algunos, como es el caso del Estado de México ya tienen su reglamento respectivo en la materia.

Cabe señalar que las actividades de disposición final de residuos sólidos municipales no se encuentran contempladas dentro del área de responsabilidad del gobierno federal, siendo competencia de los gobiernos estatales y municipales. A manera de ejemplo se menciona el Reglamento de Ley de Protección al Ambiente del Estado de México en materia de Impacto Ambiental, que señala en su artículo 6º, las obras o actividades que para su autorización deberán sujetarse al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, entre los que se encuentran la instalación y operación de estaciones de transferencia, plantas de tratamiento y sitios para la disposición final de los residuos sólidos municipales.

Con este marco jurídico-administrativo se dispone en la actualidad con los elementos suficientes para hacer de la evaluación del impacto ambiental una herramienta valiosa en la planeación y desarrollo de proyectos que puedan causar desequilibrios ecológicos o afectar la salud de los habitantes de una región dada.

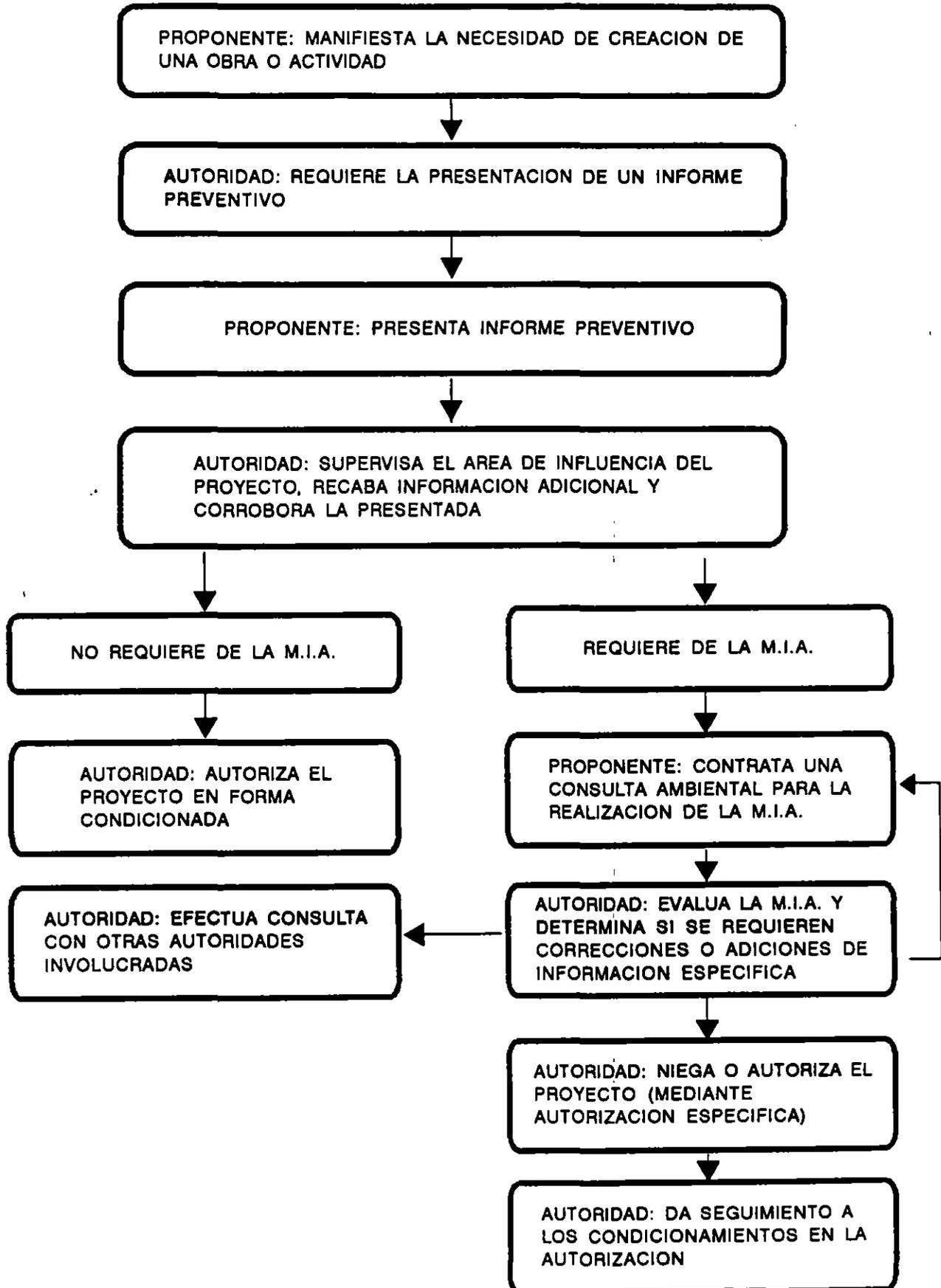
## **II. IMPACTO AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

El procedimiento de evaluación del impacto ambiental se muestra en la siguiente figura:

Los procedimientos de elaboración de estudios de impacto ambiental, involucran la integración y análisis de información tanto de las características de la obra como del medio natural y socioeconómico de la región donde se pretende desarrollar un determinado proyecto .

A la fecha no existe una metodología específica para la identificación y evaluación de impacto ambientales que pueda ser aplicada a cualquier proyecto de desarrollo. La amplia gama de técnicas y métodos utilizados (desarrollados en su gran mayoría en otros países), involucran desde las más simples, en donde se identifican únicamente los impactos sin evaluarlos; y las más complejas, que permiten evaluar la magnitud e importancia de los impactos a través de la aplicación de diversos

# DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO DE IMPACTO AMBIENTAL



**INSTRUCTIVO PARA DESARROLLAR Y PRESENTAR LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA MODALIDAD GENERAL AL QUE SE REFIEREN LOS ARTÍCULOS 9° Y 10° DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL**

**I.- DATOS GENERALES**

**II.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA**

- 1.- DESCRIPCIÓN GENERAL
- 2.- ETAPA DE SELECCIÓN DEL SITIO
- 3.- ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN
- 4.- ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
- 5.- ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

**III.- ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO**

**A.- RASGOS FÍSICOS**

- 1.- CLIMATOLOGÍA
- 2.- GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA
- 3.- SUELOS
- 4.- HIDROLOGÍA
- 5.- OCEANOGRAFÍA

**B.- RASGOS BIOLÓGICOS**

- 1.- VEGETACIÓN
- 2.- FAUNA
- 3.- ECOSISTEMA Y PAISAJE

**C.- MEDIO SOCIOECONÓMICO**

- 1.- POBLACIÓN
- 2.- SERVICIOS
- 3.- ACTIVIDADES
- 4.- TIPO DE ECONOMÍA
- 5.- CAMBIOS SOCIALES Y ECONÓMICOS

**IV.- VINCULACIÓN CON LAS NORMAS Y REGULACIONES DE USO DEL SUELO**

**V.- IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

**VI.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS**

# **INSTRUCTIVO PARA PRESENTAR LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL QUE SE REFIEREN LOS ARTÍCULOS 10° Y 15° DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO EN MATERIA DE IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL**

## ***I.- INFORMACIÓN GENERAL***

## ***II.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO***

## ***III.- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO (SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES)***

## ***IV.- METODOLOGÍA EMPLEADA***

## ***V.- ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO***

- A) MEDIO NATURAL (ÁREA DE INFLUENCIA)
- B) RASGOS FÍSICOS
  - 1.- CLIMATOLOGÍA
  - 2.- GEOMORFOLOGÍA
  - 3.- GEOLOGÍA
  - 4.- HIDROLOGÍA
- C) VEGETACIÓN
- D) DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE HONGOS
- E) FAUNA
- F) ECOSISTEMA Y PAISAJE
- G) MEDIO SOCIOECONÓMICO

## ***VI.- CAMBIOS SOCIALES Y ECONÓMICOS***

## ***VII.- ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN***

## ***VIII.- ETAPA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO***

## ***IX.- ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO***

## ***X.- IDENTIFICACION Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SEGÚN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO; SE UTILIZARAN DOS O MAS MÉTODOS***

## ***XI.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS***

## ***XII.- DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO***

## ***XIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES***

## **METODOLOGIAS DE IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

**LISTAS DE CHEQUEO:** Es el método más simple y consiste en la utilización de listas de referencia existentes

**METODOS MATRICIALES SIMPLES:** Consisten en relacionar por un lado, las acciones del proyecto que pueden causar alteraciones y, por otr, los componentes del medio físico y social, en su forma más simple, este método solo identifica impactos, aunque pueden modificarse para la aplicación de criterios de valoración.

**SUPERPOSICION DE MAPÁS:** Se aplican principalmente a estudios de ordenamiento territorial y consiste en superponer sobre un mapa del área de estudio, transparencias coloradas que indican el grado de impacto para varios factores.

**METODOS MATRICIALES COMPLEJOS:** Son matrices causa-efecto, en las que se establecen criterios de valoración de impactos. Las más conocidas son las de Leopold y las de Grandes Presas

**METODO DE BATELLE-COLUMBUS:** Sistema de Evaluación Ambiental, el cual es de naturaleza jerárquica, con medición de impactos en medidas conmensurables y alertas en áreas sensibles ambientalmente. Esta conformado por 4 niveles: categorías ambientales (4), componentes ambientales (18), parámetros ambientales (78), medición ambiental. Este sistema fue desarrollado para su aplicación en proyectos hidroeléctricos.

**REDES DE INTERACCION:** Este método considera que el ambiente es un sistema complejo, donde una acción ocasiona uno ó más cambios en las condiciones ambientales, los que a su vez producirán subsecuentes cambios hasta llegar a efectos finales.

## TECNICAS DE IDENTIFICACION

TECNICA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
LISTAS DE CHEQUEO	<ul style="list-style-type: none"> <li>-INVOLUCRA CIERTO GRADO DE ESTANDARIZACIÓN Y COMPRESION</li> <li>-PUEDE SER APLICADO POR PERSONAL SIN EXPERIENCIA</li> <li>-PERMITE IDENTIFICAR QUE ELEMENTOS DEBEN SER CONSIDERADOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-SU APLICACION PUEDE SER MUY MECANICA</li> <li>-NO DA SUFICIENTES ELEMENTOS PARA DETERMINAR LA SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTO IDENTIFICADOS</li> </ul>
MATRICES	<ul style="list-style-type: none"> <li>-INVOLUCRA CIERTO GRADO DE ESTANDARIZACIÓN Y COMPRESION</li> <li>-SU FORMA DE PRESENTACION, PERMITE UNA REVISION SISTEMATICA</li> <li>-PERMITE IDENTIFICAR QUE ELEMENTOS DEBEN SER CONSIDERADOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-SU APLICACION PUEDE SER MUY MECANICA</li> <li>-NO DA SUFICIENTES ELEMENTOS PARA DETERMINAR LA SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTO IDENTIFICADOS</li> <li>NO TOMA EN CUENTA EFECTOS SINERGICOS, ADITIVOS O NEUTRALIZANTES</li> </ul>
REDES	<ul style="list-style-type: none"> <li>IDENTIFICA LA COMPLEJIDAD DE LOS SUBSISTEMAS AMBIENTALES A TRAVES DE LOS CUALES LOS IMPACTOS SON TRANSMITIDOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-PUEDE SER MUY COMPLEJA SU APLICACION</li> <li>-PUEDE SER DIFICIL DE USAR POR PERSONAL INEXPERTO</li> <li>-REQUIERE DE UN CONOCIMIENTO PRECISO DE LOS PROCESOS AMBIENTALES</li> </ul>
DIAGRAMAS CAUSA-EFECTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>-SON MAS MANEJABLES QUE LAS REDES</li> <li>-SI SE UTILIZA CON LISTAS DE CHEQUEOS ACOMPAÑADAS CON NOTAS EXPLICATORIAS, LO HACE MUY APLICABLE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>REQUIERE QUE LAS DIFERENTES CARACTERISTICAS DE LOS EFECTOS ADITIVOS Y SINERGETICOS SEAN CONSIDERADAS.</li> </ul>

FUENTE:1994, PETTS JUDITH & GEV EDULJEE ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT FOR WASTE TREATMENT AND DISPOSAL FACILITIES. WILEY

criterios de ponderación. Es importante señalar que en las metodologías normalmente empleadas, siempre se presenta cierta dosis de subjetividad al momento de la asignación de los valores que permiten cuantificar los impactos. Por esta razón la autoridad permite el uso o la combinación de dos o más técnicas, en función del tipo de proyecto a realizar. En la figura se presenta un resumen de las metodologías más frecuentemente utilizadas.

De conformidad a lo criterios establecidos por las autoridades en la materia, las etapas que como mínimo debe contener una manifestación de impacto ambiental son:

- Descripción del proyecto
- Descripción del escenario ambiental
- Las regulaciones de usos del suelo y compatibilidad del proyecto
- La identificación y cuantificación de impactos ambientales
- Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales
- Escenario ambiental modificado
- Conclusiones y recomendaciones

## **2.1. Descripción de los sistemas de manejo de los residuos sólidos municipales**

Los sistemas de manejo de los residuos sólidos municipales para efectos del tema que nos ocupa, los podemos dividir en: almacenamiento, barrido y limpieza de las vías públicas, recolección, transporte y transferencia. Ya en otras pláticas del curso se han descrito con amplitud las características del sistema de manejo de residuos, por lo que únicamente se hará una breve descripción de los conceptos que involucran los elementos que forman parte del sistema, con énfasis especial en la operación de transferencia, debido a la trascendencia social que han tenido este tipo de instalaciones en los últimos años.

### **- Almacenamiento.**

El almacenamiento normalmente esta referido al depósito temporal de los residuos (desde el momento de su generación hasta su recolección) en

recipientes cuyas características están en función del tipo de fuente generadora; las cuales pueden ser vivienda unifamiliar, unidades habitacionales multifamiliares, centros comerciales, hoteles, restaurantes, etc.

Para el caso de las viviendas de tipo unifamiliar, normalmente los recipientes destinados al almacenamiento de los residuos, son de plástico rígido con tapa o sin tapa, aunque también es práctica común la utilización de cajas de cartón y/o de madera. Así mismo, generalmente los residuos se colocan en bolsas de plástico o de papel, dentro de estos recipientes o para su entrega a los camiones recolectores.

En las viviendas multifamiliares normalmente se utilizan contenedores del tipo de tambos metálicos de 200 litros, así como sótanos donde por gravedad se dejan caer los residuos sólidos (edificios altos)

Los centros comerciales, hoteles, restaurantes, edificios de oficinas, también normalmente utilizan contenedores ya sea cerrados o abiertos (tambos de 200 litros)

Los impactos que los sistemas de almacenamiento producen, están en función de volumen de generación, composición y densidad de residuos, la frecuencia de recolección, prácticas de separación in situ, formas de depósito y del tipo de recipiente utilizado.

#### - **Barrido y limpieza de vías públicas**

Los residuos sólidos producidos en vías públicas están constituidos principalmente por hojarascas, lodos, envases de vidrio y aluminio, papel de envoltura, tierra y bolsas de plástico con residuos. Normalmente su almacenamiento se realiza en papeleras o en tambos de 200 litros que el personal responsable de realizar el barrido utiliza para depositarlos en su rutas previamente asignadas

Indudablemente que esta actividad, tiene una vertiente totalmente positiva, aunque se presentan también impactos negativos, que están relacionados con

las prácticas operacionales de los barrenderos y la frecuencia de recolección de parte de los camiones recolectores.

## **Recolección**

La recolección de residuos sólidos es la acción de recoger los residuos sólidos que se generan en diversas fuentes y su transportación a los sitios donde estos serán transferidos o depositados. La recolección es un actividad bastante compleja debido principalmente porque cada casa habitación, comercio, industria, vía pública, parque, etc., es una fuente generadora de residuos que es necesario recolectar con la frecuencia necesaria para evitar problemas de salud pública.

Un sistema eficiente de recolección depende de varios factores, entre los que podemos mencionar a los siguientes:

- generación de residuos
- composición física de los residuos
- frecuencia de recolección
- condiciones climáticas
- diseño de las rutas de recolección
- tipo de recolección (acera, parada fija, intradomiciliario, contenedores)
- características de los camiones recolectores (potencia, chasis, carga lateral, trasera, etc)
- distancias a los sitios de disposición final o de transferencia
- tipos de pavimentos y topografía del área a recolectar
- número y estado de los vehículos de recolección

La recolección de residuos, indudablemente que presenta diversos impactos positivos que están relacionados con aspectos de salud pública, prevención de la contaminación del suelo, agua y aire y aspectos estéticos y paisajísticos. Por otra parte, la operación de las actividades de recolección pueden generar impactos negativos, relacionados con la interferencia a un tránsito fluido en ciertas vialidades y por consecuencia contribuyen a un incremento en los congestionamientos viales, generación de ruido, vibraciones, contaminación del aire, efectos ecológicos en flora y fauna, etc.

- **Transferencia de residuos.**

Una estación de transferencia de residuos sólidos, de manera general puede definirse como el sitio donde los residuos sólidos municipales son transferidos de los vehículos recolectores a otros de mayor capacidad, que los transportan a los sitios de disposición final. Su finalidad específica, es la eficientizar la recolección de residuos evitando que los camiones recolectores realizando recorridos largos a los sitios de disposición final, permitiéndoles por lo tanto la posibilidad de realizar 2 o 3 viajes de recolección. Indudablemente que las estaciones de transferencia adquieren importancia a medida que los sitios de disposición final se alejan más de los centros de población.

Sin embargo, debido a que requieren de instalaciones físicas, mismas que normalmente se localizan en zonas urbanas, presentan impactos en sus etapas de preparación del sitio, construcción y operación, tal y como si fuera una instalación industrial. Un elemento básico que permite disminuir sensiblemente los impactos que se presentan en una estación de transferencia es la adecuada selección del sitio donde se instalará, principalmente los relacionados con la respuesta social ante la presencia de este tipo de instalaciones, más adelante en el capítulo de identificación de impactos se analizará a detalle este aspecto.

Normalmente, una estación de transferencia esta constituida por los siguientes conceptos:

Oficinas

Sanitarios

Comedor

Cuarto de maquinas

Cisterna

Area de lavado de camiones "transfers"

Tolvas

Caseta de control

Obras complementarias (vialidades, accesos, rampas, bardas, etc.)

Areas verdes  
Báscula  
Area de estacionamiento

## **2.2. Descripción del medio**

En la descripción del escenario ambiental, es necesario definir el área de influencia del proyecto, la cual puede ser diferente desde el punto de vista físico o biológico al económico. En la descripción de los factores físicos o biológicos es importante hacer énfasis en aquellos aspectos que tienen una relación directa con las actividades a desarrollar en el manejo de los residuos sólidos. Lo anterior, en función de que algunas de las actividades involucradas en el manejo de los residuos, como es la recolección y transporte, normalmente se realizan sobre las vialidades de la ciudades, en zonas totalmente urbanizadas, donde es factible que algunos componentes del medio se encuentren totalmente alterados:

### **\* Medio físico**

- climatología (temperaturas, dirección y velocidad del viento, humedad, precipitación, etc).
- Geología y geomorfología (topografía, sismicidad, fracturas, etc)
- Suelo (tipo de suelo, capacidad de intercambio catiónico, permeabilidad)
- Hidrología (cuerpos de agua, profundidad del acuífero, dirección flujo del agua subterránea, drenaje superficial, etc)

### **\* Medio biológico**

- Vegetación (composición florística, perfil vegetacional, formas de crecimiento, distribución, abundancia relativa, diversidad de especies, identificación de especies y subespecies en peligro de extinción, amenazadas, raras, sujetas a protección especial. de interés cinegético o comercial y culturalmente importantes.
- Fauna (predominante, distribución, abundancia, identificación de especies en peligro de extinción, amenazadas, raras, sujetas a protección especial, interés cinegético, comercial, culturalmente importantes y migratorias.

**\*Medio socioeconómico:**

En este rubro, es importante considerar la cercanía de los centros de población, cantidad y distribución de habitantes, hospitales, escuelas; características de vías de comunicación, datos de morbilidad y mortalidad, etc

### **2.3. Compatibilidad con usos del suelo**

### **2.4. Identificación y evaluación de impactos ambientales.**

Los impactos ambientales que se pueden presentar en el manejo de los residuos sólidos, están en función de diversas variables que van desde las formas de almacenamiento temporal de residuos, configuración y tipo de vialidades, características de zonas habitacionales, distribución de centros altamente generadores de residuos, distancias a los sitios de disposición final, etc.

Normalmente, los impactos más comunes en las etapas de almacenamiento están muy relacionados con malas prácticas o problemas en las frecuencias de recolección, lo que puede provocar su acumulación y por consecuencia la presencia de fauna nociva, generación de malos olores, contaminación del suelo y deterioro del paisaje.

La actividad de barrido y limpieza de calles públicas, más que generar impactos negativos, está sujeta a los riesgos que implica su desarrollo en la vía pública, algunas de ellas consideradas como vías rápidas. Así mismo y especialmente en el Distrito Federal, en ocasiones el barrido se realiza a altas horas de la noche, lo que incrementa los riesgos de accidentes, principalmente de tipo automovilístico. Por otra parte, los trabajadores de barrido, como realizan sus labor en la vía pública, están sujetos a los impactos directos de las emisiones vehiculares, como son el plomo, monóxido de carbono, así como el ozono (contaminante secundario), por lo que los riesgos de que contraigan enfermedades son superiores a los de la generalidad de la población.

#### **2.4.1 Estación de transferencia**

En la construcción y posterior operación de una estación de transferencia se identifican a a manera de ejemplo los siguientes impactos divididos de acuerdo a la etapa de desarrollo de un proyecto de este tipo. Cabe señalar que esta descripción de

ninguna manera pretende ser exhaustiva, ya que los impactos que se presenten en un sitio, están directamente relacionados con las características del lugar elegido.

#### **2.4.1. Preparación del sitio**

las acciones más relevantes que se presentan en la etapa de preparación del sitio son: selección del sitio y limpieza del terreno

En la selección del sitio los impactos que se pueden identificar son:

- posibles cambios en los usos del suelo de las inmediaciones del área seleccionada
- posibles modificaciones en las expectativas de la economía regional
- posibles incrementos en las demandas de infraestructura y servicios
- cambios en el valor de los terrenos
- modificación en los estilos de vida

Limpieza del terreno:

- remoción de la cubierta vegetal
- daños a hábitats y comunidades terrestres
- cambios en las características originales del suelo
- cambios en el paisaje original del sitio
- modificaciones al drenaje natural
- incremento de ruido y emisiones contaminantes por el funcionamiento de la maquinaria que laborará en el sitio.

Todas las actividades anteriores, presentan impactos positivos en materia de empleo y economía local

#### **Etapas de construcción**

- **Impactos en la calidad del aire**
  - emisión de partículas de origen terrígeno
  - emisión de contaminantes característicos de los motores de combustión interna

### **Impactos en el suelo**

- compactación del suelo
- pérdida de suelo
- contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles o grasas y aceites

### **Impactos en el agua**

Se pueden presentar impactos en el agua por:

- alteración del patrón de escurrimiento superficial
- capacidad de infiltración
- sí existen cuerpos de agua cercanos, pueden ser contaminados por las actividades que se desarrollen

### **Impactos en el paisaje**

- por la incorporación de elementos artificiales (maquinaria pesada, camiones, etc)

### **Impactos en la biota**

Este impacto está en función de las características del sitio elegido, pudiendo ser muy importante. si existen áreas arboladas consolidadas

### **Impactos sociales y económicos**

- molestias a los vecinos al predio elegido
- generación de empleo
- economía regional

### **- Impactos en la vialidad**

-Normalmente las obras de preparación del sitio y construcción tienen un impacto directo sobre las vías de acceso, debido al continuo flujo de camiones que llevan o retiran materiales.

- **Impactos por la emisión de ruido**

-Las actividades que realiza la maquinaria pesada, normalmente genera niveles de ruido superiores a los 80 dB(A), pudiendo afectar a vecinos y a la fauna sensible (aves)

**Identificación de impactos en la etapa de operación**

- **Impactos en la calidad del aire**

-emisiones generadas por la operación de los motores de combustión interna de los transfers y recolectores

-Las descargas en tolvas pueden ocasionar emisiones de partículas y microorganismos, En estudios realizados en estaciones de transferencia de residuos sólidos ya funcionando en el Distrito Federal, se detectó la presencia de Aspergillus fumigatus, Trichophyton mentagrophytes, Penicillium spp., Monilia sitophila, Rhizopus sp., y Aspergillus spp.

- Generación de malos olores

**Impactos en el suelo**

-Los principales impactos se presentan en las etapas de preparación del sitio y construcción.

**Impactos en el agua**

-generación de aguas residuales proveniente de la limpieza diaria de instalaciones y vehículos, y de los sanitarios. En el primer caso, el agua utilizada en la limpieza de instalaciones incorporará ciertos materiales presentes en el suelo, como pueden ser hidrocarburos, material particulado proveniente de los residuos sólidos transferidos, polvo y tierra, etc. Se espera entonces que este efluente pueda tener concentraciones significativas de sólidos suspendidos, grasas y aceites, y materia orgánica. Para los efluentes del drenaje sanitario, la presencia de los componentes normales de este tipo de drenaje (materia orgánica, sólidos en sus diversas formas, detergentes, etc), son los esperados.

- **Impactos en el paisaje**
  - el impacto sobre el paisaje, estará en función de las características originales del predio y del medio circundante. Independientemente de lo anterior, una situación de este tipo, modifica sensiblemente el paisaje urbano, debido a la constante llegada y salida de camiones recolectores.
  
- **Impactos en la biota**
  - Los impactos negativos sobre la biota, se presentan principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción. En la etapa de operación, el impacto puede ser positivo, si se cuenta con áreas verdes que reciban el mantenimiento adecuado, mismas que pueden servir como zona de refugio a pequeñas especies de insectos y aves asociadas al entorno urbano.
  - Un impacto negativo que se puede presentar si la estación no es operada eficientemente, es la posible presencia de fauna nociva
  
- **Impactos sociales y económicos**
  - incremento en la cobertura de recolección
  - disminución de tiraderos clandestinos
  - incremento en la vida útil de los camiones recolectores
  - disminución de riesgos a la salud pública
  - disminución de los costos de operación
  - mejoramiento de aspectos estéticos y pasiajísticos en el área de cobertura
  - generación de empleos
  - afectaciones a vecinos y trabajadores
  
- **Impactos en la vialidad**
  - Puede ser el impacto negativo más importante y significativo y estará en función de las características viales de las vías de acceso al sitio.

En las tablas anexas se presentan un concentrado de los impactos negativos, positivos con algunas medidas de mitigación y/o prevención para los sistemas de manejo de residuos sólidos.

Ya identificados los impactos positivos y negativos, se procede a su evaluación, siendo una de las más utilizadas las predictivas , ya que proporcionan información sobre los escenarios que se pueden esperar con la ejecución de un proyecto.

El uso de técnicas predictivas permite que se tengan las herramientas para la toma de decisiones. Las predicciones deben ser cuantitativas , por lo que es necesario utilizar siempre que sea posible ,modelos físicos, matemáticos o evaluaciones reales, así como la opinión de expertos en la materia.

Un método que nos permite cuantificar los impactos ambientales, es el de Indicadores Característicos desarrollado por Lizárraga (1981) el cual considera que cada impacto puede tener las siguientes características:

**Efectos a corto plazo.-** Los efectos del impacto se empiezan a sentir inmediatamente.

**Efectos a largo plazo.-** Es necesario que pase un período de tiempo para que los efectos del impacto se empiecen a manifestar.

**Reversibilidad.-** Un efecto puede ser reversible, parcialmente reversible o irreversible.

**Efectos directos.-** El impacto produce efectos directos en la calidad del ambiente que son imputables a él.

**Efectos indirectos.-** Los efectos que se presentan son causados indirectamente por el impacto, pero su relación con él está claramente establecida.

**Efectos acumulativos.-** El impacto produce efectos que vienen a sumarse (ya sea aritméticos o sinérgicamente) a condiciones ya presentes en el ambiente.

**Controlabilidad.-** Los efectos que se presentan pueden ser controlables, parcialmente controlables o no controlables.

**Radio de acción.-** Los efectos pueden manifestarse en parte o en toda la zona en estudio, e incluso pueden sobrepasar las fronteras físicas de ella.

**Implicaciones económicas.-** Cualquier tipo de impacto producirá efectos que pueden tener o no costos económicos imputables a él.

**Implicaciones socio-culturales.-** El costo sociocultural de un impacto puede ser desde nulo hasta severo.

**Implicaciones políticas.-** Los efectos del impacto pueden tener implicaciones políticas desde nulas hasta severas.

Cada una de estas características presenta valores que pueden ir de -5 a +5 dependiendo de la magnitud e importancia de los impactos. La suma de estas características nos da el indicador característico de cada impacto con valores máximos de  $\pm 55$ . Dicha cantidad se ve afectado por un factor de peso que será menor o igual a 1 y que esta en función de los objetivos de planeación en el proyecto y que pueden ser la protección del ambiente, conservación de los recursos naturales y mejoramiento de las condiciones de salud. El producto de indicador característico y el factor de peso nos da el valor de impacto. La suma de todos los valores de impacto nos lleva a obtener el valor global de impacto ambiental.

## **2.5. Medidas de mitigación y/o prevención**

Las medidas de mitigación de un proyecto de manejo de residuos sólidos municipales, dependen de las características del medio físico, biológico y socioeconómico donde se ubique, así como del tipo de proyecto. Las medidas pueden ir desde la decisión de modificar, reubicar, o cancelar definitivamente alguno de los componentes que forman parte del sistema.

**IMPACTOS DE LA ACTIVIDAD DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES.**

<b>FUENTE</b>	<b>IMPACTO</b>
RUIDO	MOLESTIAS AL SER HUMANO
VIBRACIONES	DAÑOS A PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIONES , MOLESTIAS AL SER HUMANO
VIALIDAD	INCREMENTO DE CONGESTIONAMIENTOS, HUNDIMIENTO DE PAVIMENTOS, RETRASOS AL SER HUMANO
POLVOS Y GASES DE COMBUSTION	DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AIRE. EFECTOS EN LA FLORA Y FAUNA DAÑOS A LA SALUD
DERRAMES	CONTAMINACIÓN DEL AIRE, AGUA Y SUELO

**TABLA IV.1. IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES  
ESTACION DE TRANSFERENCIA**

IMPACTOS	ETAPAS		
	PREPARACION DEL SITIO	CONSTRUCCION	OPERACION
<b>IMPACTOS EN EL AIRE</b>			
- Alteración de la calidad del aire	*****	*****	*****
<b>IMPACTOS EN EL SUELO</b>			
- Eliminación de la capa del suelo	*****	*****	
- Erosión	*****	*****	
- Calidad del suelo	*****	*****	*****
- Uso del suelo	*****	*****	*****
<b>IMPACTOS EN EL AGUA</b>			
- Alteración en la infiltración natural	*****	*****	*****
- Alteración en la calidad del agua			*****
- Alteración en la recarga del acuífero	*****	*****	*****
<b>IMPACTOS EN EL PAISAJE</b>			
- Modificación al paisaje natural	*****	*****	*****
<b>IMPACTOS EN LA BIOTA</b>			
- Flora	*****	*****	*****
- Fauna	*****	*****	*****
<b>IMPACTOS SOCIALES Y ECONOMICOS</b>			
- Creación de empleo	*****	*****	*****
- Infraestructura	*****	*****	*****
- Economía local	*****	*****	*****
- Demanda de servicios			*****
- Calidad de vida	*****	*****	*****
<b>OTROS IMPACTOS</b>			
- Impactos por residuos sólidos	*****	*****	
- Impactos en la vialidad	*****	*****	*****
- Impactos por la emisión de ruido	*****	*****	*****

NOTA: \*\*\*\*\* ETAPA DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO

**ESTACION DE TRANSFERENCIA**  
**ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO\***

<b>IMPACTOS ADVERSOS</b>	<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENCION Y/O MITIGACION</b>
<b>RETIRO CUBIERTA VEGETAL</b>  <b>GENERACION DE POLVOS</b>  <b>PERDIDA DE FLORA Y FAUNA</b>  <b>PAISAJE</b>  <b>VIALIDAD</b>  <b>GENERACION DE RUIDO</b>  <b>ACTITUD DE LA POBLACION</b>  <b>PERDIDA DE VALOR DEL SUELO</b>	<b>GENERACION DE EMPLEO</b>  <b>ECONOMIA REGIONAL</b>	<b>ADECUADA SELECCION DEL SITIO</b>  <b>RIEGO PERIODICO DEL LUGAR</b>  <b>RECOLECCION PERIODICA DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION</b>  <b>REFORESTACION</b>  <b>SENSIBILIZACION DE LA POBLACION</b>

**\*EJEMPLOS DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACION**

## ESTACION DE TRANSFERENCIA

### ETAPA DE CONSTRUCCION\*

<b>IMPACTOS ADVERSOS</b>	<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENCION Y/O MITIGACION</b>
<b>GENERACION DE POLVOS</b> <b>EMISION DE COMPUESTOS CONTAMINANTES</b> <b>GENERACION DE RUIDO</b> <b>PAISAJE</b> <b>VIALIDAD</b> <b>ACTITUD DE LA POBLACION</b>	<b>GENERACION DE EMPLEO</b> <b>ECONOMIA REGIONAL</b> <b>INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS</b>	<b>RIEGO PERIODICO DEL LUGAR</b> <b>RECOLECCION PERIODICA DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION</b> <b>DISPOSICION ADECUADA DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION</b> <b>PROGRAMA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS</b> <b>SEÑALAMIENTOS VIALES</b> <b>REFORESTACION</b> <b>SENSIBILIZACION DE LA POBLACION</b>

\*EJEMPLOS DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACION

## ESTACION DE TRANSFERENCIA

### ETAPA DE OPERACION\*

IMPACTOS ADVERSOS	IMPACTOS POSITIVOS	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN
EMISIONES CONTAMINANTES (TÍPICOS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, PARTICULAS, BACTERIAS, HONGOS, ETC)	GENERACIÓN DE EMPLEO	INSTALACIÓN EQUIPOS DE CONTROL
GENERACIÓN AGUAS RESIDUALES (LAVADO INSTALACIONES Y VEHÍCULOS)	ECONOMÍA REGIONAL	UTILIZACIÓN DE MATERIALES AISLANTES
GENERACIÓN RUIDO	DISMINUCIÓN TIRADEROS CLANDESTINOS	ESTRUCTURAS CERRADAS
POSIBLE GENERACIÓN FAUNA NOCIVA	INCREMENTO EFICIENCIA RECOLECCIÓN	PROGRAMAS ADECUADOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE VEHÍCULOS
PAISAJE	INCREMENTO VIDA ÚTIL VEHÍCULOS	USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL
VIALIDAD	RECOLECCIÓN	MANTENIMIENTO ÁREAS VERDES
ACTITUD DE LA POBLACIÓN		SEÑALIZACIÓN VIAL ADECUADA

\*EJEMPLOS DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

## REVERSIBILIDAD

Calificación	Positivo (+)	Negativo (-)
±1	Totalmente reversible	Totalmente reversible
±2	Parcialmente reversible	Parcialmente reversible
±3	Difícilmente reversible	Difícilmente reversible
±4	Irreversible, no permanente	Irreversible, pero mitigable
±5	Irreversible, permanente	Irreversible, pero no mitigable

## CONTROLABILIDAD

Calificación	Magnitud de controlabilidad
±1	Totalmente controlable
±2	Parcialmente controlable
-3, 4 ó 5	Incontrolable (dependiente de la importancia del impacto)

## RADIO DE ACCION

Calificación	Radio de Acción
±1	Area de proyecto
±2	Area de influencia
±3	Delegación
±4	Zona metropolitana de la Ciudad de México
±5	Nacional

## DURACION

Calificación	Duración
±1	Menor a la vida útil del proyecto
±2	Igual a la vida útil del proyecto
±3	Mayor a la vida útil del proyecto (pero no permanente)
±4	Permanente

# Matriz de Impactos por el Método de Indicadores Característicos

INDICADORES IMPACTOS	ESECTOS A CORTO PLAZO	ESECTOS A LARGO PLAZO	ESECTOS DIRECTOS	ESECTOS INDIRECTOS	ESECTOS ACUMULATIVOS	REVERSI BILIDAD	CONTRO LABILIDAD	RANEO DE ACCION	IMPACTO COMO SOCIO CULTUR. POLIT.	INDICADOR CARACTE RISTICO	FACTOR DE PESO	VALOR DEL IMPACTO
Calidad del aire	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-2	-2	-1	-13	0.4	-5.2
Ruido	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-13	0.3	-3.9
Residuos sólidos y líquidos	-2	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+2	0	-4	0.1	-0.4
Calidad del suelo	-1	+2	-1	-1	-1	-1	+2	+1	-1	-1	0.2	-0.2
Calidad del agua	-1	-1	-1	-1	-1	0	+1	-2	-1	-3	0.2	-0.6
Uso potencial del suelo	+1	+2	+2	+1	+1	+1	+2	+1	+2	+13	0.5	+6.5
Compatibilidad uso del suelo	+1	+2	+2	+2	+1	+1	+1	+1	+2	+13	0.5	+6.5
Vegetación	-1	+1	+2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+8	0.3	+2.4
Fauna	-1	+1	+2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+8	0.3	+2.4
Paisaje	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	+2	-7	0.5	-3.5
Salud ocupacional	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	-7	0.3	-2.1
Empleo	+2	+2	+2	+1	+1	+1	+1	+2	+1	+13	0.2	+2.6
Vitalidad	-2	-2	-2	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-16	0.6	-9.6
Economía de la región	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+2	+1	+1	+10	0.2	+2.0
Infraestructura y servicios públicos	+3	+3	+3	+2	+3	+2	+1	+2	+3	+22	0.6	+13.2
Calidad de vida	+2	+2	+2	+2	+1	+1	+2	+2	+2	+16	0.6	+9.6
TOTAL												+13.7

Libarras, Jorge, 1981.

## GUIA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS DE RIESGO, MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

- I.- DATOS GENERALES
- II.- DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO
- III.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO
- IV.- INTEGRACION DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO
- V.- ETAPA DE CONSTRUCCION
- VI.- ETAPA DE OPERACION
- VII.- SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO
  - COMPONENTES RIESGOSOS
  - PRECAUCIONES ESPECIALES
  - PROPIEDADES FISICAS
  - RIESGOS PARA LA SALUD
  - RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSION
  - REACTIVIDAD, CORROSIVIDAD Y RADIOACTIVIDAD
- VIII.- RESIDUOS PRINCIPALES
- IX.- CONDICIONES DE OPERACION
- X.- RIESGO AMBIENTAL
  - ANTECEDENTES DE RIESGO DEL PROCESO
  - DETERMINAR Y JERARQUIZAR LOS RIESGOS EN AREAS DE: PROCESO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE
  - DESCRIBIR LOS RIESGOS POTENCIALES DE ACCIDENTES AMBIENTALES POR: FUGAS, DERRAME, EXPLOSION
  - DESCRIPCION DE MEDIDAS DE SEGURIDAD Y OPERACION PARA ABATIR EL RIESGO
  - DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD
  - DESCRIPCION DE NORMAS DE SEGURIDAD Y OPERACION
  - DESCRIPCION DE RUTAS DE TRANSLADO
  - DESCRIPCION DEL ENTRENAMIENTO PARA CAPACITACION DE LOS OPERARIOS DE LOS TRANSPORTES
  - DESCRIPCION DE RIESGOS QUE TENGAN AFECTACION POTENCIAL AL ENTORNO
  - DEFINICION Y JUSTIFICACION DE ZONAS PROTECCION
  - RESPUESTA A LA LISTA DE COMPROBACIONES DETALLADA DE SEGURIDAD
  - DESCRIPCION DE AUDITORIAS DE SEGURIDAD
- XI.- DRENAJES Y EFLUENTES ACUOSOS
- XII.- CONCLUSIONES



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**  
**MODULO I: RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

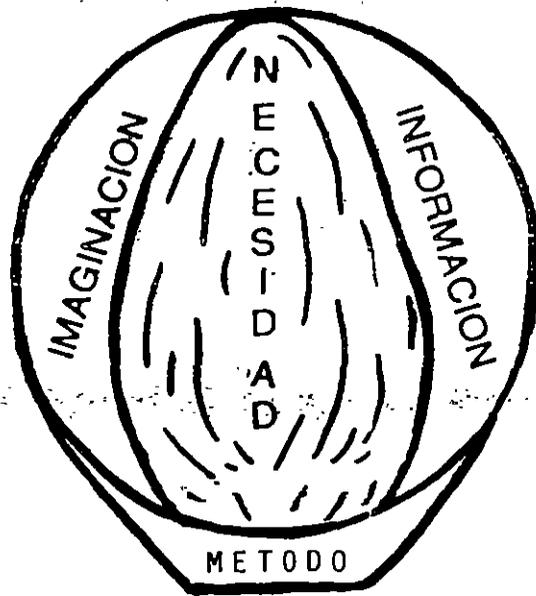
REALIDADES Y NECESIDADES ( A DISMINUIR)

ING. FELIPE DE JESUS BARRERA LOZANO

**REALIDADES  
Y  
NECESIDADES  
(A DISMINUIR)**

1. Alta densidad e incremento acelerado de la población urbana.
2. Incremento de la generación de residuos por habitante.
3. La cantidad de residuos se duplica cada quince años.
4. Menos contenido de biodegradables y más contaminantes peligrosos.
5. Crisis económica que limita el pago de salarios, el gasto y la importación de equipos y repuestos.

**FUENTE: OPS/91 (Francisco Zepeda Porras)**



## **DIAGNOSTICO INTERNACIONAL**

### **GRANDES CIUDADES:**

1. La planeación empezó, con algunas excepciones, hace sólo 10 años.
2. Pocas ciudades tienen un plan maestro.
3. Menor número aún, practican la planeación financiera.
4. Pocas usan indicadores gerenciales para controlar la eficiencia y tomar decisiones.
5. Pocas tienen programas de reciclaje, de recursos humanos y participación comunitaria.

### **CIUDADES PEQUEÑAS:**

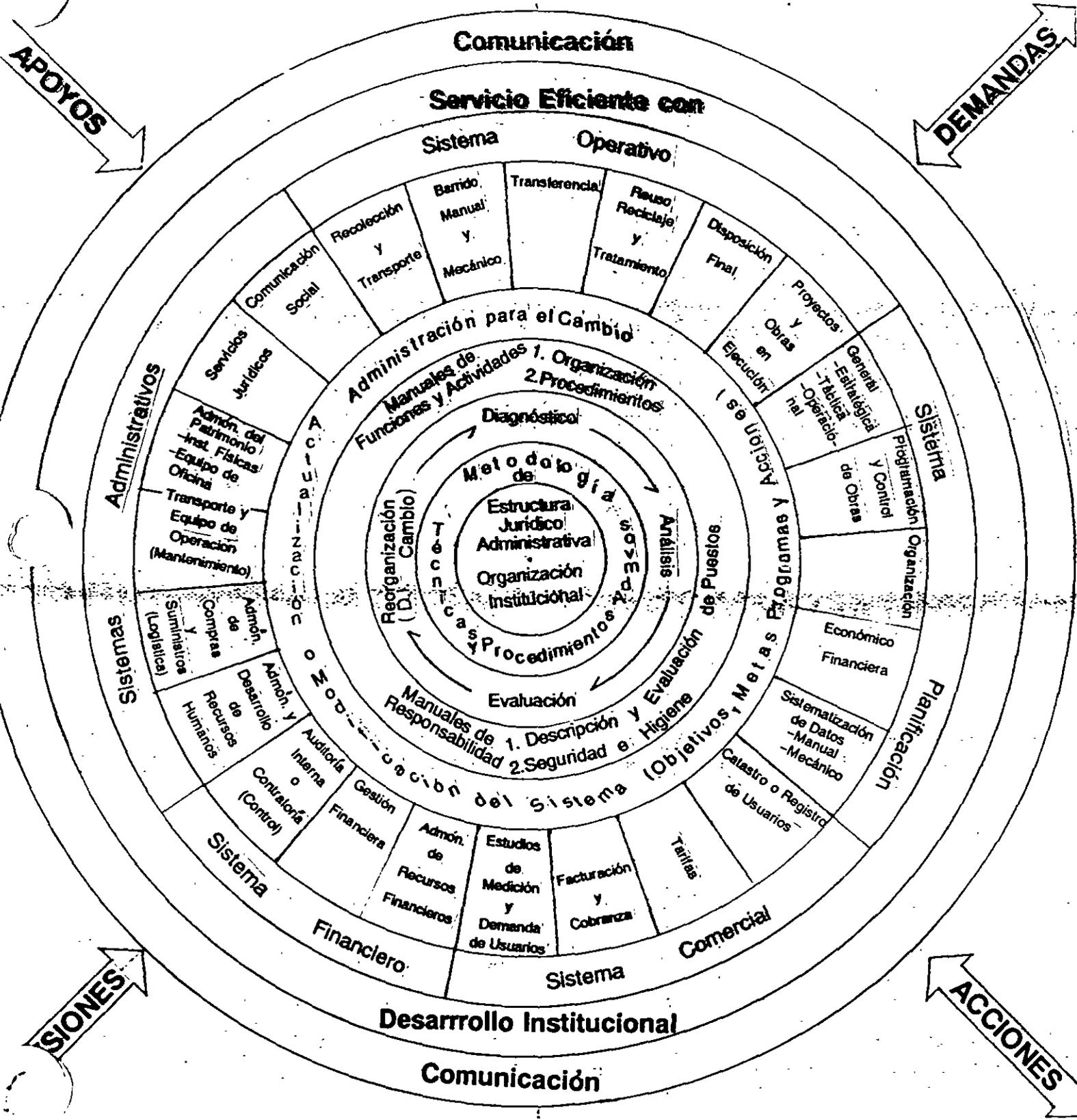
1. Las ciudades más pequeñas no tienen ningún tipo de planes.
2. Se requieren Planes Nacionales para apoyarlas, pero los pocos que existen carecen de prioridad y de fondos.

**FUENTE: OPS/91 (Francisco Zepeda Porras)**

## **DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS ORGANISMOS OPERADORES DE ASEO URBANO EN MEXICO**

- 1. DESCONOCIMIENTO Y TEMOR DE LA NECESIDAD DE CONTAR CON UN DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL U ORGANIZACIONAL.**
2. Estructuras Administrativas obsoletas a las nuevas necesidades.
- 3. ESCASOS O NULOS ESTUDIOS TÉCNICO-ADMINISTRATIVOS POR CONSIDERARLOS COSTOSOS Y POCO APLICABLES.**
4. Carencia de programas de inducción, adiestramiento y capacitación para el personal de los diferentes niveles técnico-administrativos.
- 5. INEXISTENCIA DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS DIFERENTES PROCESOS, PERO PRINCIPALMENTE EN LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL.**
6. Nulos programas de incentivos al personal.
7. La reglamentación en la mayoría de los casos, se encuentra atrasada o fuera de su contexto geo-demográfico.
- 8. Carencia de programas de integración para la promoción y participación institucional con la ciudadanía.**
9. Carencia de un sistema de información técnico-administrativa.
10. Ausencia de programas de adquisición y mantenimiento de materiales y equipo.
11. Ausencia de un Sistema de Comunicación e Información Integral sobre las actividades del Sistema.
12. Carencia de programas que permitan la explotación económica de los residuos, y que fomenten el reuso y reciclaje.
13. Inexistencia de controles o indicadores COSTO/BENEFICIO/EFICIENCIA.
14. Carencia y desvío de recursos económicos a otros servicios considerados por la municipalidad como más importantes.
15. Incapacidad financiera por la falta de adopción de tarifas por la prestación del servicio.
16. Carencia de control de ingresos y egresos del servicio.

# SISTEMA DE ORGANISMO OPERADOR PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.



## **¿QUÉ ENTENDEMOS COMO DESARROLLO INSTITUCIONAL?**

**ES UNA FILOSOFÍA METODOLÓGICA QUE NOS PERMITE POR MEDIO DE TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS ESPECÍFICOS, EFECTUAR UN PROCESO PLANIFICADO DE CAMBIO PARA QUE LOS SERVICIOS, ALCANZEN SUS OBJETIVOS, METAS, PROGRAMAS Y ACCIONES ADAPTÁNDOLOS PERMANENTEMENTE A LAS INSTITUCIONES Y A LAS DEMANDAS DEL AMBIENTE.**

**¿DÓNDE APLICARLO?**

**EN LAS LOCALIDADES, MUNICIPIOS, REGIONES, PAISES O BLOQUES  
ECONÓMICOS.**

## **¿CUÁNDO APLICARLO?**

**EN CADA COMUNIDAD, PUEBLO Y SOCIEDAD QUE DESEA PROMOVER,  
DELIMITAR Y ADAPTAR EL CAMBIO EN SUS INSTITUCIONES SOCIALES  
BÁSICAS.**

## **¿POR QUÉ O PARA QUÉ APLICABLE?**

CON EL FIN DE MEJORAR O TRANSFORMAR SUS CONDICIONES EDUCATIVAS,  
POLÍTICAS, SOCIO-CULTURALES Y ECONÓMICAS A NUEVOS ESTADIOS DE  
BIENESTAR.

## **¿CÓMO ALCANZARLO?**

CON DESEO, IMAGINACIÓN, TÉCNICA, ADAPTACIÓN Y VOLUNTAD DE REALIZAR  
LOS CAMBIOS QUE SEAN NECESARIOS Y QUE PERMITAN TRANSFORMAR EL  
AMBIENTE Y LAS ORGANIZACIONES SOCIALES QUE SEAN INDISPENSABLES  
INNOVAR.

## **RESUMIENDO**

CONJUNTANDO TODOS LOS CONCEPTOS ANTERIORMENTE VERTIDOS, DIREMOS QUE PARA QUE EXISTA LA POSIBILIDAD DEL DESARROLLO INSTITUCIONAL, ES NECESARIO QUE EXISTA LA ACTITUD Y LA APTITUD INDIVIDUAL Y COLECTIVA PARA EL CAMBIO.

**ESTRUCTURAS DE ORGANIZACION FACTIBLES EN EL SISTEMA DE CONTROL DE  
LOS RESIDUOS SOLIDOS**

PARA QUE EXISTA LA POSIBILIDAD DE APLICAR EL DESARROLLO INSTITUCIONAL ES NECESARIO CREAR O TENER UN ORGANISMO OPERADOR DEL SISTEMA, SEA ÉSTE, CON UNA ESTRUCTURA JURÍDICO-ADMINISTRATIVA SIMPLE O COMPLEJA Y CONSIDERANDO LOS RECURSOS HUMANOS, MATERIALES, FINANCIEROS Y DE INFORMACIÓN DE QUE DISPONGA LA LOCALIDAD RURAL O URBANA DEL PAÍS EN DONDE SE DESARROLLE EL ESTUDIO.

ES POR ELLO, QUE EN EL CASO DE NUESTRO PAÍS (MÉXICO), ES DE SUMA IMPORTANCIA EL REALIZAR DE MANERA ESPECÍFICA Y DETALLADA EL ESTUDIO DE LAS:

**BASES JURÍDICO-ADMINISTRATIVAS**

Ante las crecientes demandas de los ciudadanos para que sus comunidades cuenten con infraestructura y condiciones que promuevan el desarrollo económico de sus localidades, el Gobierno Federal estableció en los Artículos 115, fracción III inciso c), 116 fracción VI y 124 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el que los servicios públicos deben de ser regulados por las leyes que expidan las Legislaturas Estatales.

Por otro lado, en el ámbito jurídico municipal, las LEYES ORGÁNICAS son las que deben de precisar las bases para estructurar las áreas que prestan los servicios públicos, además de establecer los procedimientos jurídico-administrativos para crear, organizar y operar estos servicios.

EN MÉXICO, LAS ESTRUCTURAS JURÍDICO-ADMINISTRATIVAS PARA PRESTAR  
EL SERVICIO PÚBLICO DE LIMPIA, SON LAS SIGUIENTES:

1. Centralización o prestación directa del Ayuntamiento,
2. Organismo o Empresa Descentralizada.
3. Empresa Intermunicipal o Paramunicipal.
4. Empresa Mixta de Participación Estatal o Paramunicipal, y
5. Empresa Concesionada (Total o Parcial).

Sin embargo, en nuestro ámbito Jurídico-Administrativo u  
Organizacional se contemplan otras posibilidades como son:

6. Organismo Desconcentrado,
7. Fideicomiso, y
8. Sociedad Cooperativa.

Todas estas estructuras jurídico-administrativas u  
organizacionales, contemplan la posibilidad de efectuar la  
**CONTRATACIÓN O SUBROGACIÓN TOTAL O PARCIAL** de cada Sistema  
o Subsistema del Servicio incluyendo los servicios de Dirección o  
Supervisión a través de sociedades o empresas legalmente

constituidas -bien sean estas organizaciones complejas o microempresas-, por medio de un **CONTRATO CIVIL DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS RELACIONADOS CON O A UNA OBRA PÚBLICA** en el que se especifique de manera clara y concreta las DECLARACIONES, las CLÁUSULAS que deben contener las OBLIGACIONES, los DERECHOS, las PENALIDADES o SANCIONES, las GARANTÍAS o FIANZAS y la JURISDICCIÓN -para ambas partes-, en la forma, tiempo y términos en la que se prestará el servicio o la obra.

En nuestro sistema jurídico-administrativo existen TRES FORMAS DE CONTRATAR O ADJUDICAR LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON O A UNA OBRA PÚBLICA, SIENDO LAS SIGUIENTES:

1. Licitación Pública.
2. Convocatoria o Invitación directa a cuando menos tres contratistas, y
3. Adjudicación Directa.

Estas formas de contratación o adjudicación se encuentran sustentadas en el Artículo 134 de nuestra Carta Magna y demás Leyes Reglamentarias.

Pasemos ahora, a ver en los siguientes cuadros esquemáticos, las principales características de cada una de las Estructuras Jurídico-Administrativas antes enunciadas, y a presentarles un análisis de ventajas y desventajas de cada una de ellas:

## Estructura Jurídico-Administrativa Centralizada

EM- PRESA	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>ORGA- NISMO</p> <p>MUNI- CIPAL</p> <p>CEN- TRALI- ZADO</p>	<p>* Las Leyes Orgánicas otorgan a los Organos Municipales poderes de decisión, de nombramiento, de mando, de revisión, de vigilancia y de disciplina para resolver los conflictos de su competencia.</p> <p>* Estos poderes de decisión, se encuentran concentrados en un número reducido de órganos facultados para ello.</p> <p>* Esta concentración abarca funciones técnicas y administrativas.</p> <p>* Los servicios se encuentran bajo dependencia de otros órganos administrativos (línea jerárquica del municipio).</p> <p>* Emplea su propia organización y sus recursos.</p>	<p>1. El Ayuntamiento asigna recursos para la realización de los servicios públicos.</p> <p>2. Está facultado para llevar a cabo las funciones de revisión y vigilancia sobre las actividades realizadas por los órganos municipales que llevan a cabo la prestación de los servicios públicos.</p> <p>3. El servicio es permanente. No se interrumpe por cambio de administración o por huelga.</p> <p>4. Financiamiento y ayuda técnica nacional e internacional.</p> <p>5. Posibilidad de establecer un derecho por la prestación del servicio.</p>	<p>1. En ocasiones los recursos técnicos y administrativos que designa el Ayuntamiento no son suficientes para la realización de los servicios públicos.</p> <p>2. No existe continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos en cada cambio de administración municipal.</p> <p>3. Subordinación de los intereses comunitarios con relación a los intereses gubernamentales.</p> <p>4. Falta de capacidad técnica y administrativa para llevar a cabo la prestación de los servicios públicos de manera eficiente, para satisfacer oportunamente las necesidades de la comunidad.</p> <p>5. Altos costos de operación, lo que constituye una carga excesiva para el gobierno municipal.</p> <p>6. Endeudamiento por la adquisición de préstamos que rebasan la capacidad de pago de los gobiernos municipales.</p> <p>7. Exceso de personal y de actitudes burocráticas en las áreas operativas y administrativas.</p>

EM- PRESA	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>ORGA- NISMO</p> <p>PUBLI- CO</p> <p>DES- CEN- TRALI- ZADO</p>	<p>* Se crea a través de un decreto, expedido por la Legislatura del Estado o por el Ejecutivo Estatal, que regula su estructura y funcionamiento, precisando sus fines, denominación, patrimonio, órganos, sus relaciones con el personal y usuarios del servicio y demás actividades propias de su organización.</p> <p>* Tiene por objetivo realizar eficientemente la prestación de un servicio público de la administración central.</p> <p>* Cuenta con personalidad jurídica y patrimonio propio para realizar sus funciones.</p> <p>* Acepta la aplicación del derecho privado cuando efectúa sus relaciones mercantiles, pero su régimen general es de derecho público.</p> <p>* La liquidación es determinada por la Legislatura del Estado cuando no cumpla con sus objetivos o no sea conveniente para la economía estatal.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El gobierno controla y vigila el funcionamiento de sus actividades, por medio de Consejos de Administración, sin que exista dependencia jerárquica del poder ejecutivo estatal (autonomía).</li> <li>2. Puede adoptar el régimen de una sociedad mercantil.</li> <li>3. No son aplicables los principios de derecho privado a las instituciones descentralizadas. Se crea un estricto régimen de derecho público al afectar el Estado sus bienes a propósitos de interés general.</li> <li>4. Solo cuando se establezca en el decreto que origina su creación, puede regirse por el derecho privado.</li> <li>5. En caso de liquidar a la entidad, los bienes se reintegren al patrimonio general del Ayuntamiento.</li> <li>6. En la mayoría de los casos, la administración se realiza a través de procedimientos análogos a los de la empresa privada.</li> <li>7. Se entrega el manejo del servicio a los que tienen la preparación técnica necesaria.</li> <li>8. Puede llegar a sostenerse con sus propios recursos por medio de cuotas o tarifas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se presenta la intervención de factores políticos en la administración general de la empresa.</li> <li>2. No existe continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos en cada cambio de administración municipal o estatal, cada tres o seis años, según corresponda.</li> <li>3. En algunos casos el personal directivo es seleccionado de acuerdo a las influencias políticas, y no porque tenga competencia profesional para realizar las funciones asignadas.</li> <li>4. El gobierno debe de proveer (en primera instancia) de recursos a la entidad para que lleve a cabo sus funciones, por lo que en ocasiones se presentan problemas económicos y administrativos para prestar los servicios público.</li> </ol>

## Estructura Jurídico-Administrativa Intermunicipal

EM- PRESA	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
EM- PRESA  INTER  MUNI- CIPAL	<p>* Es la asociación de dos o más municipios para prestar un servicio a la comunidad asentada dentro de sus ámbitos territoriales.</p> <p>* Es un organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio.</p> <p>* Su creación está fundamentada en el Artículo 115 Constitucional y en las Leyes Orgánicas Municipales.</p> <p>* Los estatutos legales que la rigen son los mismos que los de los organismos descentralizados.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los gastos de operación generados por la prestación del servicio público es compartido por los municipios.</li> <li>2. Los municipios involucrados procuran los elementos necesarios para mantener la unidad, vigilancia y control de la empresa intermunicipal.</li> <li>3. Solo cuando lo establezca en el decreto que origina su creación, puede regirse por el derecho privado.</li> <li>4. En caso de liquidar a la entidad, los bienes se reintegran al patrimonio general de los Ayuntamientos.</li> <li>5. En muchos casos, la administración se realiza a través de procedimientos análogos a los de la empresa privada.</li> <li>6. Se entrega el manejo del servicio a los que tienen la preparación técnica necesaria.</li> <li>7. Puede llegar a sostenerse con sus propios recursos por medio de cuotas o tarifas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las necesidades no son las mismas en los municipios asociados, por lo que se dificulta la prestación oportuna de los servicios.</li> <li>2. Los costos de operación pueden incrementarse debido a la falta de coordinación existente entre los municipios asociados.</li> <li>3. Se presenta la intervención de factores políticos en la administración general de la empresa.</li> <li>4. No existe continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos en cada cambio de administración municipal.</li> <li>5. El personal puede ser seleccionado de acuerdo a las influencias políticas, y no porque tenga competencia para realizar las funciones asignadas.</li> <li>6. El gobierno debe proveer (en primer instancia) de recursos a la entidad para que lleve a cabo sus funciones, por lo que en ocasiones se presentan problemas económicos y administrativos para prestar el servicio público.</li> </ol>

## Estructura Jurídico-Administrativa Mixta o de Participación Estatal

EM- PRESA	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
EM- PRESA  DE  ECO- NOMIA  MIXTA	<p>* Tiene por objetivo prestar un servicio bajo las normas de derecho privado, pero con la intervención del poder público.</p> <p>* Para ser considerada empresa de economía mixta o de participación estatal, se requiere que:</p> <p>a) El gobierno aporte o sea propietario de más o menos del 50% del capital social (mayoritaria o minoritaria).</p> <p>b) Que figuren acciones en el capital social que sólo puedan ser suscritas por el Gobierno.</p> <p>c) Que corresponda al Gobierno hacer nombramientos a nivel de Junta Directiva o Directivo, o cuando pueda vetar los acuerdos de la Asamblea General.</p>	<p>1. El gobierno vigila y controla el funcionamiento de sus actividades.</p> <p>2. Puede adoptar el régimen de una sociedad mercantil.</p> <p>3. La administración se realiza a través de procedimientos análogos a los de la empresa privada.</p> <p>4. Puede llegar a sostenerse con sus propios recursos.</p> <p>5. El gobierno puede intervenir en el establecimiento de tarifas.</p> <p>6. Se entrega el manejo del servicio a personal con la preparación técnica necesaria.</p> <p>7. Existe mayor flexibilidad en la operación total de la organización y del sistema.</p>	<p>1. Se presenta la intervención de factores políticos en la administración general de la empresa.</p> <p>2. Se puede presentar el caso de que no exista continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos en cada cambio de administración municipal.</p> <p>3. En algunos casos, el personal es seleccionado de acuerdo a las influencias políticas, y no porque tenga competencia profesional para realizar las funciones asignadas.</p> <p>4. No existen normas que concilien su carácter privado con las funciones públicas.</p>

## Estructura Jurídico-Administrativa Concesionada

EM- PRESA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CON- CE- SION  DEL  SER - VICIO  PU- BLICO	<p>* La Administración Estatal establece un derecho a favor de un particular para que maneje un servicio por un plazo determinado y bajo condiciones precisas de naturaleza contractual y reglamentaria.</p> <p>* Está sujeta a las normas que dicten las Constituciones Estatales y las Leyes Orgánicas Municipales.</p> <p>* Es de carácter temporal (generalmente por 15 años).</p> <p>* Durante su vigencia, el concesionario puede obtener una utilidad razonable y recuperar su inversión por medio de cuotas que los usuarios paguen por el servicio.</p> <p>* Existe el derecho de reversión, mediante el cual los bienes afectados en la concesión, pasan al gobierno del estado o del municipio al término de ésta.</p> <p>* La concesión puede terminar anticipadamente, mediante indemnización al concesionario.</p>	<p>1. A través de la concesión se fija la organización y funcionamiento de: horarios, tarifas, derechos de usuarios, etc., para la prestación del servicio.</p> <p>2. El gobierno puede intervenir en:</p> <p>a) El establecimiento de tarifas.</p> <p>b) Puede ejercer el control que le corresponde para asegurarse que el concesionario tiene la competencia y medios para la explotación de la concesión.</p> <p>c) Puede variar unilateralmente las condiciones de la concesión, si el concesionario no se está cumpliendo lo originalmente pactado.</p> <p>3. El concesionario es el que efectúa la inversión, realiza la gestión del servicio y está obligado a conservar los bienes durante la misma.</p> <p>4. Al término de la concesión los bienes pasan a ser patrimonio general del Ayuntamiento.</p> <p>5. La administración es totalmente privada.</p> <p>6. Se sostiene con sus propios recursos.</p>	<p>1. Los beneficios económicos que se generan por la prestación del servicio, quedan en posesión del concesionario.</p> <p>2. Difícilmente se encontrarán concesionarios (inversionistas) que acepten concesiones por un término menor a 15 años.</p>

## Estructura Jurídico-Administrativa Desconcentrada

EM- PRESA	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>ORGA- NISMO</p> <p>PUBLI- CO</p> <p>DES- CON- CEN- TRADO</p>	<p>* Un organismo des- concentrado tiene por objetivo favorecer el desarrollo integral de las entidades federativas, previo cumplimiento de las formalidades establecidas.</p> <p>* Es una alternativa con que cuenta el gobierno central para coordinar y controlar directamente sus recursos.</p> <p>* A nivel municipal se deben establecer convenios de desconcentración, según lo establecido en el Artículo 22 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.</p>	<p>1. El Ayuntamiento asigna recursos para la realización de los servicios públicos.</p> <p>2. Está facultado para llevar a cabo las funciones de revisión y vigilancia sobre las actividades realizadas por los órganos municipales que llevan a cabo la prestación de los servicios públicos.</p> <p>3. No son aplicables los principios de derecho privado a las instituciones desconcentradas, debido a que se crea un estricto régimen de derecho público.</p> <p>4. En caso de liquidar a la empresa los bienes patrimoniales se reintegran al Ayuntamiento.</p> <p>5. Se entrega el manejo del servicio público a los que tienen la preparación técnica necesaria.</p> <p>6. Son autónomos del Ayuntamiento para cumplir con la función técnica que se les encomendó.</p>	<p>1. En ocasiones los recursos técnicos y administrativos que designa el Ayuntamiento no son suficientes para la realización de los servicios públicos.</p> <p>2. No existe continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos en cada cambio de administración municipal.</p> <p>3. Subordinación de los intereses comunitarios con relación a los intereses gubernamentales.</p> <p>4. En algunos casos el personal es seleccionado de acuerdo a influencias políticas, y no porque tengan competencia profesional para realizar las funciones asignadas</p> <p>5. Altos costos de operación, lo cual constituye una carga excesiva para el gobierno municipal.</p> <p>6. Endeudamiento por la adquisición de préstamos que rebasan la capacidad de pago de los gobiernos municipales.</p> <p>7. El ejercicio y control del presupuesto lo ejerce el ayuntamiento.</p> <p>8. No lo consideran generalmente las Constituciones Políticas de los Estados y las Leyes Orgánicas Municipales.</p>

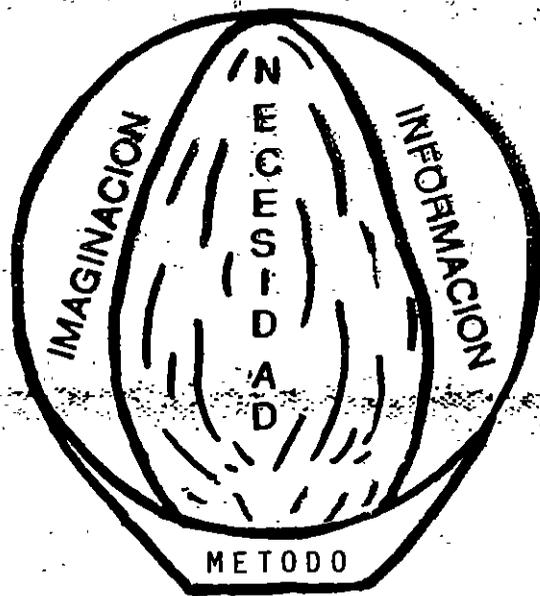
## Estructura Jurídico-Administrativa Fiduciaria

EM- PRESA	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
FIDEI- COMI- SO	<p>* La Ley General de Instituciones de Crédito establece que puede ser objeto del fideicomiso toda clase de bienes que sean estrictamente personales de su titular.</p> <p>* En un fideicomiso participan: fideicomitente, fideicomisario y el fiduciario.</p> <p>* No es necesario que se nombre al fideicomisario.</p> <p>* Pueden ser fideicomitentes autoridades judiciales o administrativas cuando el objeto del fideicomiso lo constituyan bienes cuya guarda, conservación, administración, liquidación, reparto o enajenación corresponda a dichas autoridades o a las personas designadas por éstas.</p> <p>* Se extingue: a) Cuando se cumple el objetivo. b) Por ser imposible su cumplimiento. c) Por no realizarse dentro del término establecido o 20 años después.</p>	<p>1. El gobierno controla y vigila el funcionamiento de sus actividades.</p> <p>2. Constituye una fuente de financiamiento para las empresas públicas y/o privadas.</p> <p>3. Puede llegar a sostenerse con sus propios recursos.</p> <p>4. En muchos casos, la administración se realiza a través de procedimientos análogos a los de la empresa privada.</p>	<p>1. Se presenta la intervención de factores políticos en la administración general de la empresa.</p> <p>2. No existe continuidad en los planes y programas de operación de los servicios públicos, debido al rompimiento de éstos en cada cambio de administración municipal.</p> <p>3. En ocasiones, el personal es seleccionado de acuerdo a las influencias políticas, y no porque tenga competencia para realizar las funciones asignadas.</p> <p>4. Existe la posibilidad de que los recursos económicos obtenidos no sean los suficientes para llevar a cabo la prestación del servicio de limpia.</p>

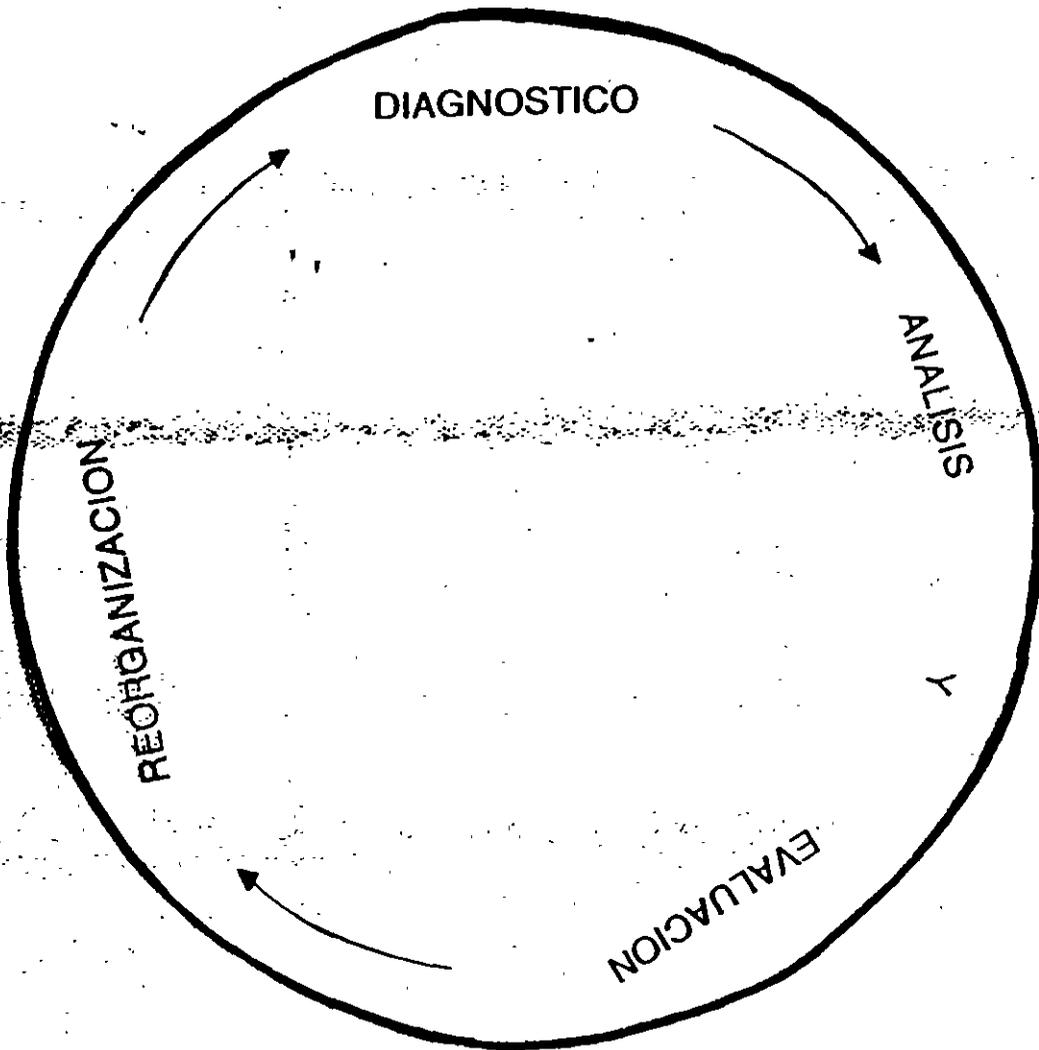
## Estructura Jurídico-Administrativa de Sociedad Cooperativa

EMPRESA	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>ORGANIZACIÓN</p> <p>COOPERATIVA</p>	<p>* Está integrada por individuos de la clase trabajadora.</p> <p>* Tiene por objeto procurar el mejoramiento social y económico de sus socios.</p> <p>* Su creación se da a través de la concesión del servicio por parte del gobierno a los trabajadores.</p> <p>* Cuenta con personalidad jurídica y patrimonio propio.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los trabajadores reciben directamente los beneficios de su trabajo.</li> <li>2. Debido a lo anterior, pueden mejorar su nivel económico-social.</li> <li>3. Al tener calidad de socios, cuentan con prestaciones sociales, participan del reparto de utilidades, así como de otros beneficios sociales.</li> <li>4. Debido a que se trata de una concesión del servicio, el gobierno puede regular su funcionamiento de acuerdo a lo señalado en el apartado correspondiente a la concesión.</li> <li>5. Se da el mismo tratamiento que a las concesiones de servicios públicos.</li> <li>6. Realizan actividades remunerativas de su interés, acordes con su nivel académico.</li> <li>7. Existe la posibilidad de que su familia participe en las actividades de la cooperativa, aumentando su ingreso económico.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de asistencia técnica adecuada que permita la actualización de sus tecnologías, la optimización de recursos y el mejoramiento de los sistemas de producción y administración.</li> <li>2. Se requiere diseñar e implantar programas de capacitación y desarrollo para su personal.</li> <li>3. Falta de fluidez en la tramitación de los apoyos crediticios, financieros y fiscales requeridos para la operación de la cooperativa.</li> <li>4. No se cuenta con una estructura comercial que facilite la introducción de su producción en el mercado de bienes y servicios.</li> <li>5. Existencia de burocracia administrativa que no agilita la constitución y desarrollo de las organizaciones cooperativas.</li> </ol>





A  
D  
M  
I  
N  
I  
S  
T  
R  
A  
C  
I  
O  
N



DEMANDAS

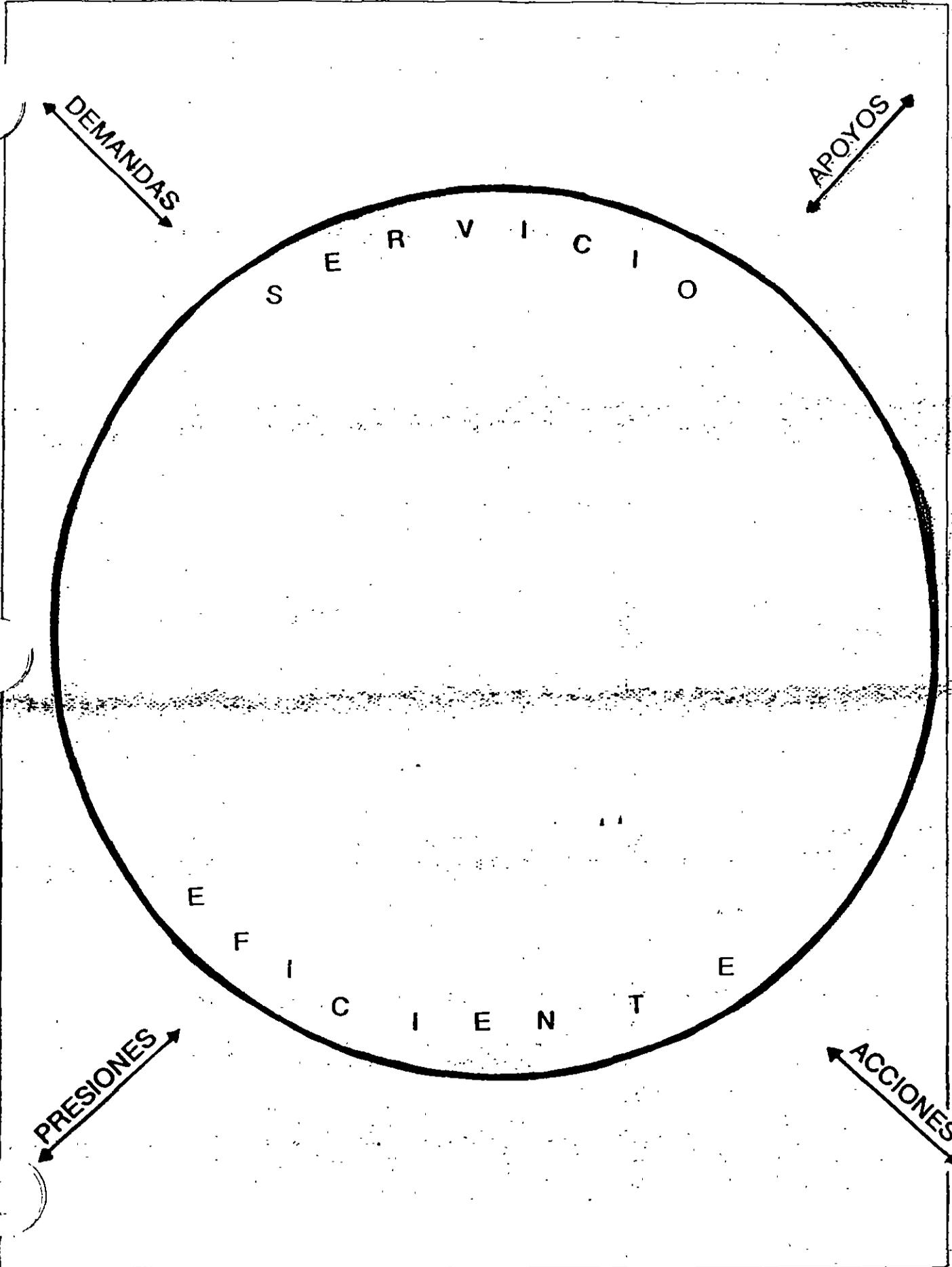
APOYOS

S E R V I C I O

E F I C I E N T E

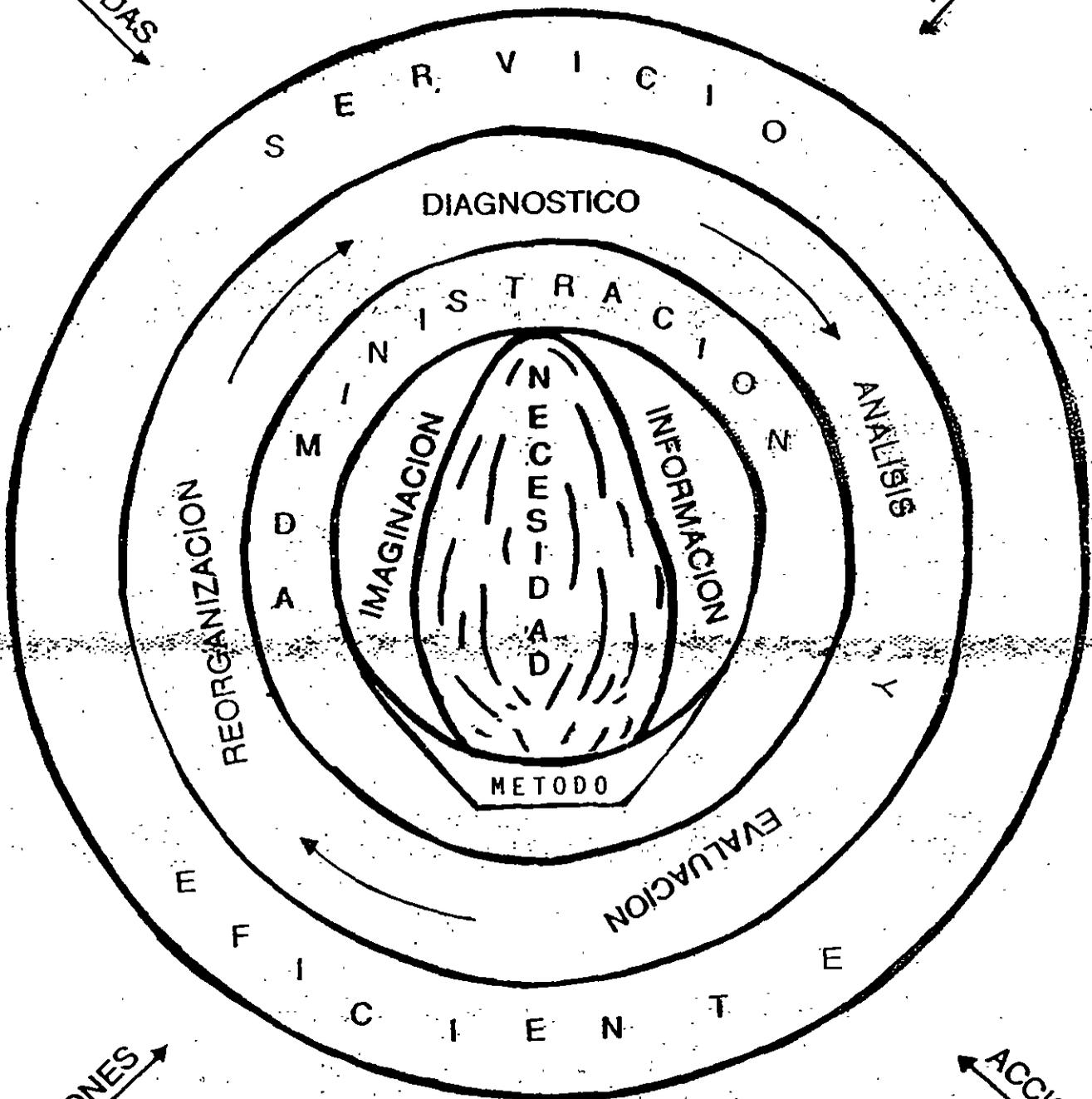
PRESIONES

ACCIONES



DEMANDAS

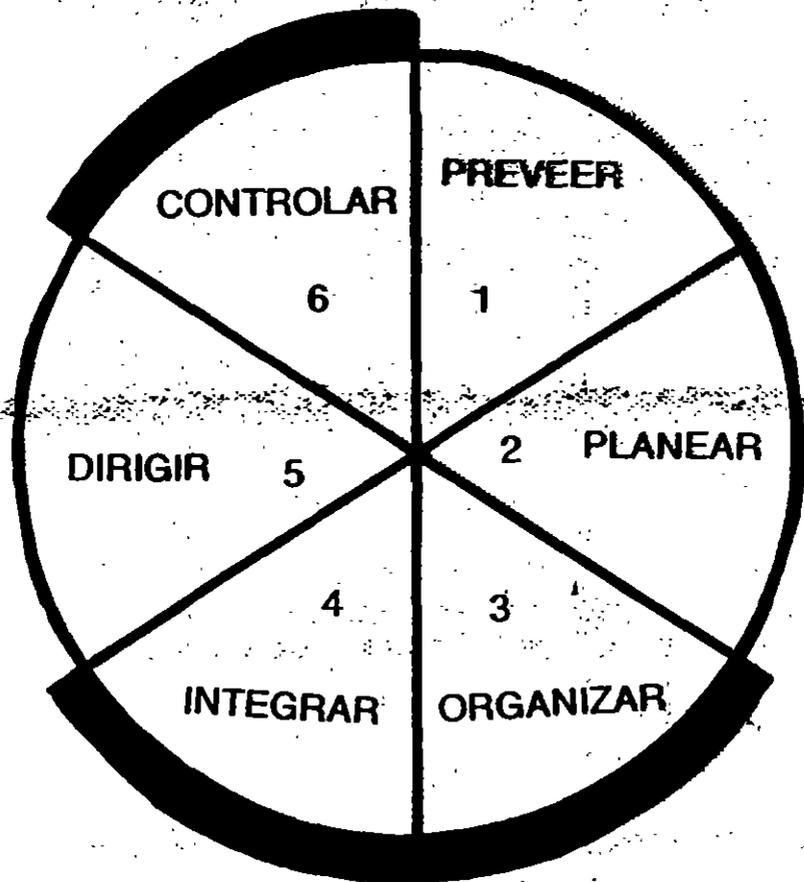
APOYOS



PRESIONES

ACCIONES

# PROCESO ADMINISTRATIVO



ETAPA	FASES	MEDIOS
PREVEER	Interpretación de Resultados (Análisis e)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reportes o Informes.</li> <li>- Estadísticas.</li> <li>- Gráficas.</li> </ul>
	Problemática (Ideas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio o Análisis de Situaciones o Casos.</li> <li>- Tormenta o lluvia de Ideas.</li> <li>- Demostraciones.</li> <li>- Flexibilidad o Adaptación.</li> </ul>
	Estrategias (a implantar)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnósticos Institucionales a Nivel Nacional de los Organismos Operadores.</li> <li>- Creación de un Banco y de una Red de Información Básica.</li> <li>- Creación de un Catastro y de una Red de Centros de Acopio de Reuso y Reciclaje.</li> <li>- Recopilación y difusión de la información a través de AMCRESPAC.</li> <li>- Elaboración de Normas y Reglamentos en la materia.</li> <li>- Elaboración de estudios o investigaciones para determinar la factibilidad para la concesión o privatización de los servicios.</li> <li>- Diagnóstico, Evaluación o Monitoreo de cada etapa del proceso administrativo. (Mínimo cada 3 años).</li> <li>- Promoción de Encuentros y Congresos de Desarrollo Institucional (Anual y Bianual).</li> </ul>

ETAPA	FASES	MEDIOS
<b>PLANEAR</b>	Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cualitativos.</li> <li>- Cuantitativos (Metas o Cobertura).</li> </ul>
	Programas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de la Generación.</li> <li>- Promoción y Participación social .</li> <li>- Normas y Reglamentos.</li> <li>- Organización o Reorganización Comercial y Económico-Financiero.</li> <li>- Residuos Hospitalarios y Peligrosos.</li> <li>- Barrido, Recolección, Transferencia y Disposición final.</li> <li>- Sistematización de la información.</li> <li>- Diagnóstico, Evaluación o Monitoreo permanente.</li> </ul>
	Políticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integración o Interrelación de convencimiento y compromiso.</li> <li>- Uso eficiente de la información y del equipo administrativo y operativo.</li> </ul>
	Procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administrativos: de Selección, de Adquisición, de Mantenimiento, etc.</li> <li>- Operativos: de Recepción y Descarga, de Material de Cobertura, de Empuje y Acomodo, etc.</li> </ul>

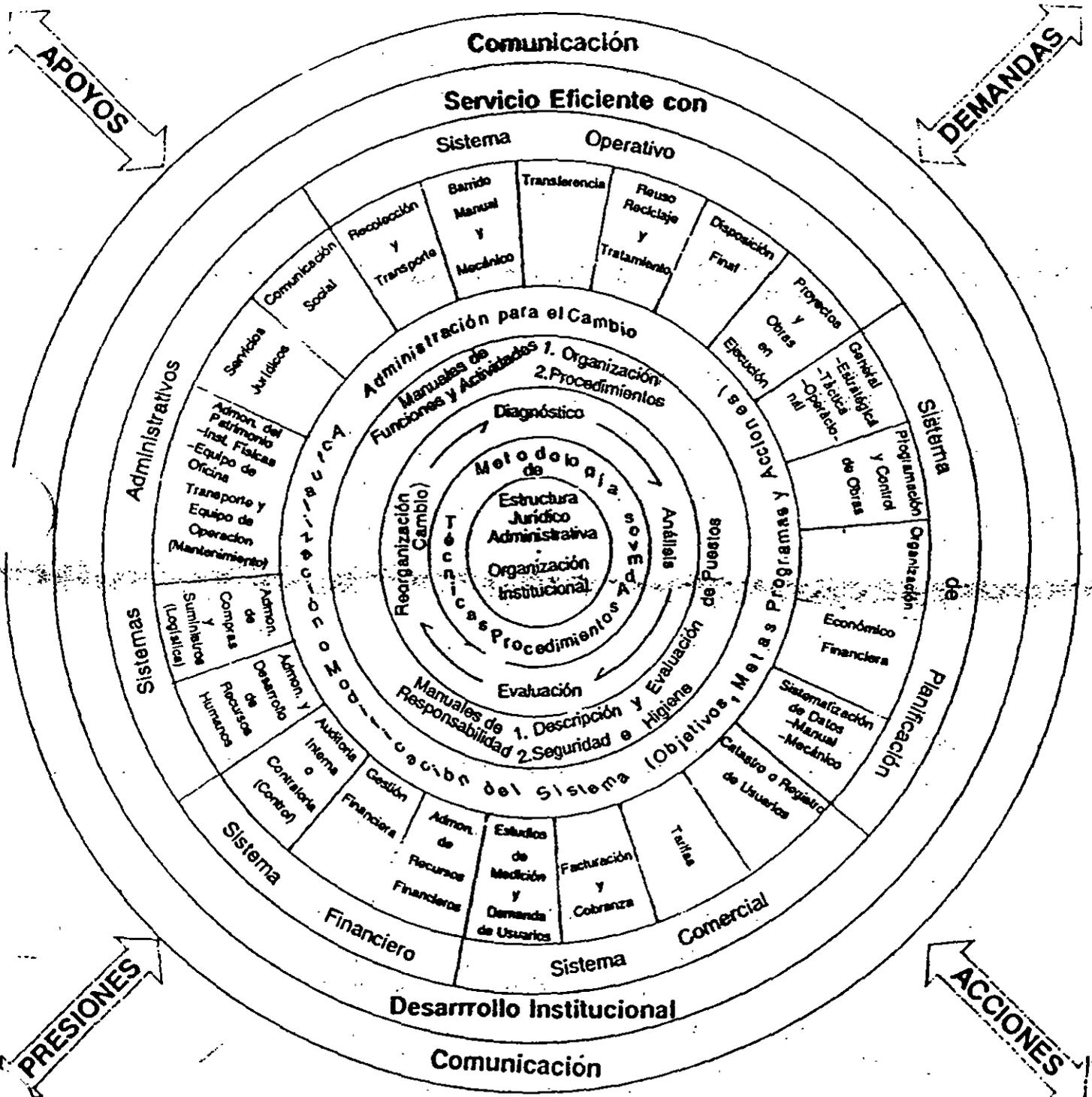
ETAPAS	FASES	MEDIOS
<b>ORGANIZAR</b>	Estructura (Definición de)	- Organigramas: * Estructurales. * Funcionales.
	Funciones (Definición de)	- Manuales: * Organización. * Procedimientos u Operación. * Formas.
	Responsabilidades y Autoridad (Definición de)	- Manuales: * Descripción de Puestos. * Valuación de Puestos. * Seguridad e Higiene.

ETAPA	FASES	MEDIOS
<b>INTEGRAR (Recursos) O LOGISTICA</b>	<b>Humanos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección.</li> <li>- Inducción.</li> <li>- Adiestramiento.</li> <li>- Capacitación.</li> <li>- Actualización.</li> <li>- Desarrollo.</li> <li>- Calificación de Méritos.</li> <li>- Promoción y Participación Social.</li> </ul>
	<b>Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de Proveedores y Productos.</li> <li>- Adquisición.</li> <li>- Almacenaje.</li> <li>- Inventarios.</li> <li>- Proveeduría.</li> <li>- Mantenimiento Preventivo y Correctivo.</li> </ul>
	<b>Financieros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presupuesto de Ingresos y Egresos.</li> <li>- Contabilidad:               <ul style="list-style-type: none"> <li>* Registro de Ctas (Pólizas).</li> <li>* Balanza de Comprobación y Cuentas de Resultados (Ajustes).</li> </ul> </li> <li>- Formulación de Edos. Financieros:               <ul style="list-style-type: none"> <li>* Edo. de Resultados.</li> <li>* Balance Gral. o de Situación Financiera.</li> <li>* Flujo de Efectivo.</li> </ul> </li> </ul>
	<b>Jurídicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Políticas y Normas Institucionales.</li> <li>- Leyes (Municipales, Estatales y Federales).</li> </ul>
	<b>Información</b>	

ETAPA	FASES	MEDIOS
<b>DIRIGIR</b>	Delegar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resposnabilidad.</li> <li>- Autoridad.</li> <li>- Dirección o Conducción.</li> </ul>
	Comunicar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informar Resultados.</li> <li>- Motivar.</li> <li>- Medidas Corréctivas.</li> </ul>
	Coordinar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructura Organizacional o Cadena de Mando.</li> <li>- Juntas o Reuniones de Trabajo.</li> <li>- Comités Ejecutivos o de Asesoría.</li> <li>- Sistema de Sugerencias y Quejas.</li> </ul>
	Cambio (Administración del)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover:               <ul style="list-style-type: none"> <li>* Creatividad.</li> <li>* Innovación.</li> <li>* Aceptación.</li> </ul> </li> </ul>

ETAPA	FASES	MEDIOS
<b>CONTROLAR</b>	Sistemas de Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuales.</li> <li>- Electrónicos.</li> </ul>
	Parámetros o Estándares de Actuación o Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metas o Coberturas.</li> <li>- Agenda Ejecutiva.</li> </ul>
	Evaluación o Medición de Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objetivos.</li> <li>- Presupuesto.</li> <li>- Auditoría Administrativa y Contable:               <ul style="list-style-type: none"> <li>* Interna.</li> <li>* Externa.</li> </ul> </li> </ul>
	Estimular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comunicar Resultados.</li> <li>- Felicitar o Motivar.</li> <li>- Remunerar.</li> <li>- Establecer Medidas Correctivas.</li> </ul>

# 4. SISTEMA DE ORGANISMO OPERADOR PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.



# RECORDEMOS:

**La imaginación es más importante que el conocimiento.**

**-Albert Einstein**



**La imaginación gobierna al mundo.**

**-Napoleón**



**La imaginación toma el poder.**

**-Anónimo**

**La Sorbona / Mayo 68**





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**  
**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**  
CURSOS ABIERTOS  
MODULO I: RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

ANALISIS DE COSTOS

ING. JAVIER MANZANERA MIRANDA

CUALQUIER CAMBIO DE SISTEMA Y/O IMPLEMENTACION DE UNO NUEVO, DEMANDA LA ELABORACION DE UN PLAN SERIO Y ADECUADO A LAS CARACTERISTICAS ACTUALES Y ESPERADAS DEL ENTORNO.

ES DECIR:

PARTIRA DE UN ANALISIS EXTERNO O DE LAS NECESIDADES DE LA POBLACION [DEMANDA HACIA EL SISTEMA]

Y DE UN ANALISIS INTERNO DE FUERZAS Y DEBILIDADES CON QUE SE CUENTA PARA RESPONDER ADECUADAMENTE A TALES NECESIDADES

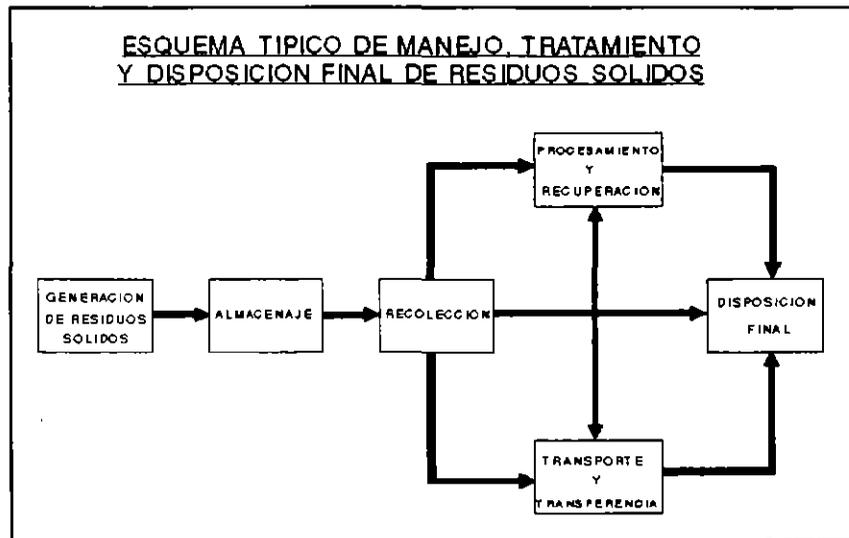
DE ACUERDO CON ELLO, SE DISEÑARAN (CON EL EMPLEO DE METODOS Y TECNICAS ADECUADAS COMO LAS ESTUDIADAS EN EL CURSO) SOLUCIONES TECNICAMENTE FACTIBLES

PERO:

CUALQUIER ACTIVIDAD ACTUAL FUTURA, IMPLICA EMPLEO DE RECURSOS ECONOMICOS Y, DADO QUE LOS RECURSOS NUNCA SERAN ILIMITADOS (SINO MAS BIEN ESCASOS), RESULTARA DE LA MAYOR IMPORTANCIA QUE LAS MEJORES SOLUCIONES IMPLIQUEN LOS MENORES COSTOS.

POR ELLO SE JUSTIFICA EL CONOCER TECNICAS PARA LA DETERMINACION DE COSTOS Y, PARA LA ELABORACION DE ANALISIS FINANCIEROS

DENTRO DE CADA ETAPA DEL SISTEMA DE MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS, SE TIENEN COSTOS INVOLUCRADOS:



## **CONCEPTOS DE COSTOS EN EL SISTEMA** **[EJEMPLOS]**

### **RECOLECCION Y BARRIDO**

- PERSONAL
- VEHICULOS
- CUADRILLAS DE BARRIDO
- EQUIPO PARA EL PERSONAL
- MAQUINARIA DE BARRIDO
- TALLERES DE MANTENIMIENTO Y ENCIERRO DE VEHICULOS
- COMBUSTIBLES, ETC.

## **TRANSPORTE Y TRANSFERENCIA**

- PERSONAL
- VEHICULOS
- INSTALACIONES DE TRANSFERENCIA
- EQUIPO PARA EL PERSONAL
- MAQUINARIA DE EMPUJE (EN CIERTOS CASOS)
- TALLERES DE MANTENIMIENTO
- COMBUSTIBLES, ETC.

SIN EMBARGO, LOS QUE PARA EFECTOS DE ESTE CURSO RESULTAN DE INTERES SON LOS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL:

### **CONCEPTOS DE COSTOS DE TRATAMIENTO** **[EJEMPLOS]**

#### **INCINERACION**

- TERRENO
- EDIFICIOS
- EQUIPOS DE PROCESO (INCINERACION)
- EQUIPOS DE SERVICIOS (BOMBEO, SUBESTACION, ETC.)
- ESTUDIOS Y PROYECTOS
- SALARIOS
- COMBUSTIBLES

- ENERGIA ELECTRICA
- RETRIO DE CENIZAS
- MONITOREO Y CONTROL DE EMISIONES A LA ATMOSFERA
- MANTENIMIENTO
- COSTO FINANCIERO

### **SELECCION PARA RECICLAJE**

- TERRENO
- EDIFICIOS
- EQUIPOS DE PROCESO (SELECCION, CRIBADO, MOVIMIENTO DE MATERIALES, ETC.)
- EQUIPOS DE SERVICIOS (BOMBEO, SUBESTACION, ETC.)
- ESTUDIOS Y PROYECTOS
- SALARIOS
- COMBUSTIBLES
- ENERGIA ELECTRICA
- COMERCIALIZACION
- RETRIO DE MATERIAL DE RECHAZO
- COSTO FINANCIERO

## **COMPOSTEO**

- TERRENO
- EQUIPOS DE PROCESO (MOLIENDA, APILACION, VOLTEO, MOVIMIENTOS DE MATERIAL, ETC.)
- EQUIPOS DE SERVICIOS Y TRANSPORTE
- ESTUDIOS Y PROYECTOS
- SALARIOS
- COMBUSTIBLES
- ENERGIA ELECTRICA
- COMERCIALIZACION
- COSTO FINANCIERO

## **CONCEPTOS DE COSTOS DE DISPOSICION FINAL** **[EJEMPLOS]**

- TERRENO
- PERSONAL
- MAQUINARIA DE EMPUJE, COMPACTACION Y NIVELACION
- MATERIAL DE RELLENO Y DE CUBIERTA
- ACARREO DE MATERIALES
- IMPERMEABILIZACION
- INFRAESTRUCTURA DE CAPTACION DE LIXIVIADOS Y

## BIOGAS

- SUPERVISION Y MONITOREO
- OPERACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
- MANTENIMIENTO DE CAMINOS

LOS CONCEPTOS ANTERIORES PUEDEN, ADEMÁS, SER AGRUPADOS (Y/O DESAGREGADOS) EN CENTROS Y/O SUBCENTROS DE COSTOS PARA UN MAS FACIL CONTROL Y MANEJO.

ASIMISMO Y, CON IGUAL FIN (FACILITAR SU CONTROL Y MANEJO), RESULTA DE GRAN UTILIDAD EL CONOCER LA NATURALEZA DEL COMPORTAMIENTO DE CADA RUBRO DE COSTOS, RESPECTO DEL VOLUMEN DE OPERACION QUE SE MANTENGA.

### CLASIFICACION DE COSTOS DE ACUERDO CON EL VOLUMEN DE OPERACION

**FIJOS** SON AQUELLOS QUE TIENEN EL MISMO MONTO, CON INDEPENDENCIA DE LOS VOLUMENES QUE SE MANEJEN. ES DIFICIL QUE EXISTAN

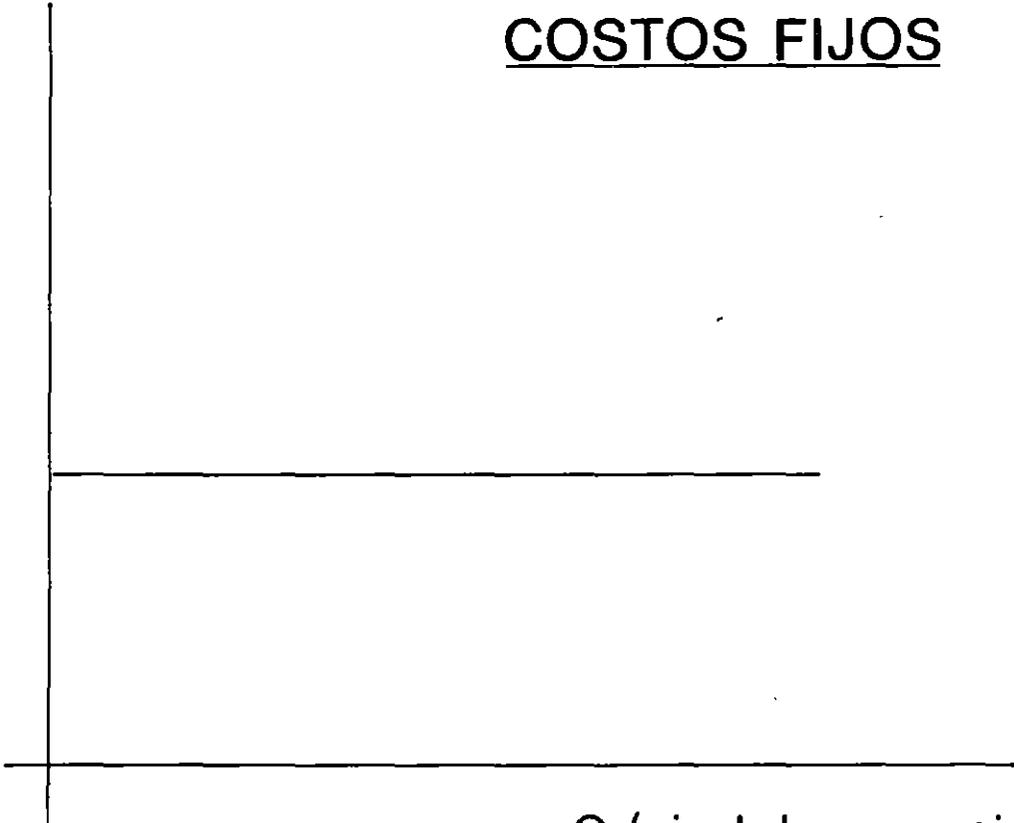
**VARIABLES** GUARDAN RELACION DIRECTA DE VARIACION CON EL VOLUMEN

**SEMIVARIABLES** CONTIENEN UNA PARTE FIJA Y, OTRA VARIABLE. [AUNQUE EL VOLUMEN SEA "CERO", EXISTE CIERTO COSTO] EJEMPLO: MANTENIMIENTO

**SEMIFIJOS** SE MANTIENEN FIJOS POR INTERVALOS EN LOS NIVELES DE OPERACION [EJEMPLO: COSTOS DE SALARIOS DE SUPERVISION]

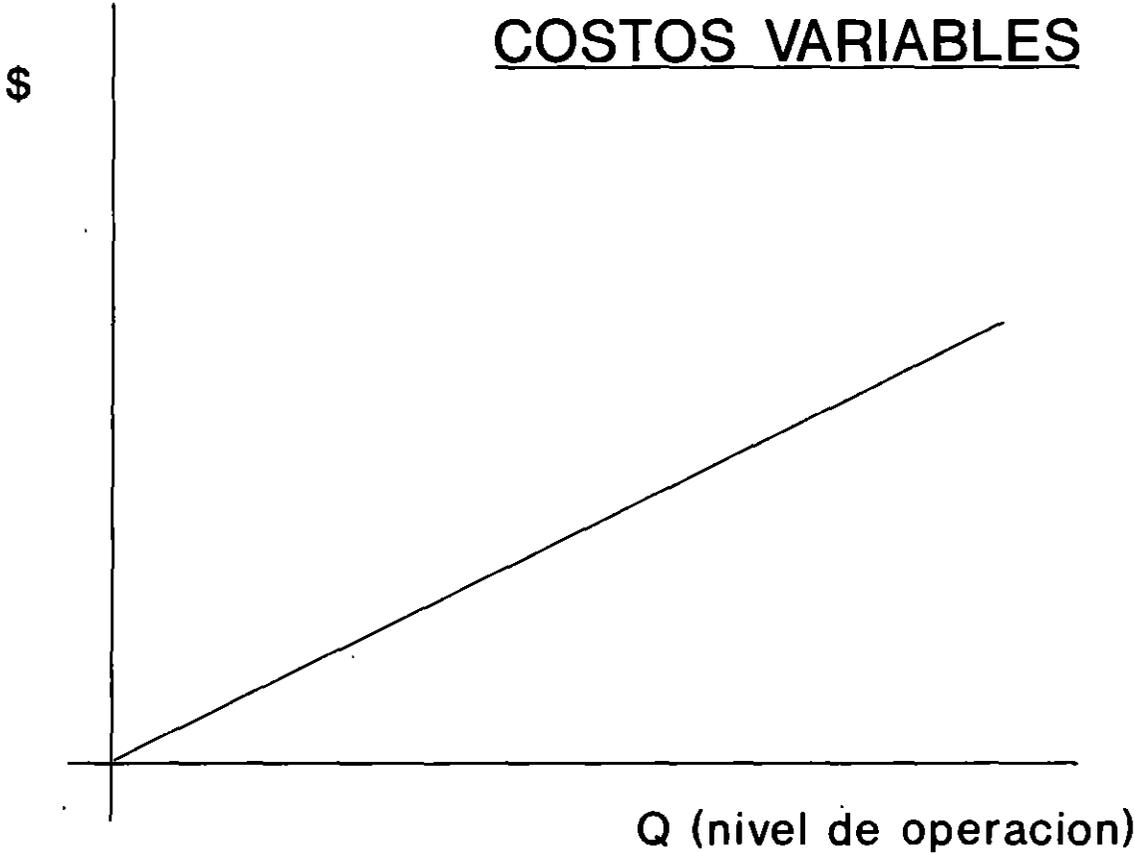
COSTOS FIJOS

€



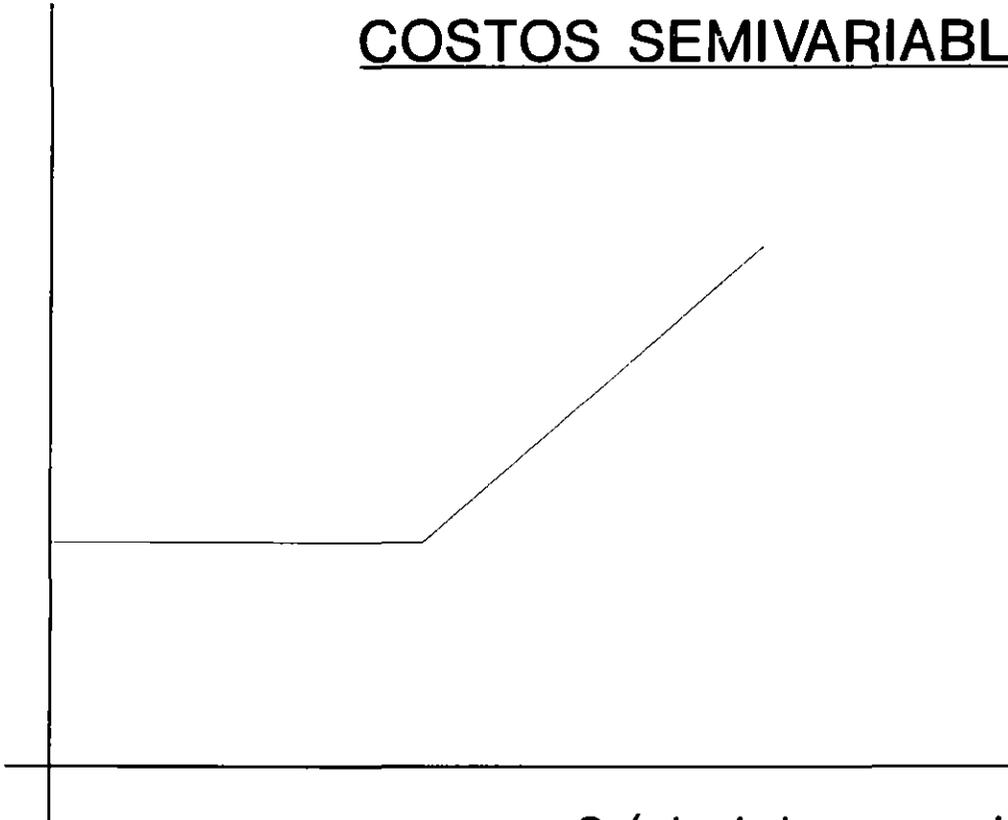
Q (nivel de operacion)

COSTOS VARIABLES



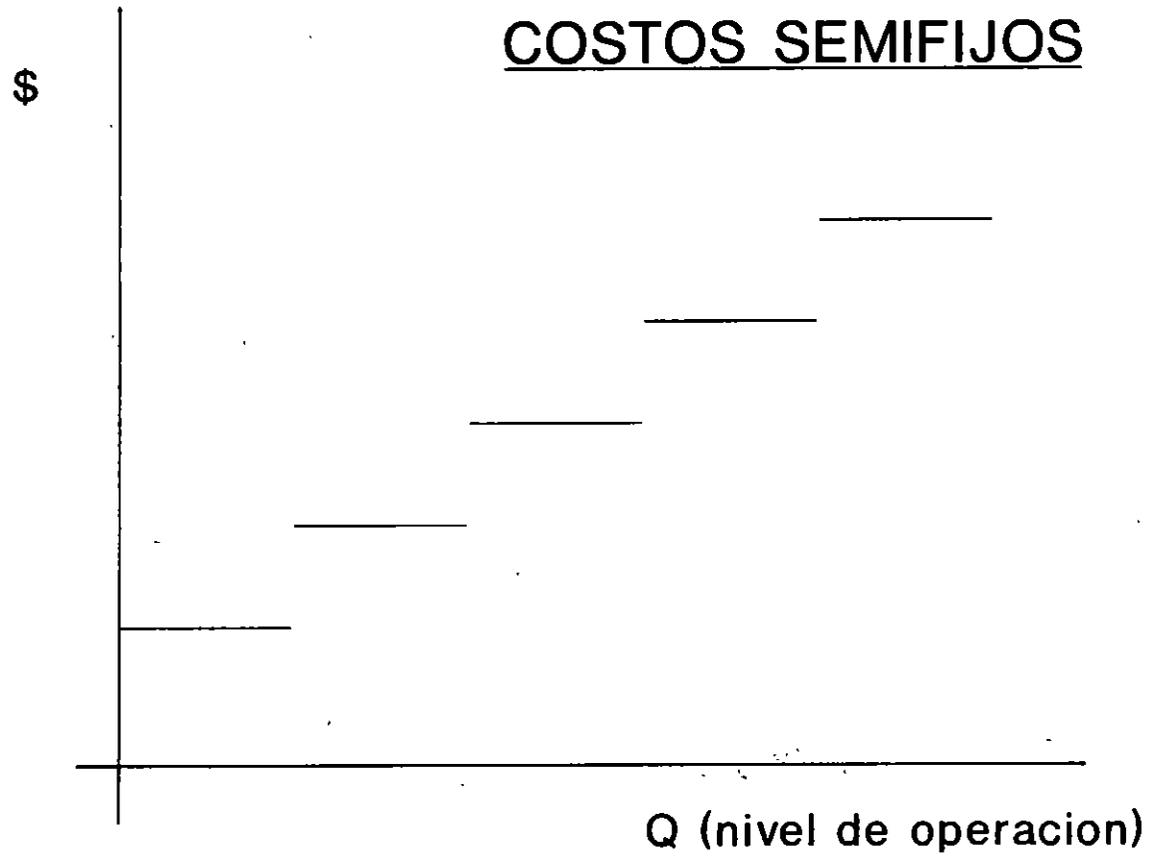
COSTOS SEMIVARIABLES

\$



Q (nivel de operacion)

## COSTOS SEMIFIJOS



## ESTIMACIONES DE COSTOS

**ESTIMAR COSTOS ES NECESARIO TANTO PARA PLANEAR, COMO PARA CONTROLAR OPERACIONES**

SI SE ASUME QUE LOS COSTOS, AL MENOS EN CIERTOS INTERVALOS, TIENEN FUNCIONES LINEALES (DEJANDO AFUERA, COMO CASOS ESPECIALES, LOS SEMIFIJOS), LA ECUACION DE *COSTOS TOTALES* SERA DE LA SIGUIENTE FORMA:

$$CT = a + bx$$

DONDE  $x$  IMPLICA "NIVEL DE ACTIVIDAD (UNIDADES, HRS. HOMBRE, TONELADAS, ETC.)"

EXISTEN DOS METODOS FUNDAMENTALES PARA LA ESTIMACION DE COSTOS:

- ANALISIS DE COSTOS HISTORICOS

ESTIMA LOS COSTOS FUTUROS, BASADO EN LOS DATOS DE COSTOS ANTERIORES

ES UN METODO MUY EXACTO CUANDO NO SE TIENEN VARIACIONES IMPORTANTES EN ASPECTOS O VARIABLES EXTERNAS; ES DECIR, CUANDO SE ESPERA QUE EL FUTURO RESULTE SIMILAR AL PASADO

- **METODO DE INGENIERIA**

SE BASA EN RELACIONES FISICAS (DERIVADAS DE ESPECIFICACIONES, PROCESOS, ETC.)

ES DE GRAN UTILIDAD EN LOS CASOS EN QUE NO PUEDE CONTARSE CON DATOS HISTORICOS.

PUEDE VOLVERSE MUY COMPLEJO Y PASAR POR ALTO LA INTERVENCION DE AGENTES EXTERNOS

INDEPENDIENTEMENTE DEL METODO A USAR PARA ESTIMAR COSTOS, DEBERA SIEMPRE:

- **ANALIZARSE SI NO EXISTEN SESGOS EN LOS REGISTROS**

¿LOS COSTOS SON DEL MISMO PERIODO QUE LOS VOLUMENES?

¿EXISTE PRORRATEO DE COSTOS FIJOS? (BAJO QUE BASES)

¿EL PERIODO DE OBSERVACION ES EL ADECUADO? (SUFICIENTEMENTE LARGO PARA QUE RESULTE REPRESENTATIVO, PERO NO TANTO QUE DILUYA LA OBSERVACION DE PROBLEMAS DETERMINADAS)

- **VERIFICARSE QUE LOS REGISTROS U OBSERVACIONES FUERON HECHOS EN LAS MISMAS CONDICIONES**

X/EJ PUDO PRESENTARSE CAMBIO EN LAS TECNOLOGIAS EMPLEADAS

- **SEPARARSE LAS VARIABLES DEPENDIENTES DE LAS INDEPENDIENTES**

AL MENOS SELECCIONAR BIEN LA VARIABLE INDEPENDIENTE PRINCIPAL (X/EJ HRS-HOMBRE) Y DEJAR (O SUPONER) FIJAS EL RESTO.

## ALGUNAS TECNICAS PARA LA ESTIMACION DE COSTOS CON BASE EN DATOS HISTORICOS

### METODO DE CLASIFICACION CONTABLE:

$$a = \sum j CFj$$

$$b = \frac{\sum i CVi}{Xo}$$

Por lo que:

$$CT = \sum j CFj + (\sum i CVi / Xo)X$$

### METODOS DE APROXIMACION ENTRE LOS NIVELES MINIMO Y MAXIMO

$$b = \frac{CTmax - CTmin}{Xmax - Xmin}$$

$$CF = CTmax - bXmax \quad \text{ó} \quad CF = CTmin - bXmin$$

### METODOS ESTADISTICOS

MEDIANTE METODOS DE REGRESION.

LLEGA A SER MAS EXACTO; PERO RESULTA MUCHO MAS CARO Y, SE REQUIERE DE MUCHAS OBSERVACIONES

## **COSTOS UNITARIOS**

A PARTIR DE COSTOS TOTALES [O MEDIANTE METODOS DE ESTIMACION DIRECTA], SE PUEDE LLEGAR A CUANTIFICACIONES UNITARIAS DE COSTOS O, COSTOS POR UNIDAD DE INTERES; POR EJEMPLO:

- COSTO/TONELADA
- COSTO/HABITANTE SERVIDO
- COSTO/KM<sup>2</sup>
- COSTO/M<sup>3</sup>
- ETC.

## **UN EJEMPLO DE ESTIMACION DE COSTOS EMPLEANDO AMBOS METODOS:**

### **ANALISIS DEL COSTO HORARIO DE UN VEHICULO DE VOLTEO**

[SIGUIENTE HOJA]

**DETERMINACION DE COSTOS HORARIOS  
CAMION DE VOLTEO**

**DATOS GENERALES:**

Precio de Adquisición N\$ (Pa)	N\$141,900
Valor Llantas N\$ (VN)	N\$5,853
Valor Inicial (Va) = Pa - VN	N\$136,047
Valor de Rescate N\$ (Vr)	N\$14,190
Tasa de Interés Anual (i)	12.00%
Factor Prima de Seguros (a)	0.030
Vida Económica Hrs (Ve)	8,000
Horas por Año (Ha)	2,000
Potencia del Motor HP (HP)	170
Factor de Mantenimiento (Q)	1.00
Costo del Diesel N\$/Lt (Cd)	N\$0.78
Costo Aceite de Motor N\$/Lt (Am)	N\$6.50
Costo Aceite Hidráulico N\$/Lt (Ah)	N\$8.00
Costo Diario Chofer N\$/Día (Ch)	N\$84.94
Costo Diario Tripulación N\$/Día (Ay)	N\$127.41

**CARGOS FIJOS:**

Depreciación $D = (Va - Vr) / Ve$	N\$15.23
Inversión $I = (Va + Vr) i / (2 Ha)$	N\$4.51
Seguros $S = (Va + Vr) a / (2 Ha)$	N\$1.13
Mantenimiento $T = Q D$	N\$15.23
<b>Total Cargos Fijos por Hora</b>	<b>N\$36.10</b>

**CONSUMOS:**

Combustible $E = 0.1 HP Cd$	N\$13.26
Lubricantes Motor $Ld = 0.0034 HP Am$	N\$3.76
Lubricantes Hidráulico $Lh = 0.0009 HP Ah$	N\$0.36
Llantas $LI = VN / Ha$	N\$2.93
<b>Total Consumos por Hora</b>	<b>N\$20.30</b>

**OPERACION:**

Chofer Ch/8	N\$10.62
Tripulación Ay/8	N\$15.93
<b>Total Operación por Hora</b>	<b>N\$26.54</b>

**COSTOS HORARIOS:**

<b>Costo Hora Activo</b>	<b>N\$82.95</b>
<b>Costo Hora Inactivo</b>	<b>N\$36.10</b>
<b>Costo Hora Espera</b>	<b>N\$62.64</b>

**VALORES INTERNACIONALES PROMEDIO DE  
ALGUNOS COSTOS UNITARIOS**

**COSTO RECOLECCION: (\$25-75 US/TON EN PAISES  
DESARROLLADOS Y, \$12-25 US EN PAISES EN  
DESARROLLO)**

**COSTO TRANSFERENCIA (\$1.5 A \$3.5 US/TON)  
[N\$15/TON]**

**COSTO DE DISPOSICION FINAL EN RELLENO  
SANITARIO (\$12-\$36 US/TON EN PAISES EN  
DESARROLLO.**

**COSTO DE RECICLAJE Y COMPOSTEO: (\$6-\$15  
US/TON PROCESADA)**

EN TERMINOS GENERALES, CUALQUIER SISTEMA DE MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS, SIEMPRE INVOLUCRA COSTOS DE IMPORTANCIA.

POR ELLO:

CUALQUIER PROYECTO QUE BUSQUE EFICIENTAR EL SISTEMA DESDE EL PUNTO DE VISTA ECOLOGICO, NO DEBE DE PERDER DE VISTA EL OBJETIVO COLATERAL DE RECUPERAR RECURSOS (VIA AHORRO Y/O VIA RECUPERACION DIRECTA - POR EJEMPLO UNA TARIFA-).

**EL ANALISIS DE ESTE CONCEPTO ES, POR TANTO, DE SUMA IMPORTANCIA; SIN QUE POR ELLO DEBA OLVIDARSE LA EVALUACION SOCIAL Y ECOLOGICA DE CUALQUIER PROYECTO DE MEJORA.**

#### **METODOS DE EVALUACION DE PROYECTOS:**

LOS METODOS DE MAYOR ACEPTACION Y QUE, A SU VEZ, RESULTAN COMPLEMENTARIOS ENTRE SI, SON LOS SIGUIENTES:

- PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION
- RELACION BENEFICIO/COSTO
- TASA INTERNA DE RETORNO
- VALOR PRESENTE NETO.

*Nota: Dadas las características de este curso (así como el tiempo asignado al presente tema), no se tocará con detalle la naturaleza y mecánica de cada uno de estos cuatro métodos. sin embargo, aquella persona que desee profundizar más al respecto, puede acudir a la bibliografía que se sugiere enseguida.*

## **BIBLIOGRAFIA**

- . N. Dopuch / J.G. Birnberg / J. Demski  
"COST ACCOUNTING"  
HARCOURT BRACE JOVANOVICH, INC.
- . James C. Van Horne  
"FINANCIAL MANAGEMENT AND POLICY"  
PRENTICE-HALE
- . F.J. Weston / E.F. Brigham  
"FUNDAMENTOS DE ADMINISTRACION FINANCIERA"  
INTERAMERICANA



UNRECORDED COPY  
OFFICE OF THE  
SPEAKER OF THE HOUSE  
WASHINGTON, D.C. 20540  
20-01-11

APR 11 1991  
U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES  
OFFICE OF THE CLERK  
WASHINGTON, D.C. 20540  
20-01-11

U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES  
OFFICE OF THE CLERK  
WASHINGTON, D.C. 20540  
20-01-11

U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES  
OFFICE OF THE CLERK  
WASHINGTON, D.C. 20540  
20-01-11

U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES  
OFFICE OF THE CLERK  
WASHINGTON, D.C. 20540  
20-01-11

U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES  
OFFICE OF THE CLERK  
WASHINGTON, D.C. 20540  
20-01-11

U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES  
OFFICE OF THE CLERK  
WASHINGTON, D.C. 20540  
20-01-11



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS  
MUNICIPALES.**

**DEL 13 AL 18 DE MARZO DE 1995.**

**DIRECTORIOS DE ASISTENTES.**

- 1.- ACEVEDO MARQUEZ SALVADOR  
E.N.E.P. ACATLAN  
PROFESOR TITULAR "A" T.C.  
AV. ALCANFORES Y COCAINA SAN  
JUAN TOTOLTEPEC, S/N.  
SANTA CRUZ ACATLAN  
NAUCALPAN EDO. DE MEX.  
CODIGO POSTAL 53150  
TEL. 623-17-68
- 2.- ACOSTA ORTIZ ERNESTO  
COPLAIN INGENIEROS CIVILES  
GERENTE PROYECTOS  
PROL. UXMAL No. 958  
STA. CRUZ ATOYAC  
TEL: 601-00-28
- 3.- AVALOS RAMIREZ ANTONIO  
FES ZARAGOZA (UNAM)  
PROF. DE ASIGNATURA "A"  
PROL. PLUTARCO ELIAS CALLES  
ESQ. BATALLON 5 DE MAYO S/N  
EJERCITO DE ORIENTE IZTAPALAPA  
C.P. 09230  
TEL. 623-07-53
- 4.- BARRERA BELMAN JOSE LUIS  
DIRECCION GRAL. DE SERVICIOS  
SUB-DIRECTOR DE CONSTRUCCION  
RIO CHURUBUSCO 1155  
ZAPATA VELA IZTAPALAPA  
C.P. 08040  
TEL. 649-68-17
- 5.- CALDERON GUTIERREZ JORGE ANTONIO  
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
SUBDIRECTOR TECNICO DE TRATAMIENTO  
Y DISPOCISION FINAL  
AV. 608 ESQ. 412 S/N  
SAN JUAN DE ARAGON  
GUSTAVO A. MADERO  
TEL. 7-99-27-97
- 6.- CAMACHO CARDONA MARIO  
ENEP. ACATLAN (UNAM)  
PROF. DE CARRERA DE TIEMPO -  
COMPLETO NIVEL B  
AV. TOTOLTEP ESQ. ALCANFORES.  
NAUCALPAN EDO. DE MEX.
- 7.- COLINA CASILLAS GABRIEL  
HIDRO AMBIENTE DE MEXICO S.C.  
GERENTE DE PROYECTOS Y SUPERVISION  
BLVD. AGUA CALIENTE 10535-306  
TIJUANA B.C.  
TEL. 86-44-44
- 8.- LEON MACIN ARTURO  
SISTEMAS HIDRAULICOS Y AMBIEN  
TALES, S.A. DE C.V.  
INGENIERO DE PROYECTO  
CDA. PERPETUA No. 22  
COL. SAN JOSE INSURGENTES  
COL. BENITO JUAREZ  
C.P. 03900  
TEL. 598-64-98



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

9.- MIRANDA JIMENO MARIA GUADALUPE,  
FAC. ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA  
PROF. ASIG. "B" DEFINITIVO  
AV. GUELATAO No. 66  
EJERCITO DE ORIENTE IZTAPALAPA  
IZTAPALAPA, D. F.

10.- RODRIGUEZ KORN FABIO  
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA  
COORDINADOR CENTRO DESC. MUNI-  
CIPAL, ESC. ADM.  
AV. SAN CLAUDIO S/N  
PUEBLA, PUE.  
TEL. 45-95-38

11.- VALADEZ SANCHEZ CARLOS SALVADOR  
FES ZARAGOZA  
PROF. ASIG. "B" DEFINITIVO  
AV. GUELATAO No. 66  
EJERCITO DE ORIENTE  
IZTAPALAPA D.F.