

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES**

**RECICLAJE, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**10, 11, 17 y 18 ENERO**

**INSTITUTO TECNOLOGICO DE TAPACHULA**

**MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS  
SOLIDOS MUNICIPALES (DSM)**

**INSTRUCTOR  
M EN I WALDO TOLEDO SOTO  
TAPACHULA, CHIS.**

**1997**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSO

MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS  
SÓLIDOS MUNICIPALES (DSM)

INSTRUCTOR

M. EN ING. WALDO TOLEDO SOTO

ENERO DE 1997.

# **CONTENIDO**

- 1.- CONCEPTOS Y DEFINICIONES**
- 2.- LA PROBLEMÁTICA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS**
- 3.- FUENTES DE GENERACIÓN**
- 4.- MODOS DE ALMACENAMIENTO**
- 5.- MÉTODOS DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTACIÓN**
- 6.- SISTEMAS DE TRATAMIENTO**
- 7.- MÉTODOS DE DISPOSICIÓN FINAL**
- 8.- IMPACTO AMBIENTAL Y LEGISLACIÓN**
- 9.- ELIMINACIÓN vs. REAPROVECHAMIENTO**

## CONCEPTOS Y DEFINICIONES.

LA BASURA ES TODO MATERIAL QUE CARECE DE VALOR ALGUNO PARA SER RETENIDO POR SU PROPIETARIO, PRODUCTOR O USUARIO.

COMO DESECHO SÓLIDO SE CONSIDERA A TODA AQUELLA BASURA QUE CONTENGA COMO MÁXIMO UNA HUMEDAD DEL 33 - 50% DE SU PESO TOTAL.

UN RESIDUO ES TODO MATERIAL QUE POR SUS CARACTERÍSTICAS NO PUEDE SER REINTRODUCIDO A NINGÚN PROCESO INDUSTRIAL O REUTILIZADO EN FORMA ALGUNA.

EN GENERAL,

BASURA > DESECHO > RESIDUO

## CLASIFICACION DE LOS DESECHOS SOLIDOS.

UNA PRIMERA CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS SE PUEDE REALIZAR A PARTIR DE SUS FUENTES DE GENERACIÓN COMO DESECHOS SÓLIDOS:

DOMICILIARES, COMERCIALES, INDUSTRIALES, AGRÍCOLAS, INSTITUCIONALES, MUNICIPALES, PROVENIENTES DE LA EXTRACCIÓN PRIMARIA, ETC.

SIN EMBARGO, ACTUALMENTE Y PARA FINES OPERATIVOS SE CONSIDERA MUCHO MÁS CONVENIENTE SU CLASIFICACIÓN BASADA EN LA INOCUIDAD O LA PELIGROSIDAD QUE DICHS DESECHOS PUEDAN REPRESENTAR PARA LA SALUD HUMANA O PARA EL MEDIO AMBIENTE.

BAJO ESTE CRITERIO LOS DESECHOS SE CLASIFICAN COMO:

- A) DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES (DSM)
- B) DESECHOS SÓLIDOS PELIGROSOS (DP)

# URGENTE REORDENACION LA BASURA, UN PROBLEMA DE TODOS

Por Patricia Fernández Villaseñor

**¿**Qué harían, los habitantes de la ciudad más grande del mundo, si el gobierno capitalino reorganizara a fondo el servicio de limpieza de la basura sólo pasaría una vez por semana en cada colonia?

¿Cómo actuarían los generadores de la basura, si los desperdicios caseros sólo fueran recibidos cuando se presentan separados en tres bolsas distintas, de acuerdo con la clasificación de residuos orgánicos, inorgánicos reutilizables e inorgánicos no reciclables?

¿Qué pasaría si los hospitales tuvieran que financiar, bajo estricta vigilancia, el confinamiento e incineración de sus desechos peligrosos e infecciosos?

¿Qué harían las industrias si se les exigiera responsabilizarse de los envases y embalajes no biodegradables?

¿Cómo reaccionarían los importadores si se reglamentara estrictamente el uso de los envases que ingresan a nuestro país y que están prohibidos en sus países de origen?

¿Cómo trabajarían los camiones recolectores si por ley se establecieran tres distintos comportamientos

y estuviera prohibido anularlos y mezclar los desperdicios recibidos en sus respectivas bolsas reglamentarias?

¿Qué pensarían, tanto amas de casa como bændereros y trabajadores de los camiones recolectores y de transferencia, si por ley se candelarizara el servicio de limpieza, según el tipo de residuos?

¿Qué harían los miles de "pequeños infractores" que arrojan desperdicios en la vía pública, si se castigara este tipo de faltas, y se aplicara una significativa multa?

¿Cómo actuarían, si se aprobaran multas más onerosas, a los paseantes que en las carreteras arrojan del pañales desechables?

¿Cómo se castigaría a los dueños de perros que los sacan por la noche a defecar en los parques o en la banqueta de la esquina "para no ir tan lejos"?

¿Qué harían quienes propician pequeños traders a cielo abierto, si se aplicara una multa y cárcel, al ser sorprendidos tirando su basura en parques, jardines y terrenos baldíos?

Intensas campañas comunitarias basadas en un reglamento fielmente aplicado, y en cuyas modificaciones trabajan los integrantes

de la Comisión de Uso y Aprovechamiento de Bienes y Servicios Públicos de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, han buscado hacer cumplir al población para vivir en un Valle de México menos contaminado.

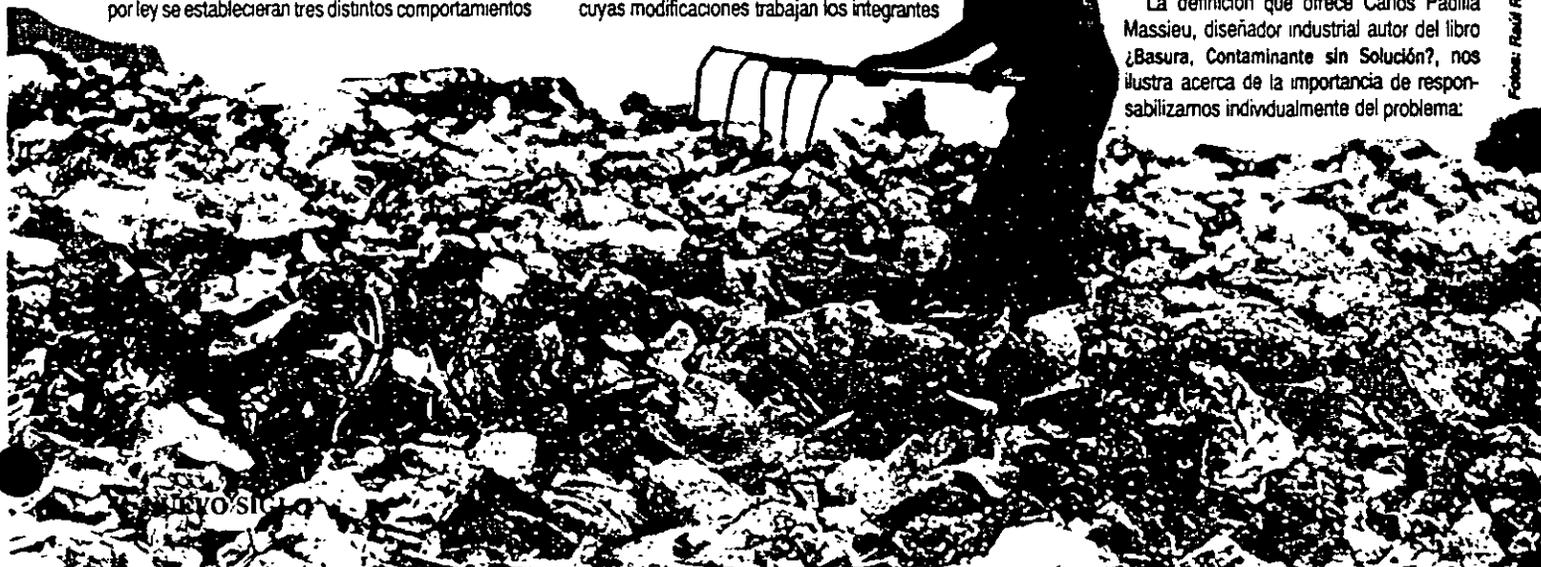
Todos sin excepción generamos basura diariamente. Cada habitante de la Ciudad de México y de la Zona Metropolitana produce un promedio de 1.04 kg. al día, refiere el investigador Héctor Castillo Berthier, autor de Basura, un Recurso Desperdiciado.

Y si sumamos los datos del Distrito Federal con 19 municipios conurbados del Estado de México, da un total de 19 mil 621 toneladas diarias. (Ver Cuadro 1).

Es decir, la basura se aproxima a las 20 mil toneladas al día, lo cual produce un grave impacto ambiental en el Estado de México y se ha convertido en un complejo problema socioeconómico en la Zona Metropolitana, a pesar de los esfuerzos de las autoridades del Departamento del Distrito Federal para hacer más eficiente su manejo.

## GENERACION Y TRATAMIENTO

La definición que ofrece Carlos Padilla Massieu, diseñador industrial autor del libro *¿Basura, Contaminante sin Solución?*, nos ilustra acerca de la importancia de responsabilizarnos individualmente del problema:



Fotos: Raúl Ramírez

CUADRO 1

Generación de Basura en la Cd. de México y Zona Metropolitana, 1995

Delegaciones y municipios		Toneladas por día	Delegaciones y municipios		Toneladas por día
1	Alvaro Obregón	574	1	Atenco	23
2	Azcapotzalco	486	2	Atizapán de Zaragoza	500
3	Benito Juárez	628	3	Chalco	280
4	Coyoacán	650	4	Chicoloapan	30
5	Cuajimalpa	111	5	Chimalhuacán	350
6	Cuauhtémoc	980	6	Coacalco	130
7	Gustavo A. Madero	1597	7	Cuautitlán	50
8	Iztacalco	466	8	Ecatepec	1 500
9	Iztapalapa	1808	9	Hixquilucan	150
10	Magdalena Contreras	183	10	Ixtapaluca	170
11	Miguel Hidalgo	690	11	Izcalli	390
12	Milpa Alta	65	12	Los Reyes La Paz	41
13	Tláhuac	139	13	Naucalpan	1906
14	Tlalpan	411	14	Nezahualcóyotl	1 600
15	Venustiano Carranza	853	15	Nicolás Romero	150
16	Xochimilco	187	16	Tecámac	114
17	Varios (mercados, CEDA, etc.)	1305	17	Tlanepantla	800
			18	Tlaxiácala	145
			19	Tlaxco	152
			Total Estado de México: 8,481		
		Total Distrito Federal: 11,140			

Fuente: Informe Sobre Residuos Sólidos, Dirección General de Servicios Urbanos.

Fuente: Diagnóstico de Basura del Edo. de México, Secretaría de Ecología, mimeo. (DGSSU), 1998.

(\*) Esta cifra está formada por la suma resultante de los 11,140 t/día de basura pesadas en báscula en el DF (dato oficial de la DGSSU) y las 8,481 que calcula el estado de México en su zona conurbada.

"Dos o más desperdicios que revueltos entre sí provocan contaminación, enfermedad, hedor y asco".

Generalmente, la mayoría de nosotros tenemos prisa y procuramos deshacernos diariamente de la basura sin entender que la originamos al mezclar sin control distintos tipos de desperdicios: el papel que nos estorba lo tiramos junto con la lata de sardinas sin lavar, la cáscara de huevo con las pilas usadas, los envases de yogurt sin lavar, la taza rota, la cáscara de fruta y, por si fuera poco, con los pañales desechables y las toallas sanitarias.

Tanto los asambleístas como Padilla Massieu y Enriqueta Hidalgo, miembro de la Asociación Civil Ecologista de Mexicanos, y Ricardo Arámburu, ex presidente de la colonia Justo Sierra de la Delegación Iztapalapa, están de acuerdo en señalar que si la población aprende a separar los desperdicios desde su casa, antes de almacenarla sin control, obtendremos una mejor calidad de vida para nuestra familia y la comunidad.

Con estas medidas y con otra actitud de la población se ahorraría energía y dinero.

**RESIDUOS SOLIDOS**

Los residuos orgánicos no se reciclan, se transforman en composta. En nivel casero sirven como

fertilizantes del jardín y en la industria, para mejorar las condiciones de los suelos deforestados.

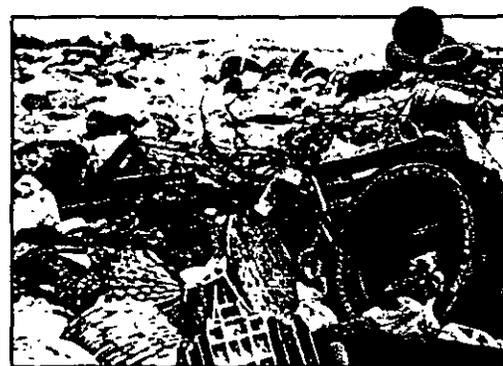
Los residuos inorgánicos reutilizables reducen la explotación de los recursos naturales y pueden separarse, como lo han hecho los pepenadores para subsistir, "los verdaderos ecologistas, quienes han salvado la mitad de los bosques de este país", indicó el director general de Servicios Urbanos del Departamento del Distrito Federal, Eduardo Castro Rivas.

Los mismos pepenadores también son reconocidos por personas como Padilla Massieu, Enriqueta Hidalgo, Ricardo Arámburu, Castillo Berthier, los asambleístas y quienes abogan para que realmente se dignifique su condición en el manejo adecuado de los residuos sólidos.

Ya sea mediante el método expuesto por Padilla Massieu de separar, en cajas distintas: plástico, metales, papel y cartón, vidrios, trapos, cuero, hule, madera, entre otros. La intención es mantenerlos separados, limpios y en orden.

Los residuos inorgánicos no reutilizables son los empaques tipo tetrapack, tetrabrick y las pilas, que también deberían separarse de lo que Padilla denomina Control Sanitario (toallas sanitas, pañales desechables y jeringas).

Este último tipo de residuos sólidos debería ser confinado bajo condiciones de seguridad en los sitios



Falta una cultura de aprovechamiento de desechos



Los tiraderos a cielo abierto son un gr... de inf...

**Cuadro 2**

**Basura por Origen en la Cd. de México y Zona Metropolitana,**

1995 Porcentajes

Por Origen	Toneladas por día
Domiciliario	43.30
Comercial	23.50
Industrial	n/d
Hospitalario	1.00
Mercados públicos	10.40
Parques y jardines	10.60
Otros	11.20
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

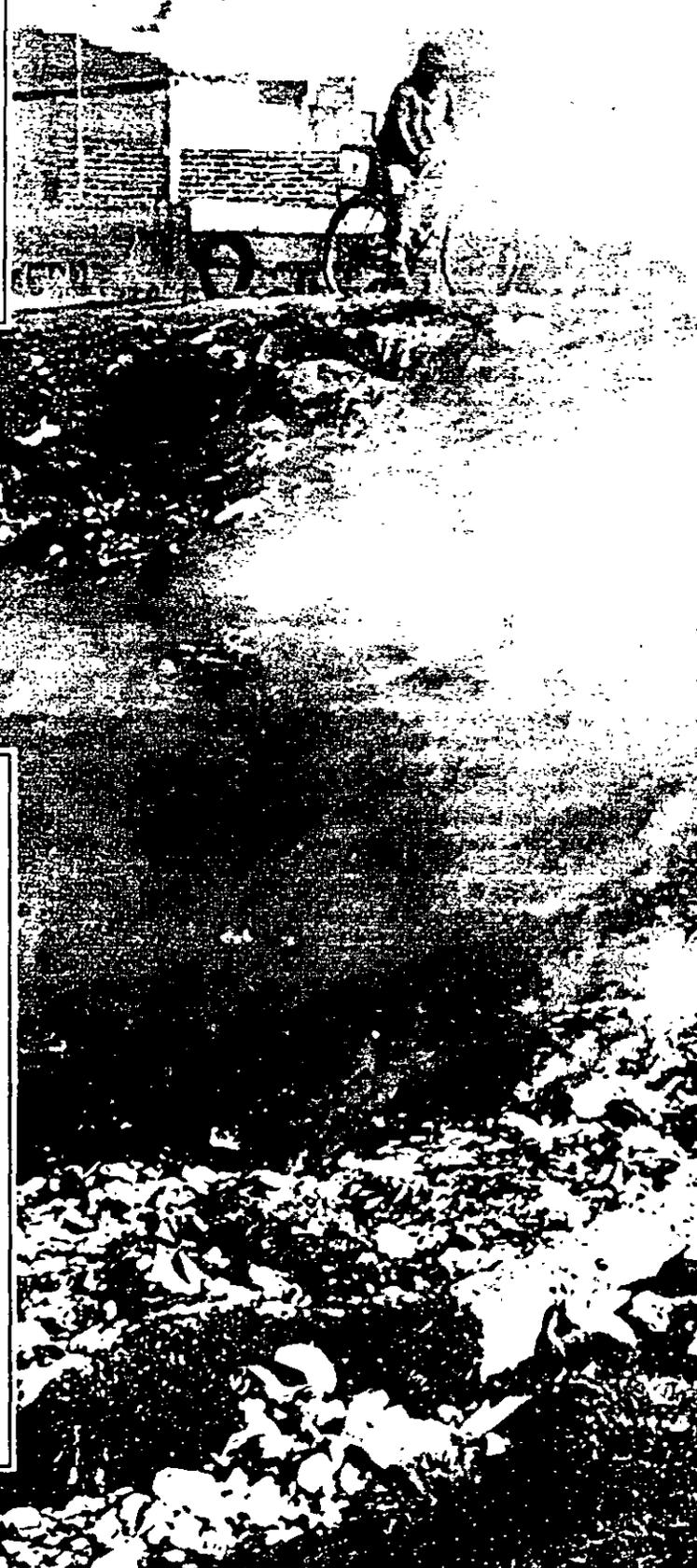
Fuente: Ibid.

de disposición final, rellenos sanitarios como el de Bordo Poniente, al ingresan 8 mil 500 toneladas por día. (Cuadro 4). Se busca alargar su vida útil, expone el funcionario Castro Rivas, como relleno sanitario de primer orden.

Este lugar cuenta con su propia planta de selección y tratamiento, donde, según refiere Castillo, el trabajo técnico ha rendido sus frutos y la reforestación de páramos es una realidad.

**UNA REALIDAD LATENTE**

Mientras Castro Rivas defiende su posición frente al problema de Santa Catarina y expone que es un "sitio en proceso de saneamiento" donde se tienen



**Cuadro 3**

**Basura por Tipo de Desecho y su Porcentaje Rescatado en la Cd. de México y Zona Metropolitana, 1995**

Por tipo	% Rescatado	% Neto
Materia orgánica	40	0.0
Papel	15.0	42.0
Cartón	4.0	40.0
Vidrio	8.0	64.0
Plástico	5.0	38.0
Lámina	6.0	60.0
Aluminio	5.0	65.0
Chácharas	4.0	1.0
Trapó	4.0	1.0
Pañales desechables	3.0	0.0
Otros (loza, madera, cuern. etc.)	6.0	1.0
<b>Tótal</b>	<b>100.0%</b>	<b>23.3%</b>

Fuente: Estimaciones con base en reportes de control técnico de la Planta de Selección y Tratamiento de Residuos Sólidos de San Juan de Aragón, DGSU, 1995



Negligencia de la población e ineficiencia de las autoridades en un grave problema ambiental

controlados lixiviados y biogas (líquidos corrosivos y ultracontaminantes que se generan por la lluvia en la basura) y que busca contaminar lo menos posible.

Y no coincide con los asambleístas que, que Santa Catarina ya alcanzó su punturación. Recomienda también garantizar su subsistencia a la Unión de Peperadores para convertirlos en "industriales de la basura".

En tanto, Castillo y los ecologistas, sostienen la necesidad de una visión metropolitana para enfrentar la problemática y subraya que los tiraderos a cielo abierto contaminan brutalmente las aguas de recarga de los mantos acuíferos de la cuenca hidrológica del Valle de México.

Hay que eliminarlos, si no se quiere traer a la larga un problema mayor, como la contaminación del agua de la ciudad, sostiene.

Al respecto, Castro Rivas explica que han implantado, en coordinación con el gobierno del Estado de México, las medidas e infraestructura adecuadas a corto, mediano y largo plazos, para reducir el impacto ambiental.

### EL MITO DEL NEGOCIO DE LA BASURA

Años de investigación y haber participado directamente en el mundo laboral de los barrenderos, chóferes, macheteros y peperadores, le permitieron a Héctor Castillo Berthier, apoyado por el Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM, encontrar en el fondo de los tiraderos de basura al que define como "una fotografía perfecta del sistema político mexicano", y averiguar datos importantes sobre el volumen de la basura, los materiales que se rescatan, el porcentaje real de desechos re

**Cuadro 4**

**Disposición Final de la Basura en la Cd. de México y Zona Metropolitana, 1995**

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

Fuente: DGSU, Secretaría de Ecología, Estado de México, 1995.



así como respon. algunas preguntas clave.

¿Cuántas personas viven de los desperdicios de la sociedad? ¿Cuánto nos cuesta? ¿Cómo consumimos lo que tiramos? ¿En qué consiste el negocio de la basura? Para el investigador, el gran mito es la aseveración de que la basura es un gran negocio. En el fondo, indica si lo es, pero cuando se deposita en un bote de basura no vale nada.

La basura se transforma en mercancía cuando se emplea trabajo para recolectarla, transportarla, almacenarla, clasificarla, limpiarla, venderla y reutilizarla.

De cada 10 mil toneladas se recuperan para la industria alrededor de 2 mil 300 entre vidrio, papel, cartón, trapo, hueso, fierro, plástico y lámina.

Si se aplica un precio comercial hipotético de un peso por un kilo de material rescatado, cantidad que se encuentra por debajo de las pagadas por las industrias por los materiales reciclables, se obtendrían 2 millones 300 mil pesos por cada 10 mil toneladas recolectadas diariamente.

De acuerdo con las cifras oficiales se manejarían entre 3 y 4.5 millones de pesos al día, cantidad que representa el precio promedio comercial de la basura.

Para el investigador, un análisis profundo del dinero manejado y de las múltiples formas de repartición entre los grupos sociales, daría luz para resolver el enigma de los beneficiarios directos de la basura, sin embargo, esa información, rebasa los alcances de su trabajo, asegura.

La basura, tanto en la investigación de Castillo Berthier, como en voz de Castro Rivas, no sólo es negocio, también es gasto.

Castillo Berthier dice:

—Se sabe que el gobierno del Distrito Federal eroga anualmente, poco más de 460 millones de nuevos pesos sólo por el manejo de la basura en la parte del ciclo que va de la estación de transferencia a su disposición final.

A esta cifra, continúa Castillo, falta agregar los costos de barrido y recolección, responsabilidad de cada delegación y de cada municipio de la Zona Metropolitana, así como los egresos por el manejo de la basura de los tiraderos a cielo abierto del Estado de México, con lo cual se rebasan los 2 mil millones de nuevos pesos que cada año se destinan a deshacerlos de lo que ya no utilizamos.

Las partes más reveladoras de la investigación de Castillo, coinciden con las declaraciones de ecologistas como Ennqueta Hidalgo, quien afirma:

—No hubo voluntad política por parte del gobierno del Estado de México para resolver problemas como la calendarización de la recolecta, según el tipo de residuos sólidos.

En el problema de la basura existen dos partes. La primera, cita el investigador, está representada por grandes empresas, algunas de ellas transnacionales, que compran el vidrio, cartón y papel, fierro, y los pets,

los nuevos envases plásticos transparentes que alcanzan altos precios en el mercado internacional e incluso se exportan

La segunda, la parte débil del negocio y la más atacada, subraya el investigador, está representada por las gratificaciones, dádivas, contratos "bajo el agua", servicios regulares de recolección en negocios, rehusó de bienes (colchones, muebles y botellas) y la clásica propina entregada semanalmente a los barrenderos y miembros de los camiones recolectores.

Este negocio, por su magnitud social, crece y para personas como los barrenderos, trabajadores de plantas y pepenadores es su único sustento de vida, mientras para los líderes —advierde Castillo— es una fuente inagotable de ingresos que a la larga se transforman en poder político al servicio del capital y de los intereses de la élite económica dominante.

Y mientras Ennqueta Hidalgo habla de la imposibilidad de una privatización legal y justa a corto plazo, en vista de intereses creados, los asambleístas van a cumplir un año de haber organizado su foro para levantar consenso sobre la urgencia de reglamentar el servicio de limpia y abogar por sanciones a la ciudadanía.

Padilla concluye que la única solución para la basura es no producirla.

Quien tiene que resolver el problema debe ser quien la produce: el fabricante, el comerciante y el consumidor

Por su parte, Cartillo considera que la privatización podría funcionar o no en ramos específicos como los desechos hospitalarios o industriales, aun cuando en su investigación señala:

"La lógica empresarial privada es clara en su posición frente a la basura: invertir poco, explotar mucho, aprovechar al máximo la informalidad del sistema y 'hacerse de la vista gorda' frente a la problemática ambiental".

La pregunta es ¿quién está dispuesto a dar el paso para que el panorama cambie?

## ALGUNAS MEDIDAS QUE SE DEBEN TOMAR

Que el gobierno de la Ciudad de México y de los municipios conurbados del Estado de México emprendan con seriedad y responsabilidad la reorganización a fondo del servicio de limpia.

Que se lleve una calendarización por día y por colonias para los diversos tipos de desechos: primero, por orgánicos e inorgánicos, luego por reutilizables y reciclables; y por tipos de materiales.

Que en los hogares, por tanto, se realice una previa separación de la basura conforme a lo estipulado en el punto anterior. Esta selección podría facilitarse si usamos una bolsa de distinto color para cada tipo de desecho.

Que las empresas beneficiarias de los desechos cubran el costo de transporte, multa, limpieza y reciclaje.

Que los hospitales y centros de salud, así como laboratorios y todo tipo de consultorios y clínicas, públicas y privadas cuenten con un sistema de recolección, transporte y tratamiento sanitario de sus desechos.

Que se cree responsabilidad penal a las empresas que no acatan las normas de un adecuado manejo de sus desechos sólidos.

Que se cree un reglamento sobre el tipo de composición de artículos destinados al uso público a fin de no producir indiscriminadamente materiales que luego no puedan reciclarse ni desecharse.

Emprender incisantes campañas para hacer conciencia entre la ciudadanía sobre la importancia de crear una nueva cultura social de los desechos que generamos.

Establecer fuertes sanciones para quienes violan la reglamentación en el manejo particular y colectivo de la basura.

Cuadro 5

### Basura y Empleo en la Cd. de México y Zona Metropolitana, 1995

Personal sindicalizado DDF (choferes, macheteros, etc.)	17,000
Voluntarios (que pepenan arriba de los camiones del DDF)	5,000
Planta de recuperación de materiales San Juan de Aragón	600
Planta de recuperación de materiales Bordo Poniente de Sta. Catarina*	600
Relleño tiradero a cielo abierto del Estado de México	600
Personal de los municipios del Estado de México	n.d.
Tiraderos a cielo abierto del Estado de México	1,297
Empresas de compraventa de residuos industriales	Más de 800 negocios
Pepenadores callejeros, chachareros, y otros	n.d.

\*Se rotan cada tercer día

Fuente: DGSU, Secretaría de Ecología, Estado de México, 1995.

## PROBLEMATICA DE LOS DESECHOS SOLIDOS.

LA PROBLEMÁTICA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS SE PUEDE APRECIAR DESDE TRES DIFERENTES PERSPECTIVAS:

- 1) EL PROBLEMA DE SU ELIMINACIÓN
- 2) EL PROBLEMA DE SU EFECTO CONTAMINANTE
- 3) EL PROBLEMA DEL DESPERDICIO DE LOS RECURSOS NATURALES.

LA PRODUCCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ES UNA CONSECUENCIA INHERENTE AL DESARROLLO DE LA VIDA DE LOS SERES HUMANOS YA QUE TODA ACTIVIDAD GENERA ALGÚN TIPO DE DESECHOS .

POR LO TANTO, LOS PROBLEMAS CON LA DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS EXISTEN DESDE QUE LOS SERES HUMANOS SE CONGREGARON EN TRIBUS, VILLAS Y COMUNIDADES.

SIN EMBARGO, FUE HASTA LA EDAD MEDIA CUANDO LA GRAN ACUMULACIÓN DE LOS DESECHOS EN BARRANCAS Y RÍOS CAUSARON PROBLEMAS SEVEROS DE SALUD PÚBLICA DEBIDO A QUE CONTRIBUYERON A LA PROLIFERACIÓN DE RATAS Y MOSCAS, VECTORES INFECCIOSOS QUE PROPAGARON LA PESTE BUBÓNICA (MUERTE NEGRA) A TRAVÉS LA EUROPA DEL SIGLO XIV Y LA CUAL ACABÓ CON LA MITAD DE DICHA POBLACIÓN.

PERO FUE APENAS HASTA EL SIGLO XIX QUE DIÓ INICIO A LA TOMA DE ALGUNAS MEDIDAS DE CONTROL SANITARIO PARA MANTENER LA SALUD PÚBLICA MEDIANTE LA RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS DESECHOS GENERADOS POR LAS POBLACIONES CON EL FIN DE MANTENER UN CONTROL DE ROEDORES Y MOSCAS, PRINCIPALES VECTORES DE ENFERMEDADES EN ESA ÉPOCA.

LA RELACIÓN ENTRE SALUD PÚBLICA Y LOS INADECUADOS MODOS DE ALMACENAMIENTO, RECOLECCIÓN Y MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ES TOTALMENTE DIRECTA Y SE HA DEMOSTRADO QUE A MAYOR LIMPIEZA DE LA COMUNIDAD SE MANTIENE UNA MEJOR SALUD PÚBLICA.

ADEMÁS EXISTE AMPLIA Y CONTUNDENTE EVIDENCIA CIENTÍFICA DE QUE OTROS MUCHOS DE LOS EFECTOS ECOLÓGICO-AMBIENTALES ADVERSOS TALES COMO LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y DEL AGUA, SON TAMBIÉN ATRIBUIBLES AL INADECUADO MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

POR OTRA PARTE EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD TECNOLÓGICA ACTUAL A PARTIR DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL INICIADA EN EL SIGLO XVIII HA INCREMENTADO NOTABLEMENTE LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA GENERACIÓN Y LA DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS PRODUCIDOS Y QUE SE MANIFIESTAN PRINCIPALMENTE EN UNA ACELERADA DEGRADACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA (RÍOS, LAGOS, LAGUNAS Y MARES) EN LOS CUALES SE DEPOSITABAN INDISCRIMINADAMENTE DICHOS DESECHOS, LO CUAL PRODUJO QUE EN EL AÑO DE 1888 EN INGLATERRA Y EN 1899 EN LOS ESTADOS UNIDOS, SE DIERA INICIO A UNA REGULACIÓN SEVERA SOBRE EL VERTIMIENTO DE DESECHOS EN AGUAS NAVEGABLES Y TIERRAS ADYACENTES A DICHAS AGUAS.

LAS POSTERIORES REGULACIONES SANITARIAS QUE SE HAN DESARROLLADO, DESAFORTUNADAMENTE HAN IDO SIEMPRE A LA ZAGA DE LOS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS QUE, A PESAR DE LOS NUMEROSOS E INNEGABLES BENEFICIOS QUE PROPORCIONAN AL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD, TAMBIÉN PRODUCEN CADA VEZ MÁS CANTIDADES DE COMPLEJOS DESECHOS QUE A LA NATURALEZA LE HA SIDO IMPOSIBLE DE ASIMILAR, TANTO POR SU COMPOSICIÓN COMO POR SUS MAGNITUDES.

LOS AVANCES DE LA TECNOLOGÍA MODERNA COMO EN EL CASO DEL EMPAQUE DE PRODUCTOS HAN CREADO UN CONSTANTE CAMBIO DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES, EQUIPOS Y SISTEMAS PARA EL CONTROL Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

POR EJEMPLO, EXISTEN CASOS PARADÓJICOS COMO EN EL USO INTENSIVO DE PLÁSTICOS PARA EL EMPAQUE DE ALIMENTOS CONGELADOS QUE, POR UNA PARTE, HA REDUCIDO NOTABLEMENTE LAS CANTIDADES DE DESPERDICIOS ALIMENTICIOS EN LOS HOGARES PERO, POR OTRA PARTE, HA INCREMENTADO LAS CANTIDADES DE DESECHOS DE PLÁSTICOS PROTECTORES POR PARTE DE LOS CONSUMIDORES, ASÍ COMO LA CANTIDAD DE LOS DESECHOS NO APROVECHABLES EN LAS PLANTAS EMPACADORAS DE ALIMENTOS.

POR ESTA RAZÓN, ACTUALMENTE LOS CONTINUOS CAMBIOS EN LA TECNOLOGÍA NO PERMITEN PREDECIR CUÁLES SERÁN LAS TENDENCIAS Y LAS CARACTERÍSTICAS QUE PRESENTARÁN LOS FUTUROS DESECHOS SÓLIDOS DE MANERA SIMILAR A COMO SUCEDIÓ A PRINCIPIO DEL PRESENTE SIGLO, CUANDO LOS ENCARGADOS DEL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS NO PUDIERON PREDECIR EL GRAN IMPACTO QUE TENDRÍA EL DESARROLLO DE LOS DIVERSOS TIPOS DE PLÁSTICOS SOBRE LA VIDA ACTUAL.

## DESARROLLO DE LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

SE DEFINE A LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS COMO LA DISCIPLINA QUE SE ENCARGA DEL ESTUDIO Y CONTROL DE LA GENERACIÓN, EL ALMACENAMIENTO, LA RECOLECCIÓN, LA TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE, EL PROCESAMIENTO Y TRATAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE MANERA ACORDE CON LOS PRINCIPIOS DE LA SALUD PÚBLICA Y LA PRESERVACIÓN ECOLÓGICA, TOMANDO EN CUENTA ADEMÁS LAS CONSIDERACIONES ECONÓMICAS, POLÍTICAS, SOCIALES, INGENIERILES Y ESTÉTICO-AMBIENTALES CORRESPONDIENTES.

BAJO ESTA ÓPTICA LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS INCLUYE TODAS LAS FUNCIONES ADMINISTRATIVAS, FINANCIERAS, LEGALES Y DE PLANEACIÓN INVOLUCRADAS EN LA SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS OCASIONADOS POR TODO TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS, LAS CUALES INVOLUCRAN GENERALMENTE VARIADAS Y COMPLEJAS RELACIONES INTERDISCIPLINARIAS EN CAMPOS DEL CONOCIMIENTO TALES COMO LA SOCIOLOGÍA, LA DEMOGRAFÍA, LA POLÍTICA, LA GEOGRAFÍA, LA SOCIOLOGÍA, LAS COMUNICACIONES, LA ECOLOGÍA, LA INGENIERÍA Y LA PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL.

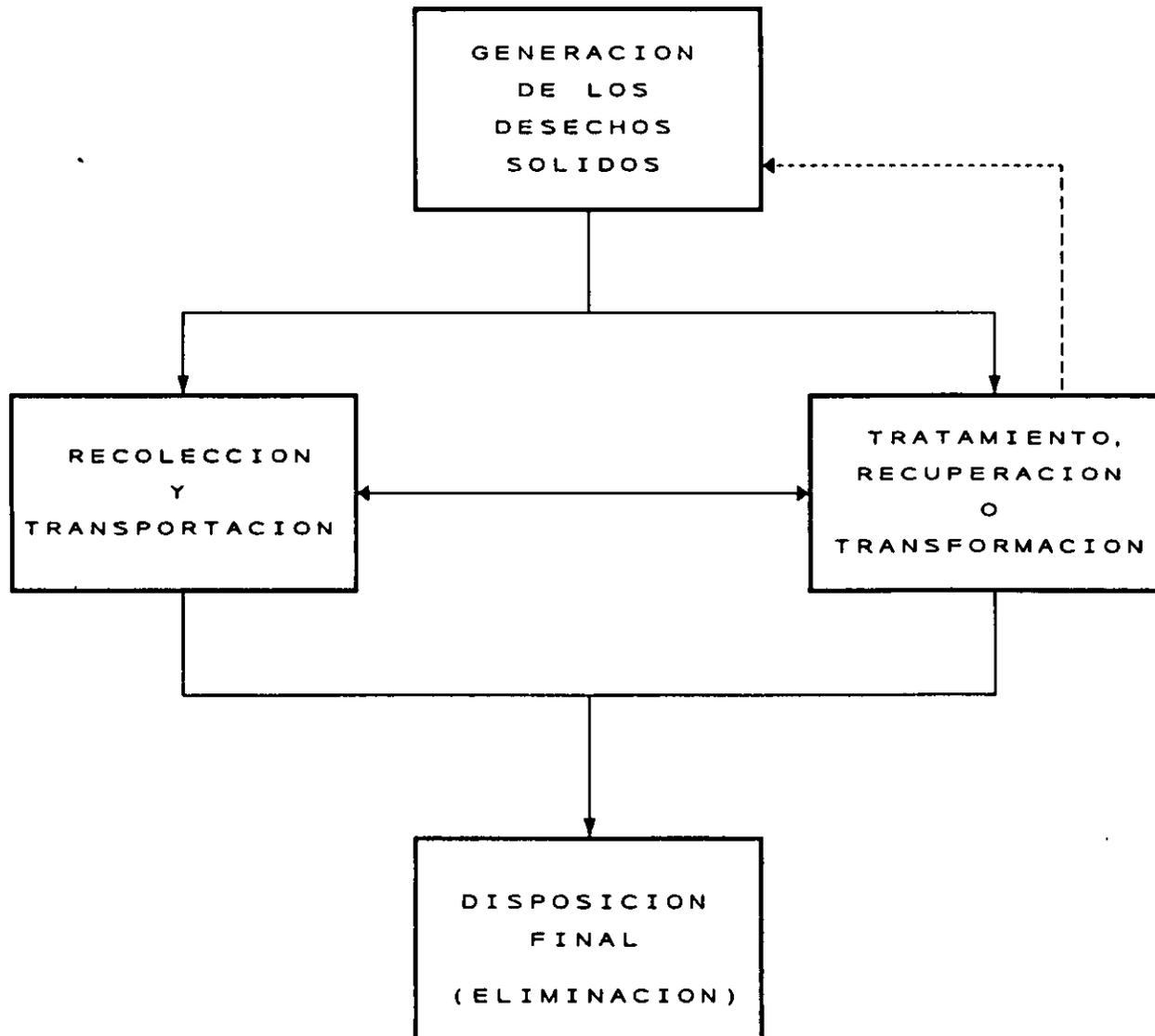
## DESARROLLO HISTÓRICO DE LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

PRINCIPALMENTE LOS ESTADOS UNIDOS Y ALGUNOS PAÍSES EUROPEOS HAN SIDO LOS INICIADORES QUE HAN MANTENIDO EL LIDERAZGO EN EL DESARROLLO DE LA NORMATIVIDAD PARA EL CONTROL Y LA OPERACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

SIN EMBARGO, ES BIEN CONOCIDO QUE LA MISMA GESTIÓN HA IDO CAMBIANDO FRECUENTEMENTE A CONSECUENCIA DE LOS FRACASOS Y ÉXITOS PARCIALES QUE SE HAN IDO PRESENTANDO EN LAS PRÁCTICAS DESARROLLADAS:

- a) VERTIDO DE DESECHOS EN BARRANCAS
- b) VERTIDO DE DESECHOS EN CUERPOS DE AGUA
- c) VERTIDO DE DESECHOS SOBRE SUELOS AGRÍCOLAS
- d) ALIMENTACIÓN CON DESECHOS A LOS ANIMALES
- e) INCINERACIÓN DE DESECHOS.

ESQUEMA GENERAL DEL CICLO  
DE LOS DESECHOS SOLIDOS



## FUENTES DE GENERACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

SE CONSIDERA QUE LOS DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES (DSM) ESTÁN CONSTITUIDOS POR TODOS AQUELLOS MATERIALES CUYO POSEEDOR NO CONSIDERA QUE TENGAN SUFICIENTE VALOR PARA RETENERLOS.

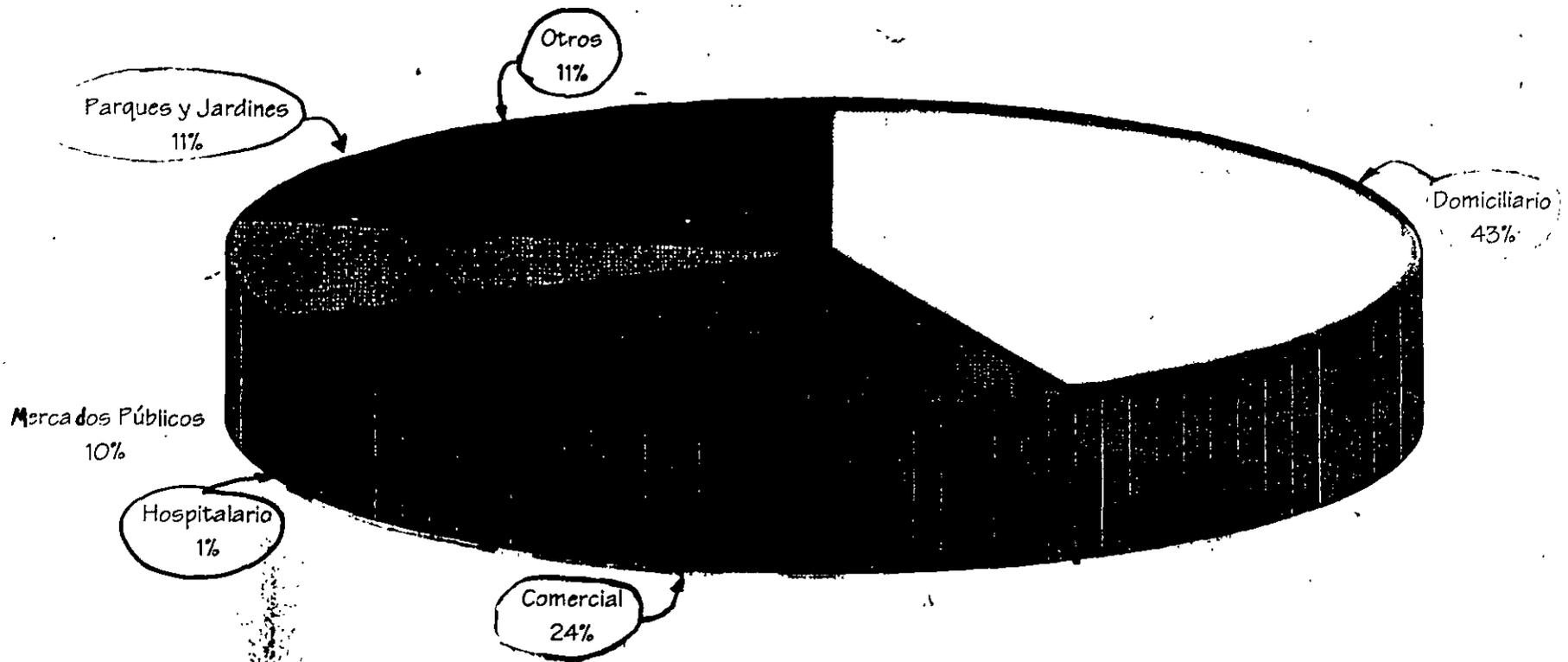
LA OPERACIÓN PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS DSM SE LLEVA A CABO GENERALMENTE EN FORMA DESCENTRALIZADA A NIVEL LOCAL, REGIONAL O SUBREGIONAL POR PARTE DE LAS ADMINISTRACIONES LOCALES TALES COMO LOS MUNICIPIOS O COMISARIADOS EJIDALES PERO BAJO DETERMINADAS CIRCUNSTANCIAS, SU MANEJO PUEDE SER LLEVADO A CABO POR PARTE DE LOS GOBIERNOS ESTATALES O FEDERAL, COMO EN LOS CASOS DEL DISTRITO FEDERAL Y LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO QUE, POR SU IMPORTANCIA Y MAGNITUD, LA REALIZAN SECTORES DE LA ADMINISTRACIÓN ESPECIALMENTE DESIGNADOS A SOLUCIONAR LOS COMPLEJOS PROBLEMAS DERIVADOS DE SU GESTIÓN.

ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE LA TASA DE PRODUCCIÓN DIARIA DE DESECHOS EN NUESTRO PAÍS SE HA SEÑALADO DE APROXIMADAMENTE 1 Kg / HABITANTE - DÍA Y SI SE CONSIDERAN TODOS LOS DESECHOS PRODUCIDOS INCLUYENDO LOS INDUSTRIALES, AGRÍCOLAS Y DE SERVICIOS PÚBLICOS, ESTE TOTAL ASCIENDE A CASI 3 Kg / HABITANTE - DÍA.

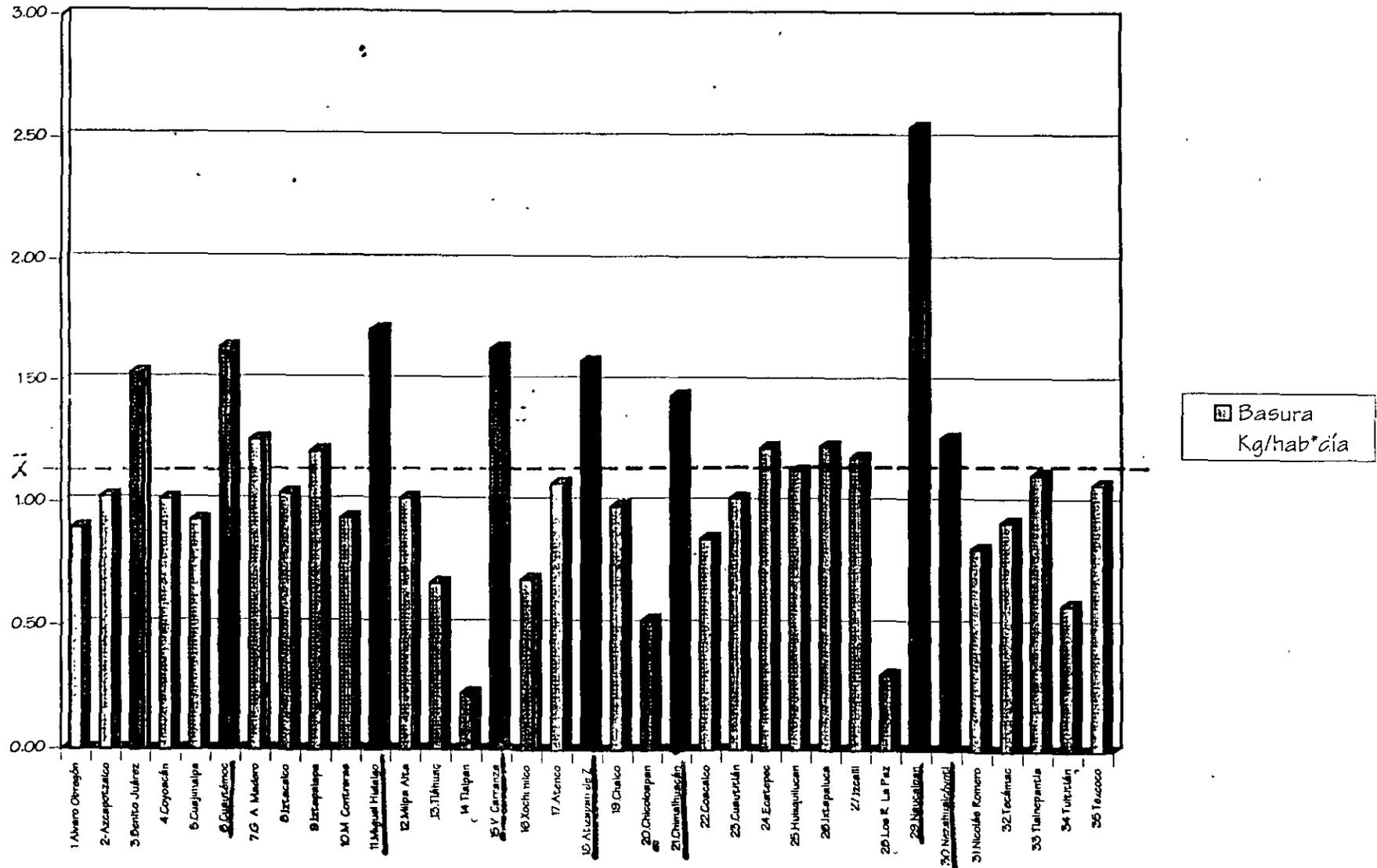
PARA SU ADECUADO MANEJO ES NECESARIO CONOCER LAS RESPUESTAS A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

1. ¿ QUÉ TIPOS Y CANTIDADES DE DSM SE RECIBIRÁN ?
2. ¿ CUÁLES SON LOS PORCENTAJES DE CADA TIPO ?
3. ¿ QUÉ TIPOS Y CANTIDADES DE MATERIALES PUEDEN SER REMOVIDOS PARA SU REUSO Y RECICLAMIENTO ?
4. ¿ CUÁLES SON LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS QUE PRESENTAN LOS DSM RECIBIDOS ?
5. ¿ CÓMO VARÍAN DIARIA, SEMANAL Y MENSUALMENTE LAS PROPIEDADES DE LOS DSM ?
6. ¿ CUÁLES SON LAS PROPIEDADES DE LOS DSM QUE TIENEN ALGÚN VALOR ECONÓMICO ?
7. ¿ QUÉ TIPO DE MATERIALES PELIGROSOS PUEDEN SER ENCONTRADOS Y REMOVIDOS DE LOS DSM ?
8. ¿ QUÉ PROPIEDADES DE LOS DSM DEBERÁN VARIARSE POR MEDIO DEL TRATAMIENTO ?
9. ¿ QUÉ CONTAMINANTES DEBERÁN SER REMOVIDOS DE LOS DSM RECOLECTADOS ?
10. ¿ QUÉ CONTROLES, PRUEBAS Y MEDICIONES DEBEN SER LLEVADAS A CABO PARA OBTENER RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS ANTERIORES ?
11. ¿ CUÁL ES EL RANGO DE VARIACIONES QUE PUEDE ESPERARSE EN LAS ACTIVIDADES MEDIDAS Y CUÁL ES EL NIVEL DE CONFIANZA CON QUE DEBERÁN OPERARSE LAS MISMAS ?

Basura por origen en la Cd. de México y Zona Metropolitana



Cantidad de basura producida por habitante en las diferentes delegaciones o municipios de la Cd. de México y la Zona Metropolitana



**COMPOSICION PORCENTUAL POR ZONAS DE LOS RSM**

Subproductos	Fronteriza	Norte	Centro	Sur	ZMCM
Cartón	3.01	4.28	4.16	4.51	3.000-4.016
Residuos finos	4.68	9.71	6.28	6.37	0.977-1.000
Hueso	0.52	0.59	0.94	0.61	0.678-1.410
Hule	0.71	0.68	0.90	0.31	0.342-1.400
Lata	3.13	2.46	2.10	2.80	1.261-1.590
Material ferroso	0.51	0.46	0.86	1.37	0.640-0.591
Mat. no ferroso	0.22	0.57	0.45	1.00	0.050-0.584
Papel	11.36	9.17	8.80	6.90	11.020-14.907
Pañales	4.96	2.59	2.79	4.01	1.996-5.320
Plástico película	2.68	3.79	3.32	3.96	2.800-3.771
Plástico rígido	2.80	2.38	1.96	2.38	2.154-2.550
Residuos de jardín	15.35	7.48	6.95	7.88	5.164-7.700
Residuos alimenticios	25.72	37.56	38.20	41.00	40.740-42.010
Trapo	2.52	1.94	2.00	1.25	1.560-1.660
Vidrio de color	3.98	3.36	2.86	3.95	2.149-2.900
Vidrio transparente	4.22	4.27	4.15	4.28	3.410-4.789
Otros	13.63	8.61	14.36	9.23	3.442-2.609
Totales	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00-100.00

FUENTE:SEDESOL. México: Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente. 1991-1992. México 1993



## CLASIFICACIÓN POR ORIGEN DE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.

FUENTE	ACTIVIDADES, LOCALIDADES, INSTALACIONES O EQUIPOS QUE LOS GENERAN	TIPOS DE DESECHOS SÓLIDOS
Domiciliar	Hogares de familias individuales, áreas de multifamiliares y conjuntos habitacionales y de apartamentos.	Desechos alimenticios, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, basura de jardín, vidrio, madera, latas de aluminio y otros metales, cenizas, polvo y desechos especiales simples (voluminosos, bienes blancos, aparatos electrónicos, llantas, mobiliario, etc.) y algunos tipos de desechos peligrosos.
Comercial	Tiendas de todo tipo: restaurantes, bares, panaderías, hoteles, talleres, mercados, oficinas, etc.	Empaques y envases de papel, cartón plástico, madera, vidrio, metales de diversos tipos, desechos alimenticios y hasta algunos desechos peligrosos.

FUENTE	ACTIVIDADES, LOCALIDADES, INSTALACIONES O EQUIPOS QUE LOS GENERAN	TIPOS DE DESECHOS SÓLIDOS
Institucional	Escuelas, hospitales, prisiones, centros gubernamentales, etc.	Igual que en el caso comercial.
Construcción y demolición	Áreas de casas y edificios en construcción, caminos y carreteras	Madera, acero, concreto y todo tipo de cascajo incluido suelo removido por excavaciones, etc.
Servicios municipales	Limpieza de calles, parques y otras áreas públicas.	Escombros, fango y desechos propios de parques, bahías y áreas recreativas.
Industrial	Básicamente por el procesamiento, manufacturación, ensamble y empaque de materiales transformados.	Desechos debido a procesos industriales tales como virutas, rebabas y desperdicios de bebidas, alimentos y materias primas rechazadas y desechos peligrosos de diferentes tipos.
Agricultura y ganadería.	Campos agrícolas, granjas, huertas, ranchos, criaderos, etc.	Piensos agrícolas, productos agrícolas no aprovechables o rechazados y excedentes de materiales y sustancias peligrosas tales como pesticidas y fertilizantes.
Extracción primaria	Minas y explotaciones forestales	Minerales no aprovechables, suelo, materiales sobrantes, refacciones usadas, etc.

SIN EMBARGO, LAS CLASIFICACIONES ANTERIORMENTE SEÑALADAS SON DE TIPO GENÉRICO Y CADA UNA DE ELLAS PUEDE, A SU VEZ, SUBDIVIDIRSE EN MÚLTIPLES CLASIFICACIONES DE ACUERDO A LOS TIPOS DE MATERIALES EXISTENTES. POR EJEMPLO, EN EL CASO DEL CARTÓN Y PAPEL EXISTEN MÁS DE CUARENTA TIPOS DIFERENTES ENTRE LOS QUE SE INCLUYEN PERIÓDICOS, REVISTAS, IMPRESIONES COMERCIALES, PAPEL COPIA, FOLDERS, TARJETAS, SOBRES, PAÑUELOS DESECHABLES, PAPEL DE BAÑO, CARTÓN BATERÍA Y CORRUGADO, CARTÓN PLASTIFICADO, ETC.

PARA FINES DE RECICLAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS ENCONTRADOS EN LOS DSM, SE HAN ESTABLECIDO LAS SIGUIENTES SIETE CATEGORÍAS:

<b>POLIETILENTEREFTALATO</b>	<b>(PETE/1)</b>		
		PETE	HDPE
<b>POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD</b>	<b>(HDPE/2)</b>		
		PVC	LDPE
<b>POLICLORURO DE VINILO</b>	<b>(PVC/3)</b>		
		PP	PS
<b>POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD</b>	<b>(LDPE/4)</b>		
<b>POLIPROPILENO</b>	<b>(PP/5)</b>		
<b>POLIESTIRENO</b>	<b>(PS/6)</b>		
<b>OTROS MATERIALES PLÁSTICOS MULTILAMINADOS</b>	<b>(OTHER/7)</b>		
		OTHER	

LISTA DE USOS DE MATERIALES PLASTICOS.

MATERIAL	CLASIFICACION	USOS PRIMARIOS
Poliétileno teraftalato	PETE / 1	Envases, botellas, empaques, de comida, bolsas de película.
Poliétileno de alta densidad	HDPE / 2	Botellas moldeadas por soplado, contenedores, juguetes moldeados, enseres domésticos, envoltentes y películas industriales, tubería de gas y de desechos.
Policloruro de vinilo	PVC / 3	Marcos de ventanas, tubería, loseta para pisos, entarimados, papel topiz, envases, películas autoadherentes, juguetes, conoletas, aisladores de cable, tarjetas de crédito, productos médicos.
Poliétileno de baja densidad	LDPE / 4	Películas adherentes, bolsas, juguetes, recubrimientos de cables, contenedores, tubería
Polipropileno	PP / 5	Fibras, películas, baterías de cocina, contenedores para microondas, autopartes, componentes eléctricos, transportación, instrumental médico.
Poliestireno	PS / 6	Cintas para cassettes, instrumentos eléctricos, aisladores térmicos, platos y tasas (unicel), quarniciones para iluminación, espuma.
Resinas epóxicas		Adhesivos, componentes de automóviles, componentes eléctricos y electrónicas, equipos deportivos, bates.
Fenólicos		Adhesivos, autopartes, componentes eléctricos .
Poliuretano	PU	Partes de elastómero moldeado para aplicaciones con resistencia a la abrasión, recubrimientos, terminados, cojines, colchones, asientos móviles.
Poliamida	PA	Películas para empaques de comida, válvulas de altas temperaturas, engranes, partes autolubricadas.
Polimetilmetacrilato		Transparentes, todos los aisladores eléctricos contra agua.
Copolímeros de estireno: Acronitrilo butadieno estireno	ABS SAM	Tubería, aparatos domésticos, teléfonos, equipaje. Utilización general en molduras

**DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE LOS PORCENTAJES DE COMPONENTES ENCONTRADOS EN LOS DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES DOMICILIARES DE PAÍSES CON DIFERENTES NIVELES DE INGRESO ECONÓMICO.**

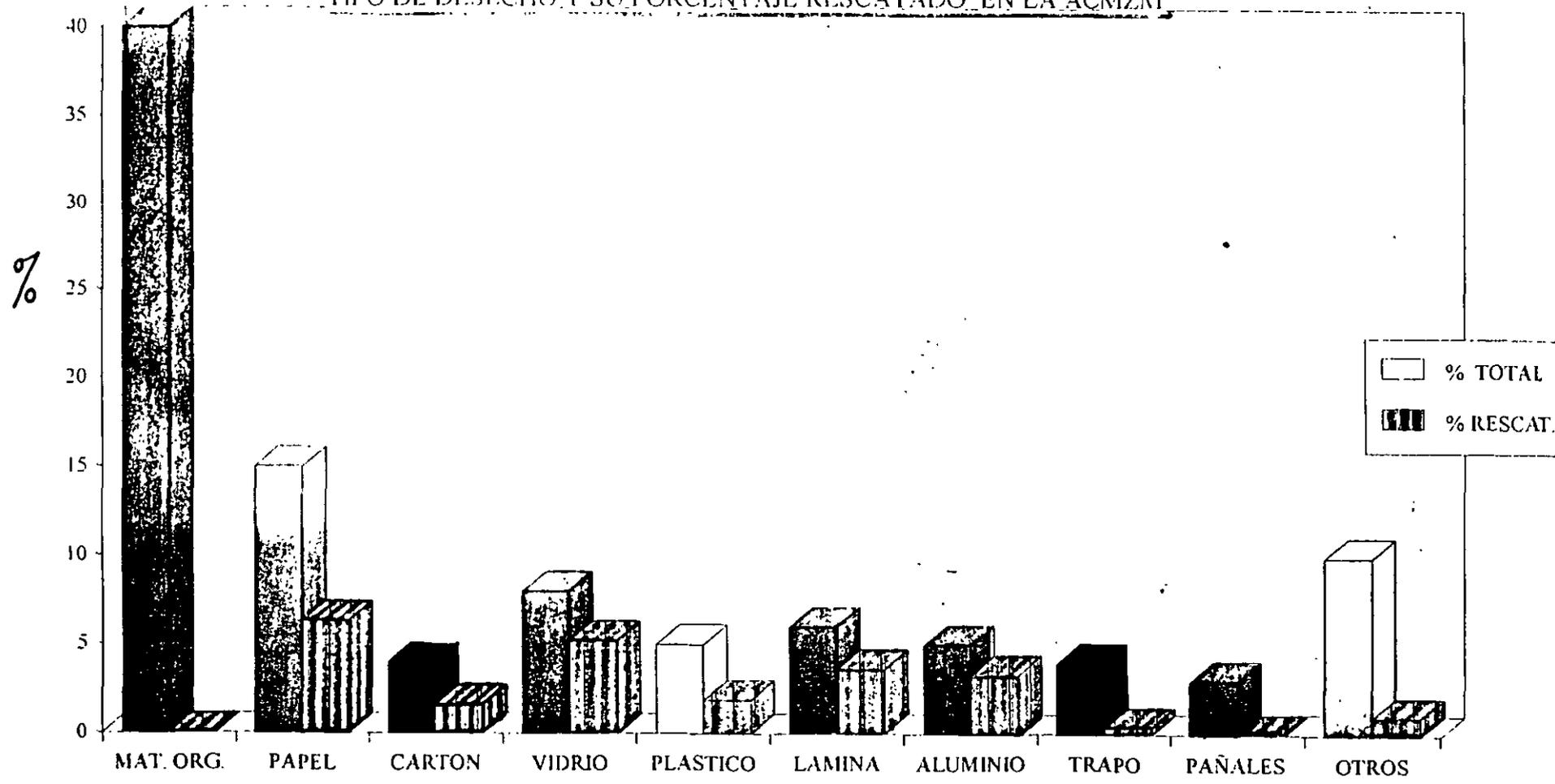
TIPO DE COMPONENTE	PAÍS DE BAJO INGRESO	PAÍS DE MEDIANO INGRESO	PAÍS DE ALTO INGRESO
<b>Orgánicos:</b>			
Desechos alimenticios	40-85	20-65	6-30
Papel y cartón	1-10	8-30	20-45
Plásticos	1-5	2-6	2-8
Textiles	1-5	2-10	2-6
Hule	1-5	1-4	0-2
Piel	-	-	0-2
Basura de jardín y madera	1-5	1-10	1-4
<b>Inorgánicos:</b>			
Vidrio	1-10	1-10	4-12
Latas	-	-	2-8
Aluminio	1-5	1-5	0-1
Otros metales	-	-	1-4
Polvos y cenizas	1-40	1-30	1-10

NOTA: Se considera que el ingreso de un país de bajo ingreso es menor a 750 US/habitante-año, para un país de mediano ingreso es de 750 - 5,000 US/habitante-año y un ingreso mayor a 5,000 US/habitante-año caracteriza a un país de alto ingreso.

**VARIACIONES ESTACIONALES TÍPICAS ENCONTRADAS  
EN LA COMPOSICIÓN DE LOS DSM.**

TIPO DE DESECHO	TEMPORADA FRÍA	TEMPORADA CÁLIDA	VARIACIÓN PORCENTUAL
Desecho alimenticio	11.1	13.5	+21.6
Papel	45.2	40.0	-11.5
Plástico	9.1	8.2	-9.9
Otros materiales orgánicos	4.0	4.6	+15.0
Basura de jardín	18.7	24.0	+28.3
Vidrio	3.5	2.5	-28.6
Metales	4.1	3.1	-24.4
Materiales inertes	4.3	4.4	-4.7
Total:	100.0	100.0	

TIPO DE DESECHO Y SU PORCENTAJE RESCATADO EN LA ACMZM



## MATERIALES QUE PUEDEN SER RECUPERADOS EN LOS DSM PARA FINES DE RECICLAMIENTO.

---

Tipo de material reciclable	Tipo de material o uso que se le puede dar al material reciclado
Aluminio	Latas de bebidas
Papel	
Papel viejo	Periódicos y publicidad comercial
Cartón corrugado	Cajas de empaque de todo tipo
Papel de alta calidad	Papel de impresora, sobres y papel de escritorio
Papel mezclado	Revistas, catálogos, etc.
Plásticos	
PETE/1	Botellas blandas de refrescos, aceites comestibles y empaques de productos exhibidos, película de fotografía
HDPE/2	Botellas rígidas de leche, jugos, detergentes, etc.
PVC/3	Tubería rígida plomería, llaves y algunos tipos de botellas para líquidos limpiadores, aceites, etc.
LDPE/4	Bolsas de tiendas de autoservicio

---

---

PP/5	Tapas de botellas selladas, contenedores de medicinas, de frutas, cereales, etc.
PS/6	Empaque de componentes electrónicos y eléctricos, contenedores de comida rápida y de tienda de autoservicio, etc.
OTHER/7	Combinaciones de los productos anteriores.
Vidrio	Botellas y contenedores de vidrio transparente, opaco y de colores (verde, ámbar, etc.)
Metales ferrosos	Latas, diversos tipos de utensilios
Metales no ferrosos	Utensilios y accesorios de aluminio, cobre, plomo, etc.
Basura de jardín y fracción orgánica de los DSM (desechos alimenticios y/o putrescibles)	Se puede utilizar para producir composta, recubrimiento de suelo y combustible a partir de biomasa
Desechos de construcción y demolición	Construcción de ladrillos y estructuras preformadas.
Aceite de desecho o sobrante del utilizado por los vehículos	Se puede reprocesar para producir aislantes y/o sustancias protectoras contra la intemperie.
Madera	Empaques, lastre, etc.
Llantas	Vulcanización o combustible para procesos de alta temperatura

---

## LISTA DE ALGUNOS EJEMPLOS DE LOS MATERIALES RECICLABLES

MATERIAL  
PAPEL

### EJEMPLOS

Papel archivo, papel archivo con calca, papel cesto, papel con tubo, papel de capa o lomo, papel de revoltura, papel kraft, papel listado de computadora, papel periódico, papel pliego impreso, papel proveniente de imprenta, papel proveniente de revistas, publicaciones y folletos, papel viruta a color, papel viruta de segunda con goma.

CARTON  
MATERIAL FERROSO

Cartón de capas, cartonsillo, tubos de cartón

PRIMERA ESPECIAL: Acero al carbón, fierro dulce, accesorios de vía, sobrantes de piezas troqueladas, etc. que no requieren de preparación (corte para fundición).

PRIMERA: Acero al carbón, fierro dulce, cigüeñal de locomotora, durmiente metálico, bastidor de truck, placa proveniente de carros, tanques y toneles de ferrocarril, etc.; que requieren preparación (corte para fundición).

SEGUNDA: Alambre y cable de acero, fierro galvanizado, postes metálicos, tubería de acero, desecho mixto de fierro y lámina.

TERCERA: Fleje, lámina y cable galvanizado, latas de alimentos, cancelería.

MIXTO CONTAMINADO

MATERIAL NO  
FERROSO

ALUMINIO: Baterías de cocina, aluminio granular, cable con forro y alambre, latas de alimento, cancelería.

COBRE: Instrumentos de cocina, cable, cable con forro y alambre, laminados, bobinas, etc.

BRONCE: Medidores de gas y agua, artículos de plomería, llaves de cerrajería.

PLOMO: Tubería, clavo, etc.

MADERA

Madera de empaque, madera proveniente del desmantelamiento de coches y carros de ferrocarril, proveniente de tarimas y de remodelación de edificios,

TRAPO

postes y durmientes.

Recorte de maquila, colchas, cobijas, sábanas, cortinas, vestuarios, costales y otros provenientes de hospitales (limpios), desperdicios sucios y manchados (no contaminados)

DESECHOS

ALIMENTICIOS

Provenientes de cocina, provenientes de comedor y dietología, proveniente de planta.

BASURA DE JARDIN Y

PATIO

Hojas, pastos, ramas pequeñas, desechos fecales de animales.

VIDRIO

Pedaceria de ventanas, vasos, boterías de cocina, envases retornables y no retornables, etc.

## PLASTICOS RECICLADOS

Los plásticos se clasifican en dos grupos: Termoplásticos y Termoestables.

TERMOPLASTICOS: Son aquellos materiales que al someterlos al calor y que se reblandecen, cuantas veces se calienten pudiendo tomar diversas formas cuando están fundidos y al enfriarse mantienen su forma. (1) Dentro de los cuales están:

- Poliolefinas:

- Polietileno de baja densidad,
- Polietileno de media densidad,
- Polietileno de alta densidad,
- Polietileno lineal baja densidad,
- Polietileno ultra alto peso molecular
- Polipropileno isotáctico

- Fam. Estirenos:

- Poliestireno cristal
- Poliestireno medio impacto
- Poliestireno alto impacto
- ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno)
- P.V.C. ( Policloruro de vinilo)

TERMOESTABLES: Son aquellos que se funden en una primera etapa, para adquirir una forma de acuerdo al molde y una vez que ha reaccionado y estabilizado ya no se reblandecen, al contrario, se endurecen mas con el calor y, si siguen sometidos al calor, llegan a carbonizarse.(2) Dentro de los cuales están:

- Resinas poliester no saturadas
- Resinas fenólicas o bakelitas
- Poliuretanos

## PRECIOS MÍNIMOS DE DESECHOS SÓLIDOS.

Las empresas generadoras de residuos sólidos corresponde a un 14% del total de residuos totales.

Con fundamento en los artículos 37 fracción XIX, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y 12 fracción VII, del Reglamento Interior de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 79 de la Ley General de Bienes Nacionales, la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo a través de la Unidad de Normatividad de Adquisiciones, Obras Públicas, Servicios y Patrimonio Federal expide la siguiente:

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO PESOS
* Acero cobrizado (copperweld)	Kilogramo	0.2780
* Acero inoxidable (baleros, instrumental médico dañado y pedacera)	Kilogramo	0.6581
* Acero inoxidable 430	Kilogramo	1.4523
* Aisladores de porcelana.	Kilogramo	0.0921
* Alambre de cobre con papel.	Kilogramo	5.4891
* Alfombra y bajo alfombra.	Kilogramo	0.2319
* Aluminio	Kilogramo	1.6057
* Aluminio granular	Kilogramo	3.2479
* Anillos de porcelana con herraje.	Kilogramo	0.1171
* Aserrín.	Kilogramo	0.0072
* B. Negro	Kilogramo	0.2593
* Block de aluminio.	Kilogramo	2.5497
* B. Gris	Kilogramo	0.2140
* B. Verde de aluminio.	Kilogramo	0.4369
* Cromo	Kilogramo	9.3216
* Cable aluminio (ALUMINUM)	Kilogramo	2.1610
* Cable aluminio (ALUMINUM) con aislamiento	Kilogramo	1.5908
* Cable aluminio (ALUMINUM) con aislamiento y herraje	Kilogramo	1.6928
* Cable aluminio (ALUMINUM) con aislamiento y herraje	Kilogramo	3.5062
* Cable cobre conductor.	Kilogramo	3.8347
* Cable cobre conductor (H.C. y H.C.D.)	Kilogramo	9.9468

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO PESOS
* Escoria de hierro.	Kilogramo	0.0539
* Esferas para maquina de escribir.	Kilogramo	0.7671
* Fierro colado.	Kilogramo	0.2901
* Garrafón.		
a) Plástico de un galón.	Pieza	0.0974
b) Plástico de 18 lts.	Pieza	0.4892
c) Plástico de 20 lts.	Pieza	0.5542
d) Plástico de 50 lts.	Pieza	1.3536
e) Vidrio de 20 lts.	Pieza	1.5336
* Grasa de coco.	Kilogramo	0.6668
* Grasa de soya.	Kilogramo	0.6287
* Grasas diferentes especificaciones (contaminada).	Kilogramo	1.0191
* Ladrillo refractario (pedaceria).	Kilogramo	0.0951
* Lata alcoholera.	Pieza	1.1425
* Latón.	Kilogramo	9.0129
* Leña común.	Kilogramo	0.0108
* Liquido fijador cansado.	Litro	3.1760
* Literas (tubulares).	Kilogramo	0.2357
* Luminaria (desecho).	Kilogramo	0.2503
* Llantas:		
a) Completas y/o renovables.	Kilogramo	0.3452
b) Segmentadas y/o no renovables.	Kilogramo	0.0720
* Machinbradoras manuales.	Kilogramo	1.3822
* Madera creosotada.	Kilogramo	0.0217
* Madera de empaque.	Kilogramo	0.0767
* Madera proveniente del desmantelamiento de coches y carros de ferrocarril.	Kilogramo	0.1048
* Madera proveniente de tarimas.	Kilogramo	0.2221
* Mancuerna de carro y coche de ferrocarril.	Kilogramo	0.5354
* Medidores de energia eléctrica, de gas, registradores de potencia y factor de potencia.	Kilogramo	0.1931
* Papel archivo.	Kilogramo	0.1208
* Papel archivo con calca.	Kilogramo	0.0532
* Papel cesto.	Kilogramo	0.0135

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO PESOS
* Cufletes:		
a) Capacidad de 50 Kg.	Pieza	3.1594
b) Capacidad de 100 Kg.	Pieza	4.9880
* Desecho ferroso:		
a) Primera especial. Acero al carbón, fierro dulce, accesorios de vía, sobrantes de piezas troqueladas, etc., que no requieren preparación (corte) para fundición.	Kilogramo	0.5004
b) Primera. Acero al carbón, fierro dulce, cigüeñal de locomotora, durmiente metálico, bastidor de truck, placa proveniente de carros, tanques y toneles de ferrocarril, etc., que requiere preparación (corte) para fundición.	Kilogramo	0.3096
c) Segunda. Alambre y cable de acero, fierro galvanizado, postes metálicos, tuberias de acero, desecho mixto de fierro y lámina.	Kilogramo	0.2357
d) Tercer. Fleje, lámina y cable galvanizado.	Kilogramo	0.1519
e) Mixto contaminado.	Kilogramo	0.0828
* Desecho ferroso proveniente de:		
a) Compactadoras.	Kilogramo	0.7883
b) Motoconformadoras.	Kilogramo	0.7767
c) Pavimentadoras.	Kilogramo	0.6890
d) Petrolizadoras.	Kilogramo	0.6228
e) Tractores.	Kilogramo	0.7553
f) Tractores agrícolas.	Kilogramo	0.7261
* Desecho ferroso vehicular.	Kilogramo	0.4292
* Desperdicios alimenticios:		
a) Proveniente de cocina.	Kg/lit	0.0768
b) Proveniente de comedor y dietología.	Kg/lit	0.0674
c) Proveniente de planta.	Kilogramo	0.0609
* Durmientes de madera de 4a.	Pieza	1.3084
* Ejes de carro de ferrocarril y locomotora.	Kilogramo	0.6132
* Escoria de bronce.	Kilogramo	7.7172

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO PESOS
* Cable cobre y forro de plástico autosoportado.	Kilogramo	2.2213
* Cable cobre con forro de plomo (TA y TAP).	Kilogramo	1.8566
* Cable cobre paraleo con forro.		
* Cable de fuerza.	Kilogramo	2.1088
* Cable polilam.	Kilogramo	3.2236
* Cámara de hule.	Kilogramo	5.5326
* Carretes de madera.	Kilogramo	0.2480
0.60m		
0.80m	Pieza	3.1412
1.00m	Pieza	6.3925
1.20m	Pieza	9.3878
1.40m	Pieza	14.1624
1.60m	Pieza	23.2006
1.70m	Pieza	25.2388
1.80m	Pieza	29.4090
2.00m	Pieza	31.5321
2.20m	Pieza	43.8417
* Cartón.	Pieza	56.1793
* Carton de tapas.	Kilogramo	0.1093
* Cartoncillo (cubierta defectuosa).	Kilogramo	0.1707
* Cartuchos de cinta para máquina de escribir.	Kilogramo	0.1381
* Catalizador IMP-TPC-1 usado y/o agotado.	Kilogramo	0.5558
* Cintas correctores IBM.	Kilogramo	0.0053
* Cobre desnudo.	Kilogramo	0.1291
* Conductores eléctricos de cobre con forro de plástico de diversos tipos y calibres.	Kilogramo	9.8504
* Corbatas de hule	Kilogramo	2.8615
* Costales:	Kilogramo	0.0412
a) Henequen y palma (cortados).		
b) Yute capacidad de 40-50 Kg.	Pieza	0.0882
c) Yute capacidad de 70-75 Kg.	Pieza	0.6809
* Cubeta para cera (plástico)	Pieza	0.1323
* Cuchillas cortacircuito con aislante de porcelana.	Pieza	1.0131
	Kilogramo	0.2743

## USOS TÍPICOS DE LOS TERMOPLÁSTICOS

PLÁSTICO	USOS
ABS	Tuberías, aparatos domésticos, teléfonos, equipaje
Acetatos	Partes pequeñas moldeadas, partes de automóviles, herrajes de plomería
Acrílicos	Señales iluminadas, satinado de ventanas, faros traseros para automóviles
Acetatos de celulosa	Película fotográfica, laminados transparentes, aislantes eléctricos, cinta adhesiva
Acetato-butilato de celulosa	Cilindros para lápices y bolígrafos, empaque con burbujas, manubrios, lentes para anteojos
Propionato de celulosa	Cilindros para lápices y bolígrafos, manubrios, cubiertas para aparatos domésticos
Etilcelulósicos	Aparatos domésticos, linternas de mano
Fluorocarbono CTFE	Industria aeroespacial, usos médicos, aislamiento eléctrico, juntas, cierres, anulares, sellantes
Fluorocarbono FEP	Películas, recubrimientos, aislamiento eléctrico, recubrimientos con resistencia química.
Fluorocarbono PTFE	Equipo de procesamiento químico, aislantes para cables, componentes eléctricos, recubrimientos no pegajosos
Metilpenteno	Instrumental médico y de laboratorio, piezas para automóviles, aparatos domésticos, empaque de alimentos, recubrimientos de cables
Nylon 6	Cuerdas para neumáticos, telas, partes moldeadas
Nylon 6/6	Componentes para automóviles, partes eléctricas, aparatos domésticos, fibras y telas

(Continuación)

PLASTICO	USO
Nylon 6/10	Cerdas para cepillos, enchaquetamiento para cables, moldeos especiales
Nylon 11	Recubrimientos, manguera flexible
Nylon 12	Recubrimientos, manguera flexible
Poliamidas imidas	Válvulas para altas temperaturas, engranes, partes autolubricadas
Polibutileno	Tubertas, aislamiento eléctrico, recubrimientos
Policarbonatos	Aparatos domesticos, satinados de seguridad, empaque, cascos, parabrisas de motocicletas
Poliéster PET	Fibras y películas, cuerdas para neumáticos, líneas para cañas de pescar, botellas moldeadas por soplado
Poliétileno alta densidad	Fibras y películas, cuerdas para neumáticos, líneas para cañas de pescar, botellas moldeadas por soplado
Poliétileno de alto peso molecular	Autolubricante, componentes de máquinas resistentes al desgaste
Poliétileno baja densidad	Película para empaque, artículos del hogar, juguetes, recubrimientos de cables
Poliimidas termoplásticas	Adhesivos, laminados, compuestos moldeados, cojinetes resistentes al desgaste, engranes, espumas
Sulfuro de polifenileno	Recubrimientos y partes moldeadas
Polipropileno	Fibras, películas, artículos del hogar, recubrimiento de cables, transportación, aparatos domésticos, instrumental médico

(Continuación)

PLASTICO	USO
Poliestireno	Empaques, artículos del hogar, juguetes, aparatos domésticos, guarniciones para iluminación, espuma
Polisulfonas	Aparatos domésticos, cafeteras, gabinetes de T.V., electrónica, instrumental automotriz y médico
Poliuretano termoplástico	Partes de elastómero moldeado para aplicaciones con resistencia a la abrasión
Estireno acrilonitrilo	Aparatos domésticos, piezas automotrices, artículos del hogar, muebles, instrumental médico
Vinilos flexibles	Tapicería, piezas automotrices, aislamiento de cables, película para empaque
Vinilos rígidos	Tapicería, piezas automotrices, aislamiento de cables, película para empaque

cuadro 1 (3)

USOS TÍPICOS DE LOS PLÁSTICOS TERMOFIJOS	
PLÁSTICO	USOS
Epoxi	Adhesivos, encapsulados, moldeo, laminación, devanado de filamento, aislamiento eléctrico, recubrimientos
Melamina formaldehído	Vajillas, componentes eléctricos, laminados, (incluyendo cubiertas de mostradores)
Fenólicos	Compuestos de moldeo y laminado, aislamiento eléctrico, manijas, perillas, toberas y puntas de proyectiles, adhesivos
Poliésteres	Compuestos laminados y moldeados, botes, componentes automotrices, adhesivo

(Continuación)

PLASTICO	USOS
Poliimidas	Laminados y adhesivos
Silicones rigidos	Laminados
Caucho de silicón	Adhesivos, selladores, juntas, espumas
Urea formaldehido	Aislamiento eléctrico, adhesivos, espumas
Ureitanos	Adhesivos, recubrimientos, espumas para aislamiento y flotación

cuadro 2 (4)

Los plásticos representan el 10.91 % en peso del total de residuos sólidos generados (cerca de 11 mil toneladas al día) en el Distrito Federal, en 1994.

En el cuadro 3, se presenta la composición física promedio en el D.F., a nivel domiciliario, en la que se indican aquellos subproductos que son factibles de ser reciclados, así como la composición física promedio de los RSM generados también a nivel municipal.

<i>COMPOSICION FISICA PROMEDIO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES</i>		
SUBPRODUCTOS	DOMICILIARIOS Peso (%)	MUNICIPALES Peso (%)
Abatelenguas	----	0.04
Cartón	2.25	1.38
Cuero	4.91*	5.65*
Envase de carton	0.13	0.09
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 construcción	0.57	2.95
Material terroso	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 radiológicas	----	0.01
Plástico película	5.66	4.79*
Neopreno (llantas)	----	----

<b>Plástico rígido</b>	<b>4.15*</b>	<b>3.35*</b>
<b>Poliuretano</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>
<b>Poliestireno expandido</b>	<b>0.77</b>	<b>0.56</b>
Residuo alimenticio	32.36	36.40
Residuo de jardinería	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
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Cuadro 3

\* Residuos reciclables. Como se puede observar en la tabla, los plásticos que pueden ser reciclados son plástico película y plástico rígido y que estos pertenecen al grupo de termoplásticos, ya que éstos materiales debido a sus características son reciclables, es decir, se ablandan con el calor, por que tienen estructuras lineales, siendo así reciclados, principalmente por el método de trituración, resultando el plástico en forma de pelets o granos que vuelve a ser materia prima para otro tipo de productos.

En el mercado los plásticos recuperados son:

- \* AJS
- \* Poliestireno alto impacto
- \* PET PVC
- \* Polipropileno
- \* Poliestireno
- \* Polietileno lexan
- \* Policarbonato

<i>CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS CON BASE EN SU VOCACION</i>	
<b>REUTILIZACION Y RECICLO</b>	<b>REUSO PARA MANUFACTURAS ALTERNAS</b>
Carton	Loza y ceramica
Lata	Material de construcción
Material ferroso	Papel
Material no ferroso	Papel periódico
Papel	<b>Plástico de película</b>
Papel periódico	Neopreno (llantas)
<b>Plástico de película</b>	<b>Plástico rígido</b>
<b>Plástico rígido</b>	Hule
Vidrio de color	<b>Poliuretano</b>
Vidrio transparente	PVC
	PET

Cuadro 4

## **GENERACION DE DESECHOS PELIGROSOS EN MEXICO.**

La mayoría de los datos sobre el ambiente de México son registrados en la SEMARNAP, la cual cuenta con dos dicciones: la vigilancia de cumplimiento con la normativa (PROFEPA) y el Instituto Nacional de Ecología (INE), que está a cargo de realizar las investigaciones, desarrollar y poner en práctica las políticas ambientales. Es importante notar que gran parte de la información generada sobre México se basa en datos limitados, muestras pequeñas y las mejores estimaciones posibles.

Las principales fuentes de residuos industriales provienen de compañías mineras, manufactureras y petroleras. La mayoría de las instalaciones manufactureras están ubicadas en la frontera y en las zonas norte y centro del país. La explotación de minerales se realiza principalmente en el centro de México, la explotación de carbón se hace en el norte de México, y la gran parte de compañías petroquímicas están en la región sur y del Golfo de México.

Se estima que cada día México genera 15500 toneladas de desechos peligrosos.

Los residuos se dicen ser peligrosos conforme con la ley Mexicana si son corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y/o biopatógenos, según la convención de Basilea.

De las 15500 toneladas de desechos peligrosos generados cada día, el 88%, o sea 5515 toneladas, provienen de la Ciudad de México, 3588 de la región sur, y 3133 de la región norte. Las maquiladoras de la región fronteriza sólo generan cerca de 164 toneladas de desechos peligrosos por día. Sólo el 15% de estos residuos se descarta de manera adecuada. El resto se vierte al azar, se almacenan in-situ, o se mezcla con desechos no peligrosos y se deja en vertederos a cielo abierto. De las 31 instalaciones de desechos sólidos industriales en México, 30 son para materiales peligrosos y sólo una para desechos industriales no peligrosos. Sólo hay siete vertederos sanitarios privados para materiales peligrosos en el país. Tres están disponibles para el público en general y cuatro son propiedad y de uso de una sola empresa. Las maquiladoras ubicadas cerca de la frontera con los Estados Unidos regresan la mayor parte de sus desechos peligrosos, o sea cerca de 50 toneladas por día, a los Estados Unidos. Sólo aproximadamente 30 toneladas de un 5% de las maquiladoras se descarta de manera adecuada en México. Se estima que no se conoce el destino de 44 toneladas de desechos peligrosos generados cada día por las maquiladoras.

Tipo de Residuo	%	kg/hab/año	
Limpiadores domésticos	32.948	0.99	0.330
Productos para el mantenimiento de la casa.	7.286	0.219	0.073
Productos jardín plaga	3.249	0.096	0.032
Baterías y eléctricos	33.860	1.017	0.339
Productos automotrices	2.611	0.078	0.026
Medicinas y fármacos	16.006	0.480	0.160
Cosméticos	3.288	0.099	0.033
Otros	0.751	0.021	0.007
Total	100 %	3 ↑	1 ↑

RESIDUOS PELIGROSOS DE ORIGEN  
HABITACIONALES

PAIS INDUSTRIALIZADO MEXICO

Tipo de desecho	Peligro asociado	Disposición adecuada
<b>Productos para pintar y/o recubrir superficies</b>		
Pinturas con base agua, aceite o látex	Inflamabilidad y alta toxicidad	Donación o contenedor especial
Solventes y thinner	Alta inflamabilidad y toxicidad	Donación o contenedor especial
Impermeabilizantes	Inflamabilidad y toxicidad	Donación o contenedor especial
<b>Otros productos</b>		
Pilas y baterías	Alta corrosividad	Centro de reciclado o contenedor especial
Productos químicos fotográficos	Alta toxicidad	Retorno a tienda fotográfica o contenedor especial
Aceite afloja-todo	Inflamabilidad y Toxicidad	Donación o contenedor especial
Fertilizantes químicos	Toxicidad	Donación o contenedor especial
Insecticidas para casa en polvo o aerosol y pesticidas para jardín	Alta toxicidad	Donación o contenedor especial
Medicinas caducadas, agujas y jeringas usadas	Toxicidad y peligro para otros familiares	Contenedor especial

Tipo de desecho	Peligro asociado	Disposición adecuada
<b>Productos de cuidado personal</b>		
Lociones capilares	Toxicidad	Dilución y descarga en el excusado
Shampoos medicados	Toxicidad	Contenedor especial
Removedor de esmalte de uñas	Inflamabilidad y Toxicidad	Contenedor especial
Alcohol para frotamiento	Toxicidad	Dilución y descarga en el excusado
Pintura / tinte para el cabello / bigote / barba	Alta Toxicidad	Dilución y descarga en el excusado
Maquillaje y pinturas cosméticas	Toxicidad	Contenedor especial
<b>Productos automotrices</b>		
Anticongelante	Toxicidad	Contenedor especial
Fluidos de transmisión y frenos	Inflamabilidad	Contenedor especial
Acumuladores	Corrosividad	Centro de reciclado
Keroseno	Alta inflamabilidad	Centro de reciclado
Gasolina	Alta inflamabilidad	Contenedor especial
Aceite de desecho	Inflamabilidad	Contenedor especial

## DESECHOS PELIGROSOS ENCONTRADOS EN LOS DSM

Tipo de desecho	Peligro asociado	Tipo de disposición adecuado
Limpiadores caseros		
Polvos abrasivos	Corrosividad	Contenedor especial
Aerosoles	Inflamabilidad	Contenedor especial
Amoniacaes	Corrosividad	Contenedor especial y/o dilución
Clorados	Corrosividad	Contenedor especial
Destapa-drenajes	Alta corrosividad	Contenedor especial y/o dilución
Pulidores de mobiliario	Inflamabilidad	Contenedor especial
Limpia-cristales	Irritante	Dilución
Limpia-hornos	Alta corrosividad	Contenedor especial
Cera para calzado	Inflamabilidad	Contenedor especial
Pulidor de plata	Inflamabilidad	Contenedor especial
Desmanchador de telas	Inflamabilidad	Contenedor especial
Limpia-excusados	Alta corrosividad	Contenedor especial
Limpia-alfombras	Inflamabilidad y Corrosividad	Contenedor especial

## INTRODUCCION.

La generación de residuos sólidos industriales y peligrosos aumenta constantemente a medida que crece la planta industrial, en la actualidad en su inmensa mayoría estos residuos son manejados y transportados en forma inadecuada y depositados a cielo abierto sin cumplir con los requisitos técnicos para prevenir y controlar la contaminación del medio, en la actualidad no se cuenta con un proyecto de almacenamiento, recolección y transporte de residuos peligrosos.

La generación y disposición final de residuos peligrosos de origen industrial, ha sido motivo de preocupación de las autoridades ambientales de todos los países .

En México, aunque ya se había previsto este renglón, no se le prestó la atención debida a causa de lo escaso y esporádico de los residuos de esta categoría.

La explosiva industrialización a partir de la segunda mitad de este siglo y la concentración de las áreas fabriles en regiones densamente pobladas, dió como resultado, problemas que en ocasiones han tenido nivel de catástrofe. Así, en la década de los setentas, se produjo la contaminación intensiva y extensiva del suelo en el munucipio de Tultitlán, Edo. de México, por la inadecuada disposición de los desechos originados por una empresa productora de sales de cromo, habiéndose presentado contaminación de los mantos freáticos y daño en la salud de la población de la zona.

Por otra parte, a fines de dicha década se detectó un tiradero clandestino de residuos tóxicos el cual era utilizado para depositar residuos de catalizadores agotados, residuos halogenados de hidrocarburos y otros productos peligrosos, procedentes de los estdos Unidos de norteamérica; en este caso las autoridades ambientales procedieron a la clausura del sitio y a la consignación de los responsables, iniciándose a la vez, un programa conjunto con las autoridades respectivas de aquél país "Environmental Protection Agency" (EPA) para evitar este tipo de situaciones.

En el inicio de la década de los ochentas, la disposición inadecuada de residuos reactivos procedentes de una industria metalúrgica, ocasionó una intoxicación masiva en una zona de Nezahualcóyotl, dode se utilizó para relleno de las calles.

En años recientes, los episodios del chocolatazo en el Estado de México y el correspondiente tiradero de Monterrey, donde, en el primer caso unos residuos industriales pirofóricos causaron quemaduras graves en diversas personas y en el segundo, residuos de alto contenido de arsénico provocaron la muerte de varios animales.

EJEMPLO DE POSIBILIDADES DE REUSO DE MATERIALES DE DESECHO DE LA CONSTRUCCION

MATERIAL DE DESECHO	PROCESO	APLICACION
Concreto quebrado	Agregado en concreto nuevo	Caminos, curapistas, banquetas y pavimentos de concreto en general, tuberías de concreto para aguas negras, puentes, construcciones en puertos, plantas de tratamiento de agua, estaciones de bombeo, tanques fertilizadores.
Concreto y bloques quebrados	Agregado en concreto nuevo	Cimientos, piscas, divisiones horizontales, paredes, jardinerías
Concreto quebrado	Agregado en concreto nuevo	Mulch o base en pavimentos y patios
Concreto y bloques quebrados	Base para nuevos caminos, puentes	Placas para ciclovías, pavimentos, caminos, banquetas, caminos, puentes para construcción, banquetas, rampas y secundarias, calzadas, etc.
Concreto y bloques quebrados	Materia prima	Zonas para parques
Minera	Minera y agregados en concreto nuevo	Resistencia para nuevas construcciones, en concreto etc.
Minera	Minera y agregados en concreto nuevo	Resistencia para nuevas construcciones
Minera y agregados	Minera y agregados en concreto nuevo	Resistencia para nuevas construcciones

## MATERIALES DE DESECHO DE LA CONSTRUCCION Y EDIFICACION DERIVADOS DE DIFERENTES PROCESOS EN EL CICLO DE VIDA DE LOS EDIFICIOS Y OTRAS CONSTRUCCIONES.

### 1. EXTRACCION Y PROCESAMIENTO DE MATERIALES CRUDOS

En el ciclo de extracción y procesamiento de materiales naturales, surgen materiales de baja calidad y materiales de desecho. Los primeros son almacenados en una canchales y no tienen influencia en el tipo general de desechos. Por lo tanto, estos no son usualmente considerados como desechos.

### 2. PRODUCCION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION.

En el ciclo de producción de materiales de construcción, cementos, estructuras de madera (cintero), cerámicas, etc., se generan materiales de desecho, como: cerámicas, morteros, guías, etc. Hay una cierta cantidad de desechos de materiales de construcción, como: cerámicas, morteros, guías, etc. El exceso de materiales de desecho en la industria de construcción, como: cerámicas, morteros, guías, etc., son típicamente del 3-5 % del total de producción.

### 3. TIPOLOGIA DE CONSTRUCCION

Los tipos de construcción, como: cerámicas, morteros, guías, etc., se desechan a partir de los tipos de construcción, como: cerámicas, morteros, guías, etc. El tipo de construcción, como: cerámicas, morteros, guías, etc., se desecha a partir de los tipos de construcción, como: cerámicas, morteros, guías, etc. El tipo de construcción, como: cerámicas, morteros, guías, etc., se desecha a partir de los tipos de construcción, como: cerámicas, morteros, guías, etc. El tipo de construcción, como: cerámicas, morteros, guías, etc., se desecha a partir de los tipos de construcción, como: cerámicas, morteros, guías, etc.

### 4. TIPOLOGIA DE MOVIMIENTO Y REPARACION

Los tipos de movimiento y reparación, como: cerámicas, morteros, guías, etc., se desechan a partir de los tipos de movimiento y reparación, como: cerámicas, morteros, guías, etc. El tipo de movimiento y reparación, como: cerámicas, morteros, guías, etc., se desecha a partir de los tipos de movimiento y reparación, como: cerámicas, morteros, guías, etc. El tipo de movimiento y reparación, como: cerámicas, morteros, guías, etc., se desecha a partir de los tipos de movimiento y reparación, como: cerámicas, morteros, guías, etc.

### 5. DESECHO DE DEMOLICION

Los tipos de desecho de demolición, como: cerámicas, morteros, guías, etc., se desechan a partir de los tipos de desecho de demolición, como: cerámicas, morteros, guías, etc. El tipo de desecho de demolición, como: cerámicas, morteros, guías, etc., se desecha a partir de los tipos de desecho de demolición, como: cerámicas, morteros, guías, etc. El tipo de desecho de demolición, como: cerámicas, morteros, guías, etc., se desecha a partir de los tipos de desecho de demolición, como: cerámicas, morteros, guías, etc.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO PESOS
* Tubos de acero al carbón en tramos mayores de 3m de longitud con diámetro exterior.		
a) Hasta 33.40 mm (1 5/16")	Kilogramo	2.6321++
b) Mayor de 33.40 mm hasta 114.30 mm (4 1/2").	Kilogramo	1.9307++
c) Mayor de 114.30 mm hasta 219.08 mm (8 5/8").	Kilogramo	1.4744++
d) Mayor de 219.08 mm hasta 406.40 mm (16").	Kilogramo	1.1973++
e) Mayor de 406.40 mm hasta 1.219.20 mm (48").	Kilogramo	0.9370--
* Tubos fluorescentes (rotos).	Kilogramo	0.0122
‡ Vidrio pedacera	Kilogramo	0.0221
* Zinc metálico (desecho).	Kilogramo	4.0986

FUENTE: Schleske Farah, Antonio G. Diario Oficial. 29/4-96.

- Precios válidos para cantidades que no excedan de 100 toneladas.

    Precios válidos para cantidades que no excedan de 500 toneladas.

Los precios de la presente Lista no incluyen el Impuesto al Valor Agregado y regirán durante el período comprendido de 1 de mayo al 30 de junio de 1996.<sup>1</sup>

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO PESOS
* Sacos:		
a) Manta.	Pieza	0.5231
b) Papel Kraft y polietileno (multicapas).	Pieza	0.5109
c) Polipropileno.	Pieza	0.4967
d) Polipropileno (multicapas).	Kilogramo	0.2986
* Tambos de lámina capacidad de 200lts:		
a) Buenos.	Pieza	13.7975
b) Regulares.	Pieza	7.1290
c) Mal estado (picado o corrosivo).	Pieza	2.7729
* Tambos de plástico capacidad de 200lts.	Pieza	25.1932
* Tarjeta IBM.	Kilogramo	0.7601
* Tela (recorte de maquila)	Kilogramo	0.2196
* Tierra de plomo.	Kilogramo	1.6059
* Tierra de zinc.	Kilogramo	1.7049
* Transformadores de corriente.		
* Transformadores de distribución y potencia con aceite.	Kilogramo	0.7565
* Transformadores de distribución y potencia sin aceite.	Kilogramo	0.6862
* Trapos.	Kilogramo	1.0231
a) Colchas, cobijas, sábanas, cortinas, vestuarios, campos, portacharolas y otros de tela proveniente de los hospitales (limpios).		
b) Desperdicios sucios y manchados (no contaminados).	Kilogramo	1.8836
* Tubería admiralty.	Kilogramo	0.9536
* Tubería de cuproníquel.	Kilogramo	7.7452
* Tubería HK 40.	Kilogramo	19.5657
	Kilogramo	4.4931

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO PESOS
* Papel con tubo.	Kilogramo	0.2361
* Papel de capa o lomo.	Kilogramo	0.3075
* Papel de revoltura.	Kilogramo	0.0827
* Papel Kraft.	Kilogramo	0.0979
* Papel listado de computadora (forma continua).	Kilogramo	0.3623
* Papel periódico.	Kilogramo	0.1463
* Papel pliego impreso.	Kilogramo0	0.1602
* Papel proveniente de imprensa (impreso y recorte de bond ahuesado y cartulina).	Kilogramo	0.2740
* Papel proveniente de revistas, publicaciones y folletos.	Kilogramo	0.1365
* Papel viruta color.	Kilogramo	0.1233
* Papel viruta de 2a. con goma.	Kilogramo	0.1004
* Piedra de esmeril.	Kilogramo	0.0279
* Pintura caduca y gelada.	Litro	0.1907
* Plástico.	Kilogramo	0.2208
* Plástico acrílico.	Kilogramo	0.3402
* Plomo.	Kilogramo	3.4474
* Plomo con clavo y pabilo.	Kilogramo	2.9653
* Polietileno.	Kilogramo	0.1777
* Polipropileno.	Kilogramo	0.3297
* Polvo de grafito.	Kilogramo	0.0578
* Postes de concreto.	Pieza	6.0634
* Postes de madera.	Kilogramo	0.0760
* Radiadores de ferrocarril y automotrices.	Kilogramo	3.6581
* Rebaba de acero tipo listón y granel.	Kilogramo	0.0646
* Rebaba de aluminio.	Kilogramo	0.4509
* Rebaba de bronce.	Kilogramo	6.0116
* Rebaba de cobre.	Kilogramo	6.9526
* Rebaba de fierro colado.	Kilogramo	0.1080
* Residuos de catalizador.	Kilogramo	0.0042
* Riel de ferrocarril. a) 4 rayas mayor de 3.05m (sin cortar).	Kilogramo	0.5296
b) 4 rayas menor de 3.05m (sin cortar).	Kilogramo	0.5179
* Rodillos de computadora.	Kilogramo	0.1626
* Rueda de acero de carro y coche de ferrocarril.	Kilogramo	0.5763

**Capacidad mensual autorizada para plantas de tratamiento de RP de actividades petroleras  
(empresas autorizadas)**

<b>Empresa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Localización de la planta</b>	<b>Capacidad mensual autorizada (toneladas y metros cúbicos)</b>
Consortio Ghes Industrial S.A. de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos sedimentados en tanques de almacenamiento de hidrocarburos líquidos	Saltillo, Coah.	400 ton
Habitación Petrolera Integral S.A. de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex	México, D.F.	3 300 m <sup>3</sup>
Constructora y Arrendadora Gandara S.A. de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex	México, D.F.	3 300 m <sup>3</sup>
Constructora 21 de Abril S.A. de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex	México, D.F.	3 300 m <sup>3</sup>
Ingeniería y Calderas S.A. de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex	México, D.F.	3 300 m <sup>3</sup>
Grupo Peritoc S.A. de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos aceitosos y plomizos generados en tanques de almacenamiento de hidrocarburos líquidos	México, D.F.	500 m <sup>3</sup>
Geo Petrol S.A. de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de residuos contaminados con hidrocarburos	México, D.F.	360 ton
Internacional Enviro Service S.A. de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de sedimentos en tanques de almacenamiento de productos petroleros	México, D.F.	3 500 m <sup>3</sup>
All Waste Servicios Industriales de Control Ecológico S.A. de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de residuos contaminados con hidrocarburos	México, D.F.	3 500 m <sup>3</sup>
Grupo Ecológico Musa, S.A. de C.V.	Recuperación, procesamiento, limpieza de residuos y subproductos del petróleo	México, D.F.	nd
<b>Capacidad total mensual</b>			<b>20 700 m<sup>3</sup> 760 ton</b>

nd = no disponible.

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

**Capacidad mensual autorizada para plantas de confinamiento controlado de RP (empresas autorizadas)**

<b>Empresa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Localización de la planta</b>	<b>Capacidad mensual autorizada (toneladas)</b>
Residuos Industriales Multiqum S.A. de C.V.	Recolección, transporte, confinamiento controlado, tratamiento, reciclaje y elaboración de combustible alterno a partir de solventes, aceites gastados y residuos peligrosos en general	Monterrey, NL	100 000
Confinamiento Técnico de Residuos Industriales S.A. de C.V. (cotrep) <sup>1</sup>	Residuos sólidos y semisólidos corrosivos, tóxicos, de tratamiento de aguas, residuos de pintura, solventes, medicamentos caducos	Guadalucazar, SLP.	3 043
Confinamiento Parque Industrial de Hermosillo O.P.D	Residuos peligrosos en general	Hermosillo, Son.	3 500 <sup>2</sup>
Ciba-Geigy Mexicana S.A. de C.V.	Celda de confinamiento controlado para las cenizas del incinerador de su propiedad	Guadaluajara, Jal.	90 833
<b>Capacidad total mensual</b>			<b>197 376</b>

<sup>1</sup> Suspensión temporalmente

<sup>2</sup> valor estimado

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

**Capacidad mensual autorizada para plantas incineradoras de RP (empresas autorizadas)**

<b>Empresa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Localización de la planta</b>	<b>Capacidad mensual autorizada (toneladas)</b>
Bayer de México S.A. de C.V.	Incineración de residuos peligrosos generados en sus procesos productivos	Ecatepec, Edo. Mex.	25
Ciba Geigy de México S.A. de C.V.	Incineración de residuos peligrosos generados en sus procesos productivos	Atotonilco, Jal.	173 000
<b>Capacidad total mensual</b>			<b>198 000</b>

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994.

**Capacidad mensual autorizada para plantas recicladoras de solventes (empresas autorizadas)**

Empresa	Actividad	Localización de la planta	Capacidad mensual autorizada (litros)
Solventes San Martín	Reciclaje de solventes orgánicos sucios, líquidos para frenos y lavado de tambores	Amozoc, Pue.	150 000
Recuperación Industrial de Desechos	Reciclaje de solventes orgánicos y organoclorados	Hermosillo, Son.	50 000
Química Omega S.A. de C.V.	Reciclaje de solventes orgánicos y organoclorados	Tenango del Valle, Edo. Mex.	350 000
Química Omega S.A. de C.V.	Recolección, transporte y tratamiento de residuos peligrosos con poder calorífico para elaborar combustible alterno	Tenango del Valle, Edo. Mex.	4 000 000
Química Omega S.A. de C.V. (Omega Tank)	Instalación de tanques portátiles para almacenamiento de solventes	Lomas de Chapultepec, D.F.	nd
Rend Química, S.A. de C.V.	Reciclaje de solventes orgánicos y organoclorados y acondicionamiento de tambores sucios <sup>1</sup>	San José Chicoloapan, Edo. de Mex.	800 000
Residuos Industriales Multiquim S.A. de C.V. (antes Chemical Waste)	Reciclaje de solventes orgánicos y organoclorados	Tijuana, B.C.	29 640 000
Química Wimer, S.A. de C.V.	Reciclaje de solventes sucios, residuos de pinturas y resinas <sup>2</sup>	Chalco, Edo. de Mex.	355 000
Reciclados California	Recolección, transporte y reciclaje de solventes orgánicos y organoclorados	Tijuana, B.C.	123 000
Solver S.A. de C.V.	Recolección, transporte y reciclado de solventes sucios, aceites usados, residuos de pintura, así como soluciones ácidas y alcalinas	Tijuana, B.C.	12 455 000
Química Fortek, S.A. de C.V.	Reciclaje de solventes orgánicos y organoclorados	Chihuahua, Chih.	n.d.
Quimicompuestos S.A. de C.V.	Recolección, transporte, almacenamiento temporal y reciclado de solventes orgánicos y organoclorados	Escobedo, N.L.	669 300
<b>Capacidad total mensual</b>			<b>48 592 300</b>

nd = no disponible

<sup>1</sup> Tiene capacidad mensual autorizada para 10 000 tambores

<sup>2</sup> Tiene capacidad mensual autorizada para 100 000 kg de residuos de pinturas y resinas

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

**Capacidad mensual autorizada para plantas recicladoras de aceites usados (empresas autorizadas)**

Empresa	Actividad	Localización de la planta	Capacidad mensual autorizada (l <sup>1</sup> )
Juan R. Santos Nieto	Recolección, reuso y reciclaje de aceites lubricantes usados	Villa Nicolás Romero, Edo. de Mex.	6 000
Productos Texaco S.A. de C.V.	Reciclado de aceites lubricantes usados	Querétaro, Qro.	1 718 759
Productos Texaco S.A. de C.V.	Recolección y almacenamiento de aceites lubricantes usados	Venta de Carpio, Edo. Mex.	nd
Ecología y Lubricantes S.A. de C.V.	Recolección, transporte, almacenamiento y reciclaje de aceites lubricantes usados	Atzacán de Zaragoza, Edo. de Méx.	500 000
Productos Lubriform S.A. de C.V.	Reciclaje de aceites hidráulicos	xxx	50 000
Ma. Lusa Pérez Muñoz	Recolección, almacenamiento y entrega de aceites lubricantes usados	Puebla, Pue.	nd
Jose I. Vázquez Marín	Almacenamiento y entrega de aceites lubricantes usados	Amozoc, Pue.	nd
Novacertes, S.A. de C.V.	Manejo de aceites lubricantes usados	Monterrey, N.L.	nd
<b>Capacidad total mensual</b>			<b>2 274 759</b>

nd = no disponible

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

**Capacidad mensual autorizada para plantas de almacenamiento temporal (empresas autorizadas)**

Empresa	Actividad	Localización de la planta	Capacidad mensual autorizada (litros)
Lardlaw Environmental Service de México S.A. de C.V. (antes Olimpia industrial)	Recolección y almacenamiento temporal de residuos peligrosos para su exportación a Estados Unidos	Cd. Juárez, Chih.	100 000
Química Omega S.A. de C.V.	Recolección, transporte y almacenamiento temporal de RP con poder calorífico igual o superior a 5 000 kcal/kg	Zapopan, Jal.	4 000 000
Pacific Treatment Environmental Services S.A. de C.V.	Recolección, transporte y almacenamiento temporal de residuos de pinturas <sup>1</sup> y solventes, soluciones ácidas y alcalinas, aceite usado y residuos de asbesto	Tijuana, B.C.	46 000
Proambiente S.A. de C.V.	Recolección, transporte y almacenamiento temporal de residuos con poder calorífico para la elaboración de combustible alterno	Escobedo, N.L.	4 000 000
Residuos Industriales Multiquim S.A. de C.V. (antes Chemical Waste Management)	Transferencia de residuos peligrosos y compactación de tambores vacíos	Guadalajara, Jal.	nd
<b>Capacidad total mensual</b>			<b>8 146 000</b>

nd = no disponible

<sup>1</sup> Tiene capacidad mensual autorizada para 300 toneladas de residuos de pintura.

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

### Plantas de reciclado de metales\*

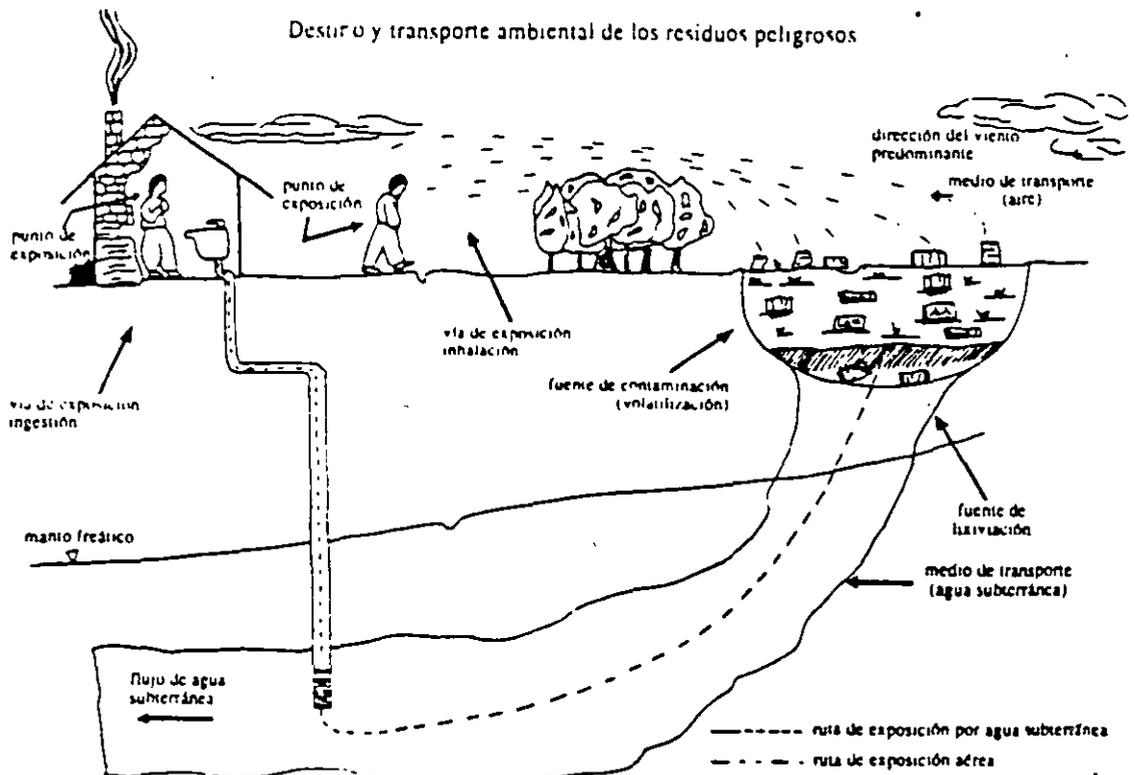
Emp	Localización	Actividad
Maquiladora Russmet	Tijuana, B.C.	Reciclaje de chatarra de aluminio
Zinc Nacional S.A. de C.V.	Monterrey, N.L.	Reciclaje de polvo con cinc
Acumuladores Mexicanos, S.A. de C.V.	Monterrey, N.L.	Reciclaje de plomo
Huerta, S.A. de C.V.	Ascención, Chih.	Reciclaje de níquel
Aluminio Zinc Industrial	Tlalampantla, Edo. de Mex.	Reciclado de cinc y aluminio
Residuos Industriales Multiquim, S.A. de C.V.	Nuevo León	Reciclaje de níquel
Nemak, S.A. de C.V.	Nuevo León	Reciclaje de aluminio
Tecnología de Metales, S.A. de C.V.	Nuevo León	Reciclaje de aluminio
Metrometal S.A. de C.V.	Reynosa, Tamps.	Reciclaje de plomo

\* Autorización en trámite  
Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

### Plantas de recolección y transporte de residuos peligrosos (empresas autorizadas)

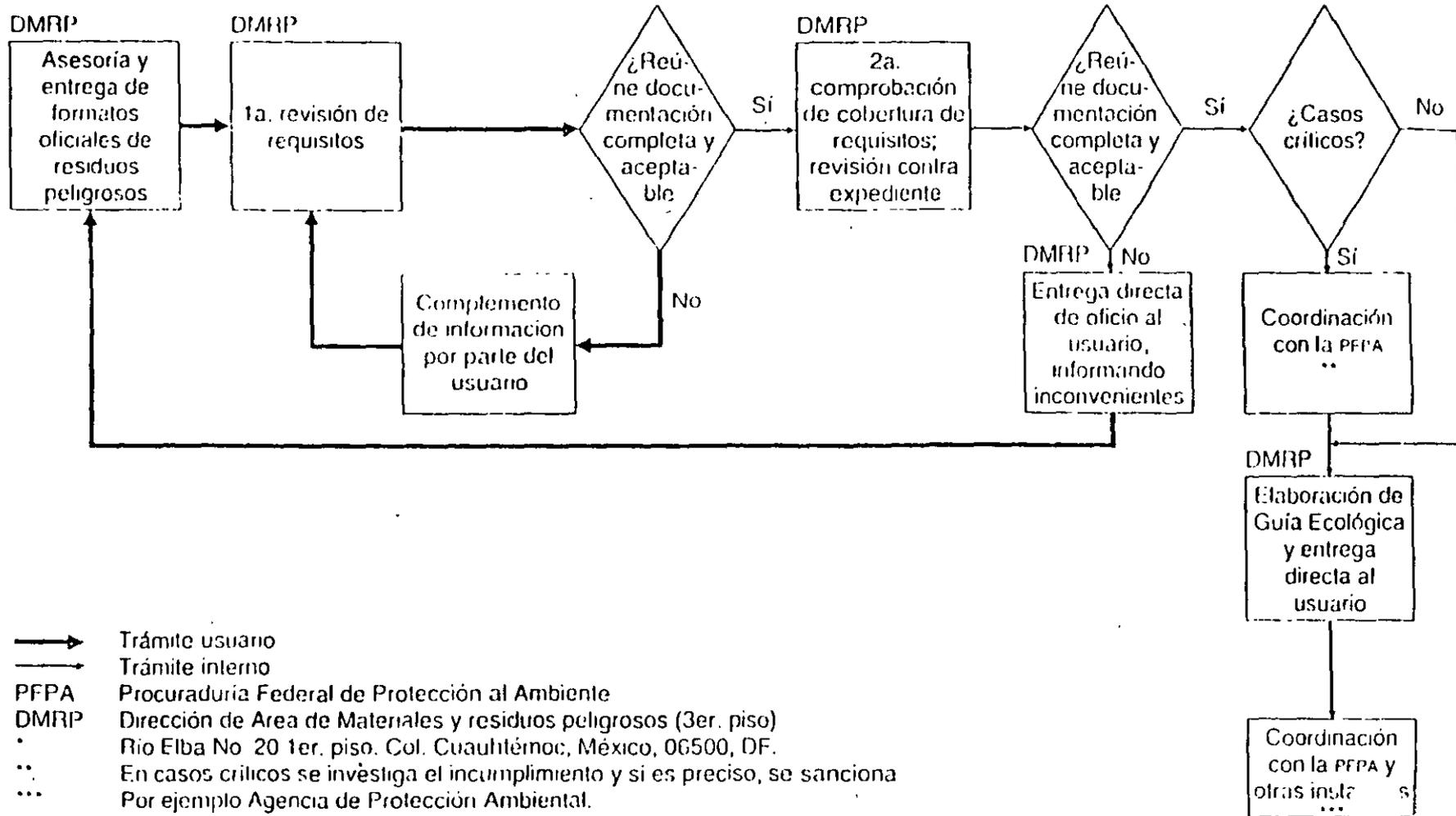
Empresa	Localización	Actividad
Ingeniería y Ecología	Mexicali, B.C.	Recolección y transporte de residuos peligrosos
C. Eduardo Méndez Márquez	Tijuana, B.C.	Recolección y transporte de residuos peligrosos
Industrias P. Kay de México, S.A. de C.V.	Tijuana, B.C.	Recolección y transporte de residuos peligrosos
Turbo Express 22	Tijuana, B.C.	Recolección y transporte de residuos peligrosos

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

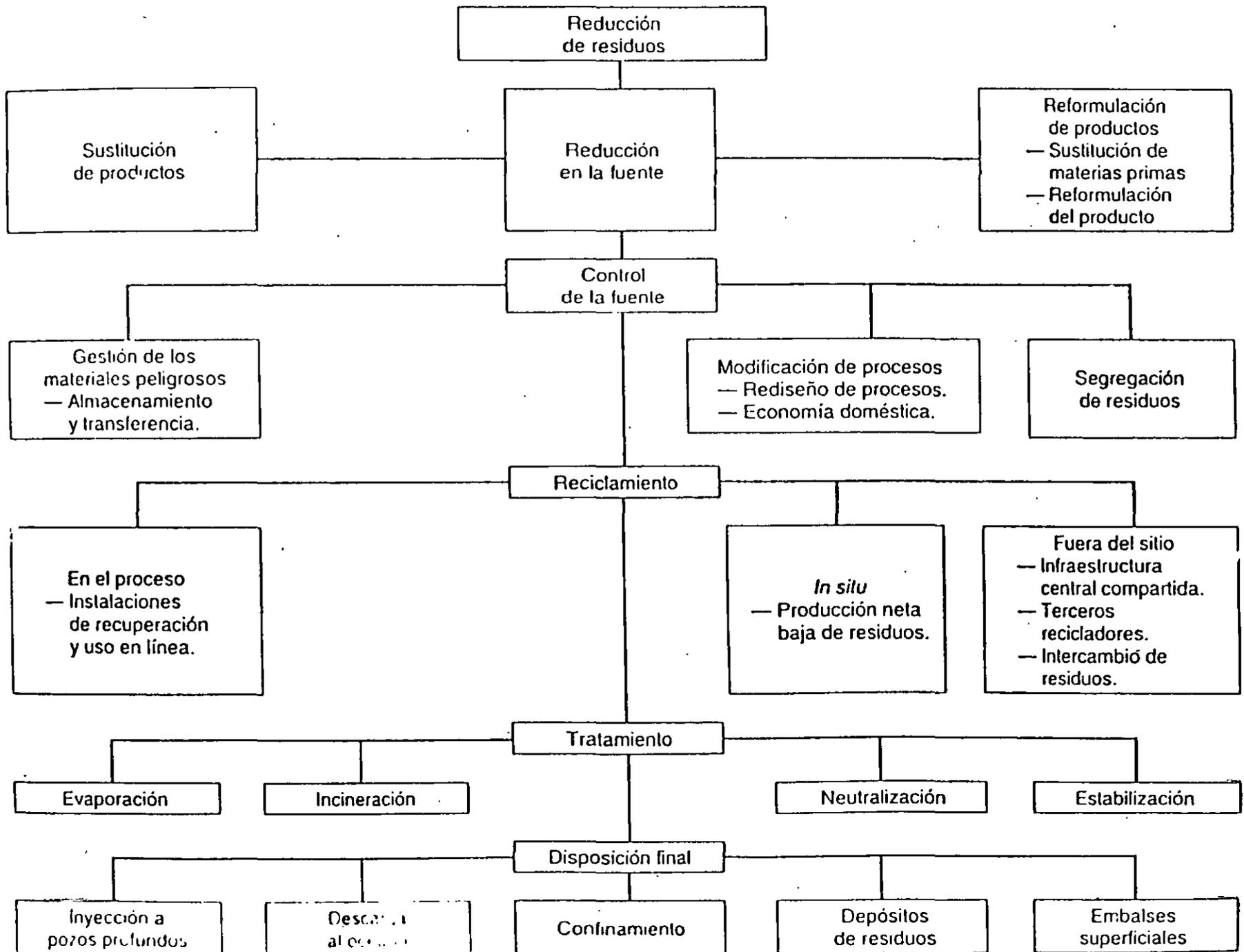


Tramitación de manifiestos de importación/exportación de materiales y residuos peligrosos  
(Guías ecológicas)

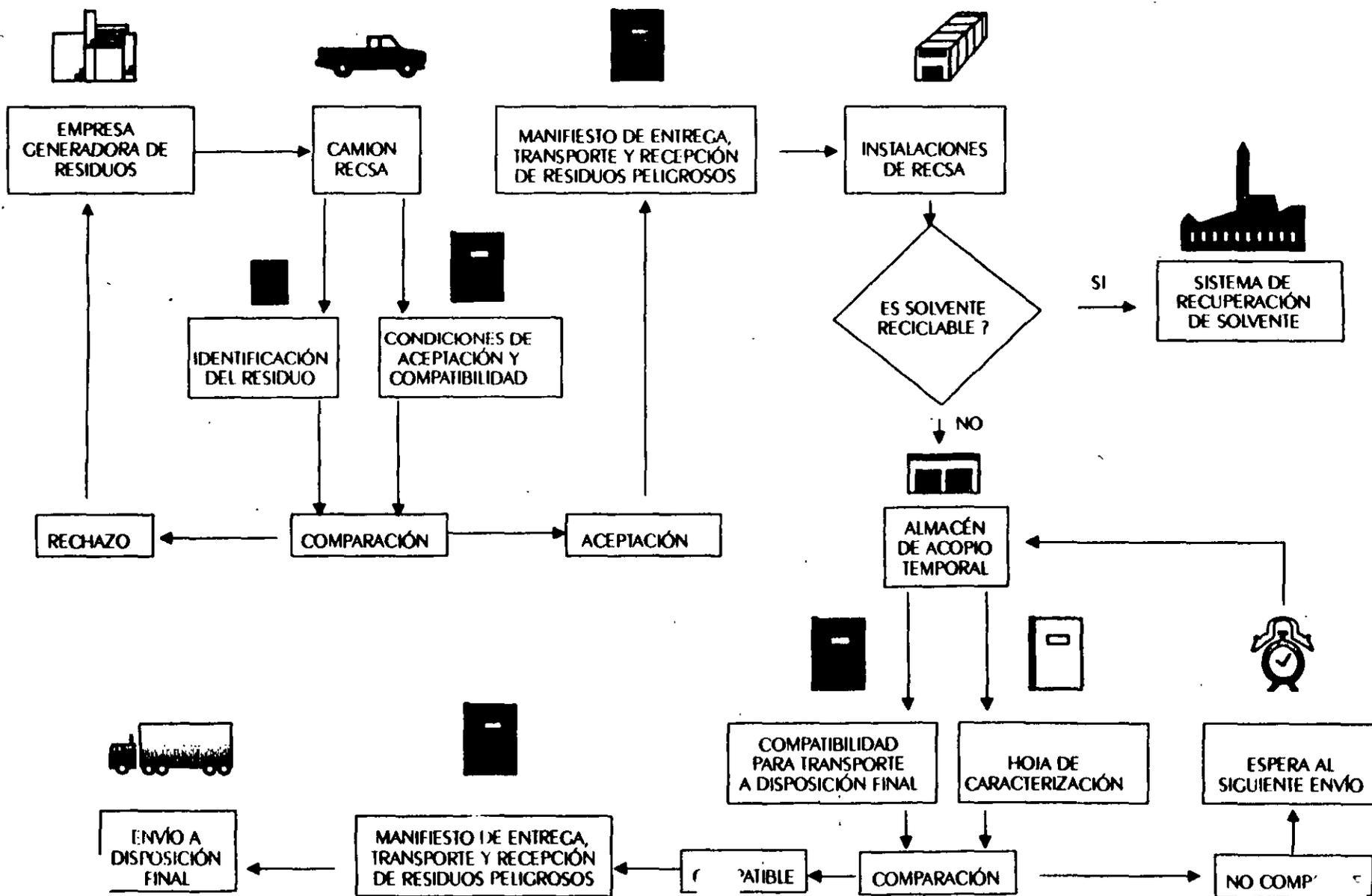
Dirección General de Normatividad Ambiental



## Fases de la administración de los residuos peligrosos\*



# DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE MANEJO, RECOLECCIÓN, ALMACÉN TEMPORAL Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS.



**AREAS DONDE SE GENERAN RESIDUOS NO PELIGROSOS Y RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS**

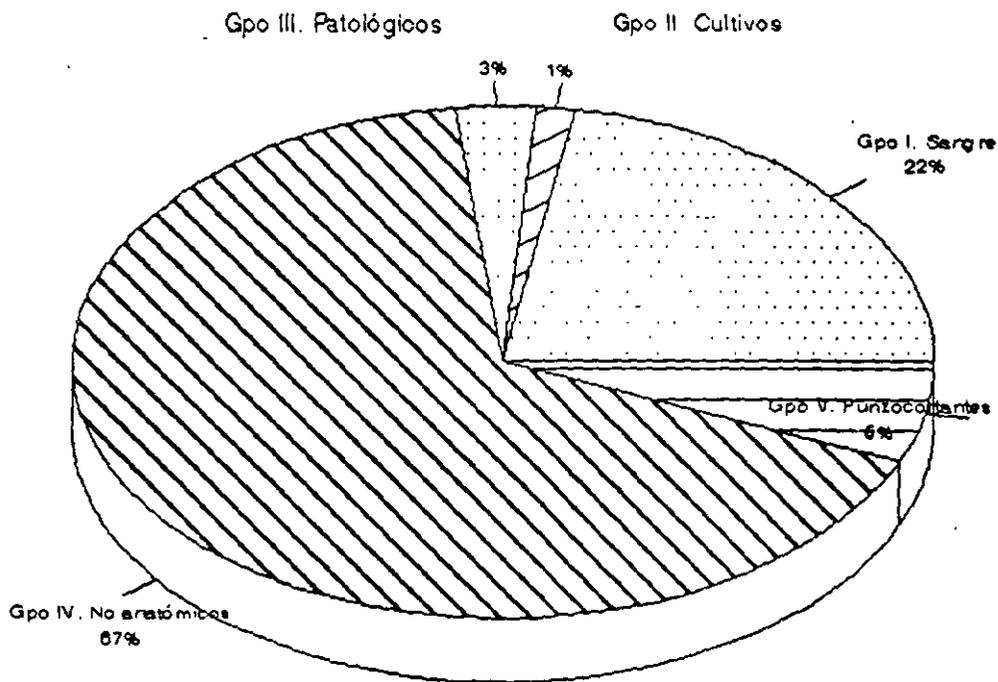
HOSPITALIZACION CUNEROS	TERAPIA INTENSIVA GINECO-OBSTETRICIA	TERAPIA INTERMEDIA PREPARACION DE MEDICAMENTOS
LABOR PEDIATRIA	RECUPERACION URGENCIAS	CIRUGIA CONSULTORIOS PRIVADOS
PATOLOGIA	LABORATORIO CLINICO	UCR
IMAGENOLOGIA	HEMODIALISIS	ACELERADOR LINEAL
RESONANCIA MAGNETICA	HEMODINAMIA	CLINICA DE DIAGNOSTICO
FISIOLOGIA PULMONAR (AREA PARA LA DETERMINACION DE GASES)	BANCO DE SANGRE	RADIOTERAPIA
HIDROTERAPIA	LAVANDERIA (CUARTO SEPTICO)	DIETAS
CENTRAL DE PREOPERATORIO	DESCONTAMINACION EN CEYE	

**AREAS DONDE SE GENERAN RESIDUOS PELIGROSOS CORROSIVOS, REACTIVOS, EXPLOSIVOS, TOXICOS E INFLAMABLES (CRETI)**

MANTENIMIENTO	SALA DE MAQUINAS
IMAGENOLOGIA	RADIOTERAPIA
LABORATORIO CLINICO	PATOLOGIA
HEMODINAMIA	FARMACIA

## Generación promedio por día de Residuos Biológico-Infecciosos

---



Gen. promedio de Res. Biol-Infec: 335.0 Kg/DIA

<b>II. MEDICAS COMPLEMENTARIAS</b>	
Imagenología	Planta baja
Resonancia magnética	
Acelerador lineal	
Fisiol. Cardiovascular	
Clinica de Diagnóstico	
Laboratorio Clínico	
Banco de Sangre	
Patología	
Hemodialisis	
Fisioterapia	
Neurofisiología	
UCR	Primer piso
Fisiología Pulmonar	
Litotripsia	
<b>III. SERVICIOS GENERALES</b>	
Administración	Planta baja
Admision	
Areas generales	
Caja General	
Capilla	
Conmutador	
Cuentas por cobrar	
Dir. de Enfermeria	
Informes	
Relaciones Públicas	
Seguros	
Salas de Espera y sanitarios	
Residencia médica	Segundo piso
Farmacia	Sótano y Torre Angeles

# ESTUDIO DE GENERACION



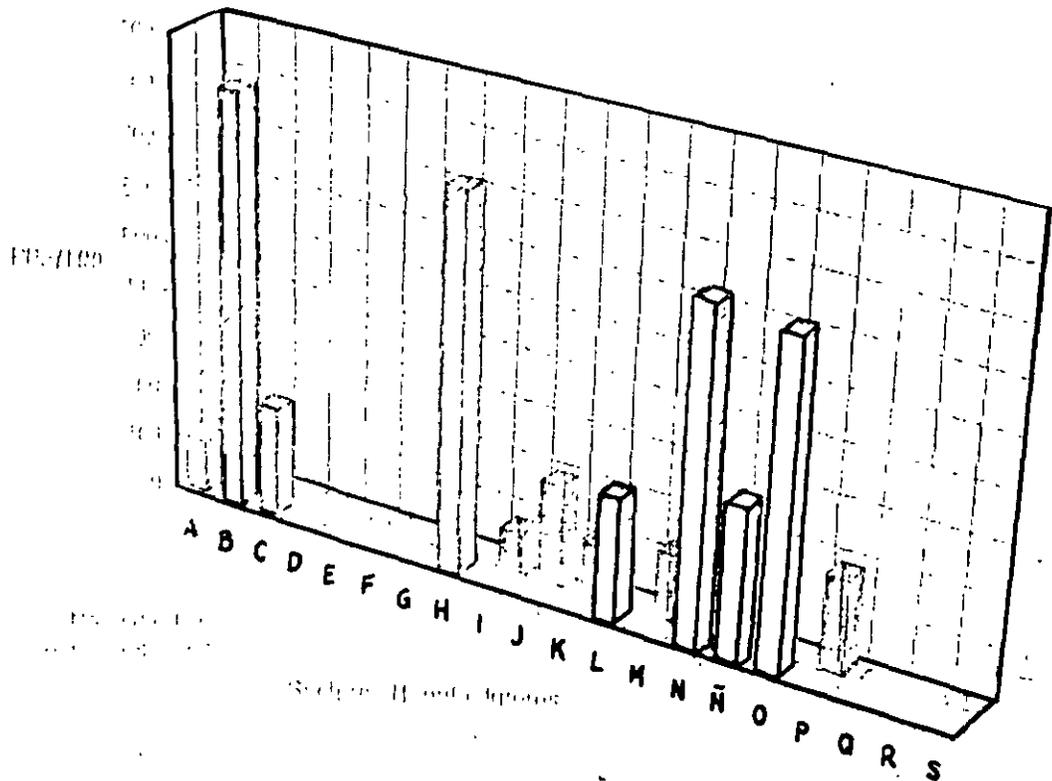
**SELECCION DE RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS DE ACUERDO A  
LA CLASIFICACION DE LA NOM-087-ECOL-1995**

**SECTORES MANUFACTUREROS GENERADORES DE RESIDUOS  
SOLIDOS PELIGROSOS EN EL DISTRITO FEDERAL.**

Sector Manufacturero. (gráfica no. 1)

- A. Industria de la carne
- B. Elaboración de productos lácteos
- C. Elaboración de conservas alimenticias
- D. Beneficio y molienda de cereales
- E. Elaboración de productos de panadería
- F. Molienda de nixtamal y fabricación de tortillas
- G. Fabricación de aceites y grasas comestibles
- H. Industria azucarera
- I. Fabricación de cocoa, chocolate y artículos de confitería
- J. Otros productos alimenticios preparados para animales
- K. Elaboración de alimentos preparados para animales
- L. Industria de las bebidas
- M. Industria del tabaco
- N. Fibras duras y cordelería de todo tipo
- N. Hilado, Tido y Acabado de fibras blandas. Excluye de punto
- O. Materiales textiles, fabricación de tapices y alfombras
- P. Fabricación de tejidos de punto
- Q. Confección de prendas de vestir
- R. Industria del cuero, pieles y sus productos
- S. Industria del Calzado

Libras de PPF por 1000 empleados en el D.F. 1995



Sector Manufacturero. (gráfica no.2)

- A. Fabricación de productos de aserradero y carpintería. Excluye muebles
- B. Fabricación de envases y otros productos de madera, y corcho. Excluye muebles
- C. Fabricación y reparación de muebles principalmente de madera. Incluye colchones
- D. Manufactura de celulosa, papel y sus productos
- E. Imprentas, editoriales e industrias conexas

**F. Petroquímica básica**

**G. Fabricación de sustancias químicas básicas**

**H. Industria de las fibras artificiales y/o sintéticas**

**I. Industria farmacéutica**

**J. Fabricación de otras sustancias y productos químicos**

**K. Refinación de petróleo**

**L. Industria del coque, incluye otros derivados del carbón mineral y petróleo**

**M. Industria del hule**

**N. Elaboración de productos de plástico**

**Ñ. Alfarería y cerámica. Excluye materiales de construcción**

**O. Fabricación de materiales de arcilla para la construcción**

**P. Fabricación de vidrio y productos de vidrio**

**Q. Fabricación de cal, cemento, yeso y otros productos de minerales no metálicos**

**R. Industria básica del hierro y del acero**

**S. Industrias básicas de metales no ferrosos. Tratamiento de combustibles nucleares**

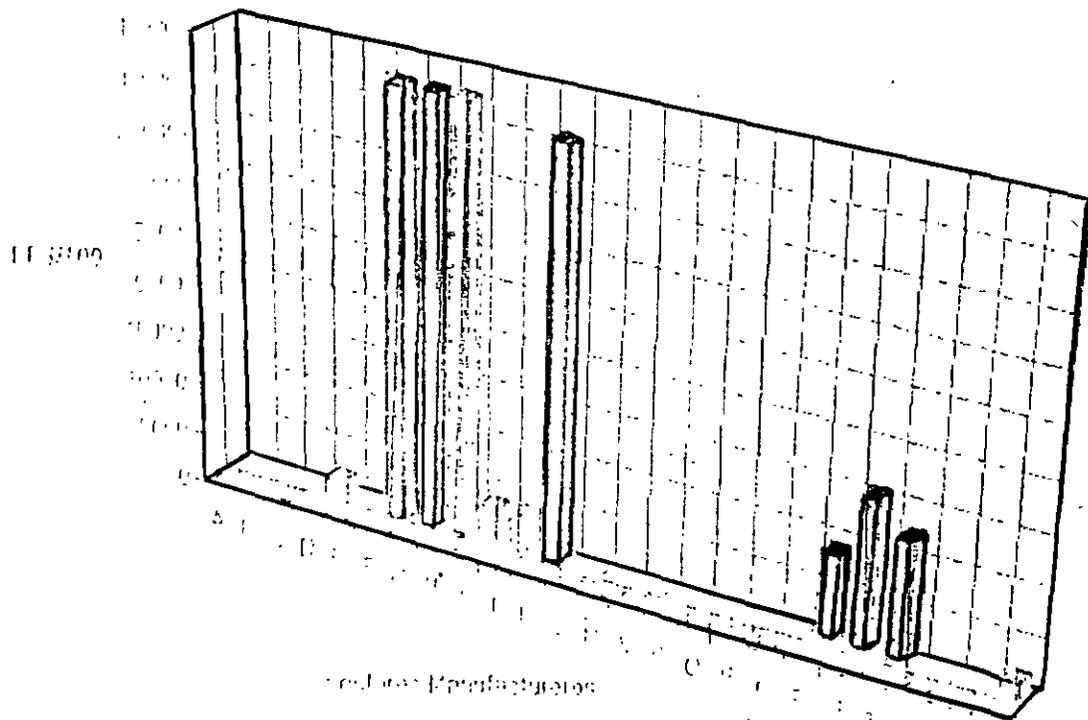
**T. Fundición y moldeo de piezas metálicas, ferrosas y no ferrosas**

**U. Estructuras metálicas, tanques y calderas industriales**

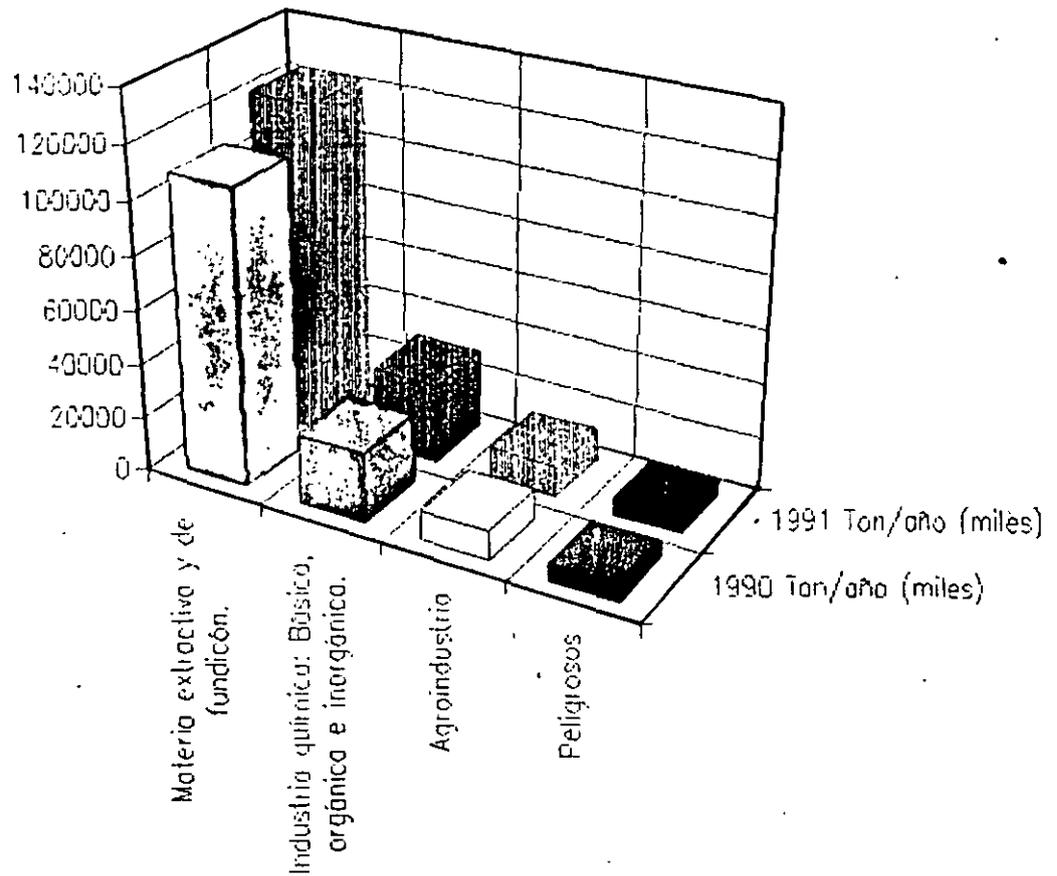
**V. Fabricación y reparación de muebles metálicos**

**W. Fabricación de otros productos metálicos. Excluye maquinaria y equipo**

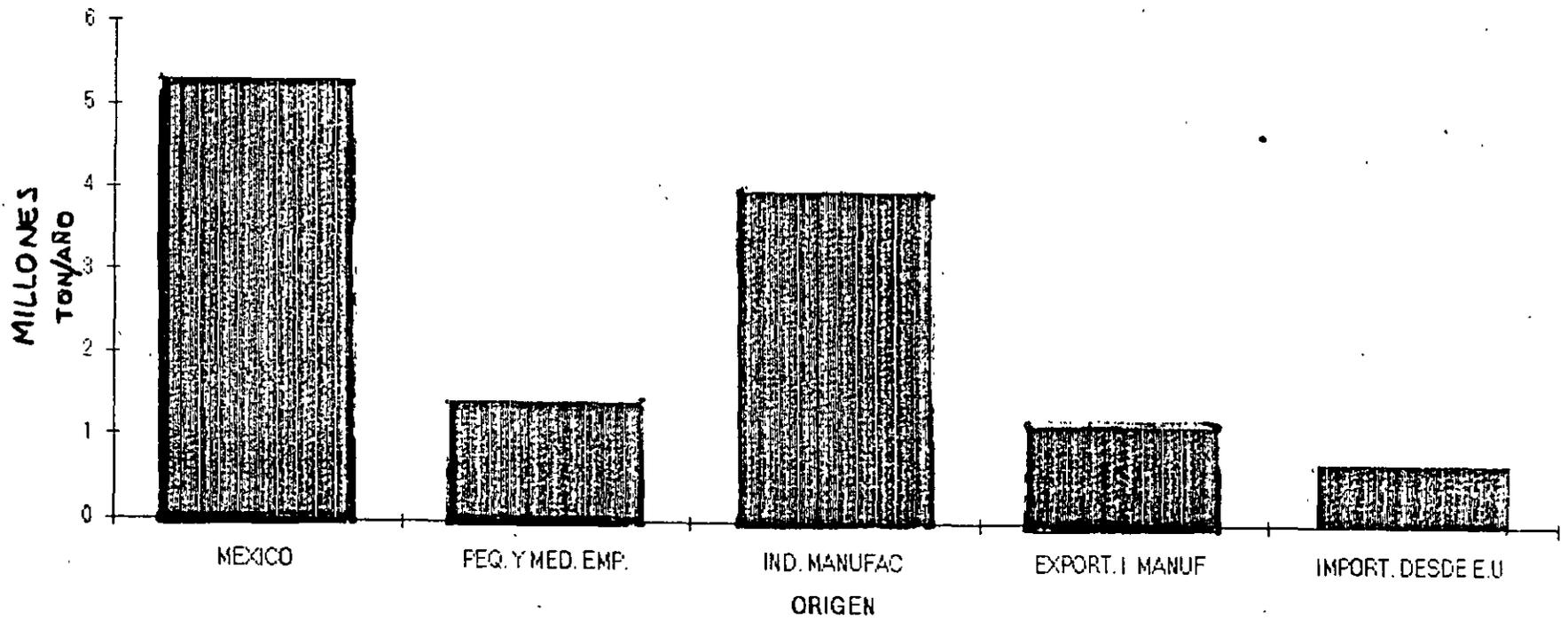
Libras de USF por 1000 empleados en el D.F. 1995



Volumen estimado de residuos Sólidos industriales que se generan a nivel nacional.



### GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS POR DIFERENTES FUENTES (1991)



La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, define a un residuo como "cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o mantenimiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó".

\* Un residuo se considera peligroso por su corrosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Estado líquido o en solución acuosa presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0, o mayor o igual a 12.5.
- Estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55°C es capaz de corroer el acero al carbón (SAE 1020).

\* Un residuo se considera peligroso por su reactividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Bajo condiciones normales (25°C y 1 atmósfera), se combina o polimeriza violentamente sin detonación.
- En condiciones normales (25°C y 1 atmósfera) cuando se pone en contacto con agua en relación (residuo agua) de 5:1, 5:3, 5:5 reacciona violentamente formando gases, vapores o humos.
- Posee en su constitución cianuros o sulfuros que cuando se exponen a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades mayores a 250mg de HCN/kg de residuo o 500mg de H<sub>2</sub>S/kg de residuo.
- Es capaz de producir radicales libres.

\* Un residuo se considera peligroso por su explosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenzoceno.
- Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y a 2.03 kg/cm<sup>2</sup> de presión.

\* Un residuo se considera peligroso por su toxicidad al ambiente cuando presenta la siguiente propiedad:

- Cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la norma oficial mexicana NOM-CRP-002-ECOL/1993, el lixiviado de la muestra representativa que contenga cualquiera de los constituyentes listados en las tablas 5, 6 y 7 (anexo 5) en concentraciones mayores a los límites señalados en dichas tablas.

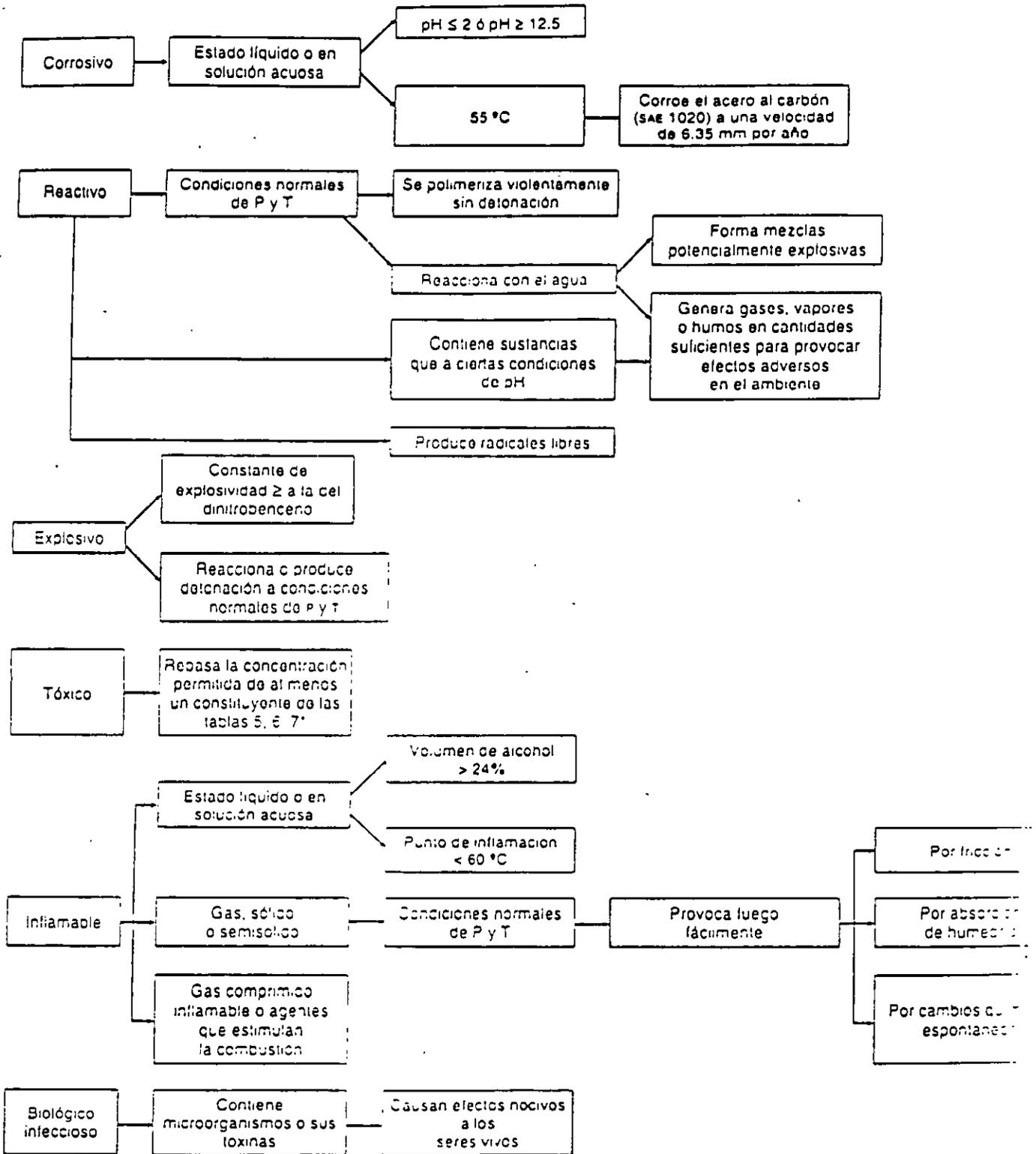
\* Un residuo se considera peligroso por su inflamabilidad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- En solución acuosa contiene más de 25% de alcohol en volumen.
- Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60°C.
- No es líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25°C y a 1.03 kg/cm<sup>2</sup>).
- Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.

\* Un residuo con características biológico infecciosas se considera peligroso cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Cuando el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección.

Características de los residuos peligrosos según su clave CRETIB



\* Anexo 3 de la NOM-061-ECOL/93

Tipo de Residuo	%	kg/hab/año	
Limpiadores domésticos	32.948	0.99	0.330
Productos para el mantenimiento de la casa.	7.286	0.219	0.073
Productos jardín plaga	3.249	0.096	0.032
Baterías y eléctricos	33.860	1.017	0.339
Productos automotrices	2.611	0.078	0.026
Medicinas y fármacos	16.006	0.480	0.160
Cosméticos	3.288	0.099	0.033
Otros	0.751	0.021	0.007
Total	100 %	3	1

Tipo de Residuo	%
Limpiadores domésticos	32.948
Productos para el mantenimiento de la casa.	7.286
Productos jardín plaga	3.249
Baterías y eléctricos	33.860
Productos automotrices	2.611
Medicinas y fármacos	16.006
Cosméticos	3.288
Otros	0.751

Ahora bien, considerando que la SEDESOL en su Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1991-1992, reporta que en 1992 había una generación en la República Mexicana de 60185 toneladas de residuos municipales por día; y que el porcentaje de residuos peligrosos corresponde al 0.33 % de los residuos generados, se puede sacar la cifra de 198.61 toneladas de residuos peligrosos producidos diariamente en el país; esto en un año representa una cantidad de 72442.65 toneladas de tales residuos. Específicamente en la ciudad de México, se generan diariamente 11000 toneladas de residuos sólidos municipales; de estos 36.30 toneladas por día son de residuos peligrosos, al año esta cifra llega a 13249.50 toneladas.

Tomando los porcentajes de la tabla anterior para los diferentes materiales peligrosos identificados en los residuos sólidos domésticos y relacionándolos con el rango establecido para la generación per cápita de residuos peligrosos, para los países industrializados, se puede formar una composición aproximada de materiales peligrosos para dicha generación unitaria como se indica a continuación:

- Tiendas fotográficas
- Laboratorios farmacéuticos
- Tlapalerías
- Gasolineras
- Laboratorios escolares
- Laboratorios clínicos
- Servicios médicos particulares
- Laboratorios particulares
- Instalaciones de servicio
- Tiendas de autoservicio y bodegas

Las actividades propias de las instalaciones antes mencionadas, puede generar residuos con características tales como alta inflamabilidad, corrosividad, explosividad, propiedades infecciosas, tóxicas, cancerígenas, etc., que representan riesgos físicos, químicos y biológicos, para el hombre y su entorno.

Los tipos de residuos comúnmente generados son:

- Productos automotrices
- Aceites lubricantes
- Pinturas y lacas
- Pegamentos y adhesivos
- Productos de limpieza
- Tintas, toners, etc.
- Desinfectantes
- Plagidas
- Medicamentos
- Cosméticos
- Lodos
- Solventes
- Polvos de asbesto
- Ácidos, álcalis y sales
- Materiales fotográficos
- Residuos con componentes organohalogenados
- Materiales diversos ( amalgamas, baterías, etc. )

Se estima que en los países industrializados, la generación de estos residuos es de 1 a 3 kg/hab/año, esto no quiere decir que por generarse una cantidad mínima estos residuos no requieran un control especial.

Por otro lado, según estudios efectuados recientemente, se ha determinado que en el medio mexicano, se genera un 0.33 % de residuos peligrosos en las casas habitación, según la distribución de la siguiente tabla:

En la actualidad, se puede decir que es nulo el control sobre los residuos peligrosos generados en fuentes no-industriales, debido principalmente al incremento que en los últimos años estos residuos han tenido dentro de la composición de los residuos sólidos considerados municipales, amén de que la normatividad formulada para los residuos peligrosos, está enfocada hacia los generados en industriales, en donde se generan importantes cantidades de tales residuos. Aunque la generación de residuos peligrosos en fuentes no-industriales normalmente es pequeña, no debe descartarse su riesgo potencial de afectación al ambiente y a la salud pública, por lo que es determinante, establecer los criterios más adecuados para su adecuado control.

La generación de residuos peligrosos en fuentes no-industriales, se debe a lo siguiente:

a) Consumo de materiales y productos, que al desecharse se convierten en un residuo peligroso.

b) La generación de sustancias o materiales derivados de los procesos que se llevan a cabo en las instalaciones de pequeños negocios e instalaciones de servicio.

c) Fugas de materiales peligrosos, de los equipos o tanques de almacenamiento, debido a la corrosión de tuberías, así como el inadecuado mantenimiento de los mismos.

d) Expiración de productos alimenticios, medicamentos, cosméticos y demás productos de origen industrial, convirtiéndose por este hecho en residuos peligrosos.

e) Deterioro del empaque de productos de diversa índole, por lo que pierden su valor y se convierten en residuos peligrosos.

f) La importación de productos que no cumplen las especificaciones locales, o que se deterioran durante su transporte, como es el caso de la importación de medicamentos, alimentos, combustibles, grasas y aceites, cosméticos, etc.

Entre las fuentes no-industriales generadoras de pequeñas cantidades de residuos peligrosos, se pueden mencionar las siguientes:

- Casas habitación
- Imprentas
- Tiendas de pintura
- Talleres mecánicos
- Tintorerías
- Veterinarias
- Encuadernadoras



**SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
RECURSOS NATURALES Y PESCA  
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA  
DIRECCION GENERAL DE RESIDUOS  
MATERIALES Y RIESGOS**

**MANIFIESTO DE ENTREGA, TRANSPORTE Y RECEPCION  
DE RESIDUOS PELIGROSOS**

*Compañía de Gestión de Residuos*

G  
E  
N  
E  
R  
A  
D  
O  
R  
  
T  
R  
A  
N  
S  
P  
O  
R  
T  
E  
  
D  
E  
S  
T  
I  
N  
A  
T  
A  
R  
I  
O

1.- IDENTIFICACION	No. DE REGISTRO SEMARNAP	No. DE MANIFIESTO	2.- PAGINA
3.- RAZON SOCIAL DE LA EMPRESA _____			
DOMICILIO _____		C.P. _____	
MPIO. _____		EDO. _____	
4.- TEL. (S) _____		LICENCIA DE SEMARNAP No. _____	
6.- DESCRIPCION (Nombre del residuo y características CRETIB)	CONTENEDOR		CANTIDAD TOTAL DE RESIDUO
	CAPACIDAD M.	TIPO	
6.- INSTRUCCIONES ESPECIALES E INFORMACION ADICIONAL PARA EL MANEJO SEGURO			
7.- CERTIFICACION DEL GENERADOR: DECLARO QUE EL CONTENIDO DE ESTE LOTE ESTA TOTAL Y CORRECTAMENTE DESCRITO MEDIANTE EL NOMBRE DEL RESIDUO, CARACTERÍSTICAS CRETIB, BIEN EMPACADO, MARCADO Y ROTULADO. Y QUE SE HAN PREVISTO. LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA SU TRANSPORTE POR VIA TERRESTRE DE ACUERDO A LA LEGISLACION NACIONAL VIGENTE. NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE _____			
8.- NOMBRE DE LA EMPRESA TRANSPORTADORA: _____			
DOMICILIO: _____		TEL. _____	
No. DE REGISTRO S.C.T. _____			
9.- RECIBI DE LOS MATERIALES DESCRITOS EN EL MANIFIESTO PARA SU TRANSPORTE.			
NOMBRE: _____		CARGO: _____	FIRMA: _____
FECHA DE EMBARQUE: _____			
DIA      MES      AÑO			
10.- RUTA DE LA EMPRESA GENERADORA HASTA SU ENTREGA			
11.- TIPO DE VEHICULO		No. DE PLACA:	
12.- NOMBRE DE LA EMPRESA: _____ LICENCIA SEMARNAP _____			
DOMICILIO: _____			
13.- RECIBI DE LOS RESIDUOS DESCRITOS EN EL MANIFIESTO			
OBSERVACIONES: _____			
NOMBRE: _____		CARGO: _____	FIRMA: _____
FECHA: _____			

# MÉTODOS DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

## PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE RECOLECCION INTERNA.

El procedimiento de manejo de residuos desde el área de tratamiento o envasado hasta su almacenamiento interno, variará de acuerdo al estado físico, grado de peligrosidad, etc. de dichos residuos.

Hay dos formas de manejar los residuos: mecánicamente y manualmente.

Los recipientes portátiles en donde se transportan o manejan residuos inflamables o combustibles y que por sus características físicas no pueden ser manejadas manualmente, se manipularán con dispositivos mecánicos.

Los recipientes fijos donde se almacenen provisionalmente sustancias inflamables o combustibles, deben contar con dispositivos arrestadores de flama y de relevo de presión que descarguen hacia otros lugares donde no provoquen riesgos de incendio o explosión.

La recolección o captación de residuos de un proceso, ya sean gases, vapores, emanaciones o polvos explosivos o inflamables cumplirá con lo siguiente:

- a) Se llevará a cabo en recintos cerrados adecuadamente.
- b) Deberá haber provisiones para la eliminación o captación de estos residuos.
- c) Las máquinas que los generan serán construidas de manera antiexplosiva o provistas de dispositivos apropiados para desahogar las explosiones y con dispositivos tales como obturadores y deflectores, para evitar la extensión de la explosión.

Los residuos inflamables u otros líquidos que no se puedan envasar inmediatamente después de liberarlo del proceso, podrán ser trasladados por medio de un gas inerte.

Todos los gases y vapores desprendidos en la fabricación de líquidos inflamables deberán recuperarse en ese estado físico, o someterlos a un proceso de condensación para recuperarlos en forma líquida y así disponerlos en una forma más segura.

Todos los vehículos, carretillas y otros receptáculos de manipulación de residuos explosivos o ingredientes de estos parcialmente mezclados, de un lugar a otro en la planta estarán:

- a) Construidos de tal manera que no exponga en su interior ninguna parte de hierro o acero.
- b) Dedicados solo para explosivos o ingredientes de éstos.
- c) Cerrados o debidamente cubiertos.
- d) Movidos con precaución cuando estén cargados, para prevenir accidentalmente toda ignición.

Los montacargas, tractores y carretillas motorizadas, deberán limitar su velocidad a 10km por hora y estar equipadas con dispositivos de seguridad con las características adecuadas al uso que se destinen.

La ruta del recorrido en el transporte al almacén debe estar libre de obstáculos, permitiendo el movimiento seguro de los trabajadores y máquinas de carga; no habiendo cerca de ella fraguas, hornos, secadores u otras fuentes de ignición a una distancia determinada por el departamento de seguridad de la planta. Esto en el caso de que se manejen residuos explosivo, flamables o combustibles.

Cuando cualquier recipiente que haya contenido residuos peligrosos no flamables, no se encuentra en condiciones para otros usos, se destruirá comprimiendolo o rompiendolo para evitar definitivamente que se emplee.

Los recipientes usados para residuos peligrosos que se intenten usar de nuevo, serán cuidadosamente inspeccionados para investigar salideros u otros defectos, y si se intenta usarlos para otros residuos, se limpiarán completamente con una solución neutralizante apropiada, vapor o agua hirviendo, y se desaguarán, secarán y reinspeccionarán, debiendo repetirse la operación hasta que el interior este completamente limpio.

Los tambores que contengan ácidos deberán almacenarse en salas separadas a otros residuos incompatibles. El piso deberá ser de hormigón con una protección contra ácido, o con pisos de ladrillo, con desagües convenientes hacia un depósito colector, y no deberán estar sometidos a humedad, calor intenso o cambios bruscos de temperatura.

Los tambores que contengan ácidos no serán apilados uno encima de otro, sino que deberán colocarse en repisas adecuadas o sobre listones de madera colocados sobre el piso.

En el almacenamiento práctico de los residuos peligrosos intervienen factores tales como la cantidad a almacenar, las propiedades de los residuos, el empaque de los mismos, el método de transporte interno, el equipo de que se dispone para levantarlo y el método de descarga en el lugar de almacenamiento. A continuación se mencionan algunos tipos de implementos para llevar a cabo la recolección:

- a) Carretilla de embutido.
- b) Carretilla de mango para manejo de tambos de 200l.
- c) Gato hidráulico para plataforma, para mover contenedores con residuos sólidos no peligrosos.
- d) Carro plataforma para transportar más de un tambor de 200l.
- e) Tractor estibador para manejar residuos sólidos en contenedores en plataformas.

## ALMACENAMIENTO INTERNO.

### UBICACION DEL AREA DE ALMACENAMIENTO INTERNO.

El área de almacenamiento deberá estar aislada del resto de la planta, lejos del área de oficinas y máquinas, y su ubicación será tal que permita el fácil acceso a ella y que en caso de siniestro se eviten riesgos al personal y al proceso productivo

### CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA.

El área deberá tener una capacidad de almacenamiento suficiente para acumular los residuos producidos en la planta en el lapso entre una y otra recolección por parte del servicio de transporte del confinamiento controlado. Convendría incluso tener un área adicional a la antes mencionada, para sobrellevar sin riesgo el retraso en el servicio por un tiempo razonable de tiempo.

El almacén de residuos peligrosos estará rodeado por:

- a) un terraplén,
- b) un muro relleno de tierra, o
- c) una pared de mampostería.

Los terrapienes o muros estaran a una distancia de por lo menos 1m del edificio al nivel del terreno.

Los terrapienes seran por lo menos:

- a) 1m mas altos que los edificios,
- b) 1m de ancho en la parte superior y con la pendiente neutral de reposo hacia la base.

El paso a través del terraplén será construido de tal manera que las personas que pasen por frente a la abertura no puedan ser lesionadas por la fuerza de una explosión o por las llamas.

Las paredes rellenas de tierra consistirán en lados de plancha de acero corrugado u otro material incombustible adecuado, con el espacio entre ellos relleno de tierra y serán por lo menos de 1m de ancho en la parte superior.

Las paredes de mampostería serán por lo menos de 75cm de ancho en la parte superior y de 1m de ancho en la base, a menos que sean de hormigón reforzado

La etiqueta que deberán llevar todos los contenedores es la siguiente:

Nombre o Razón Social de la Empresa: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Calle                  Número                  Colonia                  Entidad Fed.                  Tel.                  C.P.

CONSISTENCIA                  TENDENCIA

Nombre del residuo	L	S/L	S	C	R	E	T	I

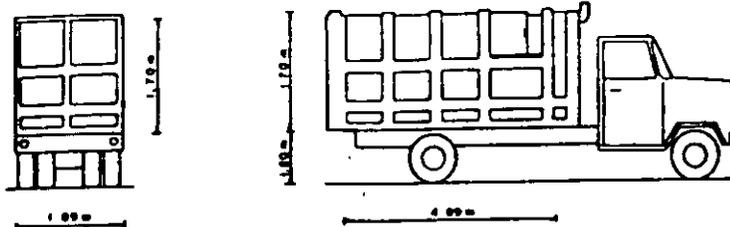
Marque con una cruz.

L=líquido, S/L= sólido-líquido, S=sólido, C=corrosivo,  
R=reactivo, E=explosivo, T=tóxico, I=inflamable.

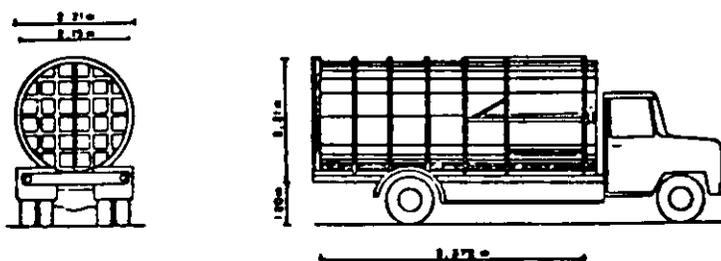
Peso aproximado vacío: \_\_\_\_\_ lleno: \_\_\_\_\_.

Recomendaciones para su manejo: \_\_\_\_\_

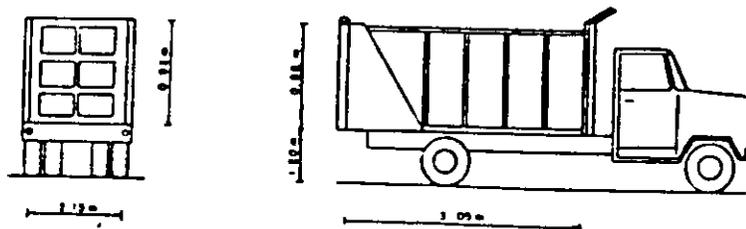
\_\_\_\_\_



VEHICULO DE RECOLECCION RECTANGULAR DE CARGA LATERAL.  
CAPACIDAD (13.14 M<sup>3</sup>)



VEHICULO DE RECOLECCION TUBULAR DE CARGA LATERAL  
CAPACIDAD (12.24 M<sup>3</sup>)



VEHICULO DE RECOLECCION DE VOLTEO  
CAPACIDAD (6.03 M<sup>3</sup>)

### TRANSFERENCIA

ESTACION	TON/DIA	%	VIAJES DE TRANSF. / DIA	REC. / DIA
A. OBREGÓN	481	42.81	24	186
B. JUÁREZ	73	24.25	4	27
IZTAPALAPA II	1103	88.17	54	332
COYOACÁN	2	0.20	0	1
CUAHUTEMOC	54	5.89	3	19
G. A. MADEPO	1271	94.71	63	335
MIGUEL HIDALGO	292	40.34	16	104
MILPA ALTA	52	96.30	5	30
V. CARRANZA	657	87.74	32	257
IZTAPALAPA I	705	78.42	35	192
XOCHIMILCO	156	40.00	9	58
TOTAL	4816		244	1541

### RECOLECCION DIRECTA

PROCEDENCIA	TON/DIA	%	VIAJES/ DIA
AZCAPOTZALCO	73	42.80	11
COYOACÁN	57	45.41	15
G. A. MADEPO	1271	73.41	35
MIGUEL HIDALGO	292	100.00	2
MILPA ALTA	52	100.00	2
MILPA ALTA	52	100.00	5
MIGUEL HIDALGO	5	100.00	2
V. CARRANZA	657	100.00	12
XOCHIMILCO	144	98.00	36
IZTAPALAPA I	29	100.00	6
IZTAPALAPA II	5	100.00	1
MIGUEL HIDALGO	5	100.00	0.4
IZTAPALAPA I	274	40.00	51
TOTAL	4771		168
TOTAL TON/DIA TRANSFERENCIA + REC. DIRECTA			5788
TOTAL VIAJES/DIA TRANSFERENCIA + REC. DIRECTA			412

Indice de Limpieza Ambiental de la Zona de Bordo Fomento Durante 1995

## ESTACION DE TRANSFERENCIA SAN JUAN DE ARAGON

La estación de transferencia recibe los desechos sólidos domiciliarios e industriales de toda la Delegación Gustavo A. Madero, esto es, 700 ton por transferencia/día, generando un total de 2000 ton/día recibidas aproximadamente. Cuentan con 20 equipos, en donde las transferencias realizan alrededor de 20 viajes al día. El servicio es concesionado un 15%. Los particulares que deseen el servicio de disposición final y transporte de sus desechos, pagan un impuesto sobre las toneladas de basura a desechar, este pago se realiza en la tesorería.

La cantidad de basura que recibe la estación de transferencia disminuye en tiempos de lluvia y en vacaciones escolares.

Los desechos son recibidos en el patio de descarga, que tiene una capacidad de 70 m<sup>3</sup>, con 4 tolvas de carga múltiples. La basura es transportada por bandas hacia la parte de llenado de las transferencias. Para evitar la contaminación al medio ambiente, utilizan un sistema de extracción de polvos y una cortina para evitar el esparcimiento de partículas sólidas y el ruido. Principalmente lo que es monitoreado son partículas sólidas suspendidas.

El llenado de las transferencias se realiza a través de 16 recolectores que pueden vaciar al mismo tiempo, llenando así 4 transferencias (canal izquierdo). Así mismo en el canal derecho se recibe la basura de rechazo la cual es seleccionada por una banda reversible, estos desechos se envían a disposición final en el Bordo Poniente.

Tienen 60 personas encargadas de la limpieza por turno de las áreas de la estación de transferencia. Las transferencias son lavadas con desengrasantes, con agua a presión y herbicidas. El vaciado de la basura de los camiones recolectores puede ser por plataformas vivas, esto es, que se mueven las paletas (piso) y por movimiento hidráulico por medio de pistones.

La planta cuenta con un incinerador de basura para desechos hospitalarios, pero se encuentra parada.



## RUTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE BASURA EN LA CIUDAD.

Para el entendimiento de la recolección de basura urbana, se dará un panorama de macrorutas y microrutas:

### DISEÑO DE MACRORUTAS.

Se ha dado por llamar macroruta a un problema de ruta de materiales que presenta la manera de como se mueven los residuos sólidos a través del sistema, despreciando el problema de ruteo individual de los vehículos de recolección.

Puede usarse programación lineal para lograr una combinación óptima de los vehículos nuevos necesarios, para alcanzar el nivel de servicio esperado. También es posible utilizar métodos heurísticos para esa determinación.

Es calor que posteriormente a la definición de la macroruta deben asignarse estos vehículos a cada área de recolección de la ciudad, para efectuar adecuadamente la recolección de los residuos sólidos.

a) Para diseñar una macroruta de recolección en forma heurística se utiliza el siguiente procedimiento:

- Delimita los estratos socioeconómicos de la ciudad.
- Determinar mediante muestreos la generación por habitante por día en los estratos socioeconómicos.
- Determinar el número de ocupantes promedio por casa habitación.
- Determinar el número de casas por manzana en cada estrato socioeconómico en un plano de catastro o mediante conteo directo.
- Determinar la capacidad en kilogramos, del vehículo a utilizar en la recolección.
- Conocer cuantos viajes puede realizar al sitio de disposición final.
- Determinar la frecuencia de recolección.

Ejemplo:

Número de manzanas	- 500
Número promedio de habitantes por casa	- 6
Generación por habitante por día	- 0.600 Kg.
Número de casas por manzana	- 40
Capacidad del camión	- 12.24 m <sup>3</sup>
Frecuencia de recolección	- 3/7
Viajes a disposición final por día	- 2
Densidad en camión	- 300 Kg/m <sup>3</sup>

- Generación por manzana por día de recolección.

$0.600 \text{ Kg/hab/día} \times 6 \text{ habitantes} \times 40 \text{ casas} \times 7/3 = 336 \text{ Kg/manzana/día}$  de recolección.

- Capacidad del vehículo por via de recolección tomando como base dos viajes por día tenemos:

$$12.24 \text{ m}^3 \times 300 \text{ Kg. / m}^3 \times 2 = 7344 \text{ Kg / vehículo / día.}$$

- Cálculo de manzanas servidas por vehículo.

$$\frac{7,344 \text{ Kg/vehículo/día}}{336 \text{ Kg/manzana/día}} = 21.86 = 22 \text{ Manzanas/vehículo}$$

$$\begin{aligned} \text{Número de vehículo} &= \frac{500 \text{ manzanas}}{22 \text{ manzanas/vehículo}} = 22.73 \text{ vehículos} \\ &= 23 \text{ vehículos.} \end{aligned}$$

A este número de vehículos se le debe agregar de un 10 a un 15% para emergencias y salidas y mantenimiento preventivo.

b) Para diseñar una macroruta de recolección en forma "determinística", se utiliza el siguiente modelo:

b.1. Modelo matemático.

Este problema puede representarse mediante una matriz de tiempos.

$$T = t(i,j)$$

Que resulta de asignar un vehículo de recolección "i" al trabajo de recolectar los residuos en el área "j".

La matriz es:

VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN	ÁREAS DE LA CIUDAD				CANTIDAD DE BASURA QUE PUEDE SER TRANSPORTADA POR CADA CAMIÓN.
	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>	b <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>	b <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>	b <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>	b <sub>m</sub>
Cantidad de basura producida en cada área, en Kg	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>j</sub>	a <sub>n</sub>	

Cuando la cantidad de basura que puede ser transportada por los vehículos recolectores sea igual a la cantidad de basura generada en todas las áreas:

$$\sum_{i=1}^m b_i = \sum_{j=1}^n a_j$$

Se tiene un problema balanceado de asignación, pero sí:

$$\sum_{i=1}^m b_i < \sum_{j=1}^n a_j$$

Se debe determinar que partes de ciertas áreas no se escoje con este equipo, y así:

$$\sum_{i=1}^m b_i > \sum_{j=1}^n a_j$$

Se debe determinar que los vehículos no se utilicen.

La solución óptima requiere de una distribución inicial que proporcione una solución básica factible, se sabe que existe una solución básica factible cuando cumple con  $n + m - 1$  casillas ocupadas.

Así que, el problema puede ser resuelto mediante el algoritmo de transporte:

El problema que se requiera resolver es:

$$\text{MIN } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \\ j = 1, 2, \dots, n$$

La explicación se facilita y se establece dos matrices, una de tiempos y otras de flujas, como se muestra a continuación.

Matriz de tiempos:

AREAS GENERADORAS $A_1 \quad A_2 \quad A_3 \quad \dots \quad A_n$		CANTIDAD DE BASURA QUE PUEDE RECOLECTAR CADA VEHÍCULO	
$X_1$	$t_{11} \quad t_{12} \quad t_{13} \quad \dots \quad t_{1n}$	$b_1$	
$X_2$	$t_{21} \quad t_{22} \quad t_{23} \quad \dots \quad t_{2n}$	$b_2$	
$X_3$	$t_{31} \quad t_{32} \quad t_{33} \quad \dots \quad t_{3n}$	$b_3$	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	
$X_m$	$t_{m1} \quad t_{m2} \quad t_{m3} \quad \dots \quad t_{mn}$	$b_m$	

CANTIDAD DE BASURA GENERADA	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_n$	
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	--

Matriz de flujos:

	$A_1$	$A_2$	$A_n$			
$X_1$	$t_{11}$	$t_{12}$	$t_{13}$	.....	$t_{1n}$	$b_1$
$X_2$	$t_{21}$	$t_{22}$	$t_{23}$	.....	$t_{2n}$	$b_2$
$X_3$	$t_{31}$	$t_{32}$	$t_{33}$	.....	$t_{3n}$	$b_3$
						$\vdots$
$X_m$	$t_{m1}$	$t_{m2}$	$t_{m3}$	.....	$t_{mn}$	$b_m$
	$a_1$	$a_2$	$a_3$		$a_n$	

En caso de que la capacidad total de recolección sea mayor que la generación total de basura, se añade un centro de generación artificial  $n + 1$  cuya generación  $a_n + 1$  es:

$$\sum_{i=1}^m b_i - \sum_{j=1}^n a_j$$

y cuyos tiempos son muy altos para evitar que sean tomados por el logaritmo.

Por otro lado, si la generación total es mayor que la capacidad total de recolección, se añade un vehículo recolector artificial cuya capacidad  $b_m + 1$  es:

$$\sum_{j=1}^n a_j - \sum_{i=1}^m b_i$$

y cuyos tiempos son muy altos.

Una vez que el problema está balanceado, se requiere una solución inicial que sea básica y factible. Hay varios mecanismos para logra esta solución, pero para generar una solución básica factible del problema, el método de Vogel proporciona una solución muy cercana del óptimo.

Este método consiste de los siguientes pasos:

1. Se entiende por "diferencia de fila" o "diferencia de columna" la diferencia que hay entre los dos números más pequeños que existe en la fila o columna, se calcula todas las diferencia de fila y columna en la matriz de tiempos.

2. Se construye una matriz de tiempos y flujos asociados al problema balanceado.

3. Se selecciona la columna o fila con mayor diferencia, los empats se deciden arbitrariamente.

4. Se localiza el tiempo más pequeño en la matriz de tiempos en la fila o columna seleccionada. Sea ésta la posición  $t_{ij}$

5. En la matriz se ha  $X_{ij} = \min(a_i, b_j)$ , donde la posición  $(i,j)$  se identificó en el paso anterior. Se hace la capacidad  $b_i$  igual a  $b_i - X_{ij}$  y la demanda  $a_j$  igual a  $a_j - X_{ij}$

6. Si  $b_i - X_{ij} = 0$  se elimina esa fila de toda consideración futura.

7. El método es iterativo y se está en la solución básica factible cuando: La suma de las filas para cada vehículo es igual a la cantidad de basura que puede recolectar dicho vehículo y la suma de las columnas de cada área sea igual a la cantidad de basura generada en dicha área.

Una vez balanceado el problema y obtenida la solución básica factible por el método de Vogel, se construye una matriz de tiempos  $t_{ij}$  asociado a la solución básica factible que se tiene y donde:

$$\begin{aligned} t_{ij} &= t_{ij} && \text{si } X_{ij} \text{ está en la base} \\ t_{ij} &= 0 && \text{si } X_{ij} \text{ no está en la base} \end{aligned}$$

Con ésta matriz de tiempos se calcula el valor de todas las variables duales:

$$U_i, i = 1, 2, \dots, m \quad \text{y} \quad V_j, j = 1, 2, \dots, n$$

Utilizando la fórmula

$$\begin{aligned} U_i + V_j - C_{ij} &= 0 && i = 1, 2, \dots, m \\ & && j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Como hay  $m + n$  variables ( $m$  variables  $U_i$  y  $n$  variables  $V_j$ ) y sólo  $m + n - 1$  ecuaciones  $U_i + V_j - C_{ij} = 0$ , existe un sólo grado de libertad.

Esto equivale a darle un valor arbitrario a cualquiera de las variables duales (se recomienda el valor 0) y así queda por resolver un sistema de  $m + n - 1$  ecuaciones con  $m + n - 1$  variables.

Los parámetros  $Z_{ij} - t_{ij}$  se calculan por medio de la ecuación:

$$Z_j - t_j = t_j - (u_i + v_j)$$

Como se están usando reglas de maximación si  $Z_j - t_j \geq 0$  para toda  $i$  y  $j$ , la solución actual es óptima en caso contrario, la  $X_{ij}$  correspondiente a la fórmula  $Z_j - t_j$  más negativa entra a la base.

Si la variable  $X_{ij}$  entra en la base con un cierto valor positivo  $\theta$ , capacidad de recolección  $b_j$  y la generación,  $a_i$ , se desequilibran en un  $\pm \theta$  por lo que es necesario aplicar un mecanismo de compensación, el que a partir de un pequeño análisis nos permite construir un circuito como se muestra a continuación:

$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$
$t_{11}$	$t_{12}$	$t_{13}$	$t_{14}$	$t_{15}$
$\theta$	$X_{12} - \theta$			$X_{15}$
$t_{21}$	$t_{22}$	$t_{23}$	$t_{24}$	$t_{25}$
		$X_{23}$		
$t_{31}$	$t_{32}$	$t_{33}$	$t_{34}$	$t_{35}$
	$X_{32} + \theta$		$X_{34} - \theta$	$X_{35}$
$t_{41}$	$t_{42}$	$t_{43}$	$t_{44}$	$t_{45}$
$X_{41} - \theta$			$X_{44} + \theta$	

En donde en ciertas partes se ha sumado  $\theta$  y en otra se ha restado, lo importante es que se ha modificado la factibilidad, más no lo básico.

A partir de la nueva situación de la matriz, y como el método es iterativo, se repite el procedimiento hasta encontrar la solución óptima.

## DISEÑO DE MICRORUTAS.

Hay dos posibles soluciones al problema del diseño de microrutas:

- a) Solución heurística.
- b) Solución determinística.

a) La solución heurística está basada en el conocimiento de la ciudad en todos sus aspectos, urbanísticos, de vialidad, comerciales, de explosión demográfica, y la experiencia del diseñador.

Dicha solución debe considerar los siguientes puntos:

\* Que las rutas de recolección deben tener un mismo horario de inicio todos los días de trabajo.

\* Los vehículos de las mismas características de equipo deben tener equilibrio en los tiempos por ruta.

- \* Una ruta de recolección debe ser servida siempre por un mismo tipo de vehículo.
- \* Los transportes de garage a inicio de ruta, de fin de ruta a descarga en estación de transferencia, tratamiento o disposición final y de aquí a nueva ruta deben establecerse por las mismas calles y avenidas.
- \* En general, una ruta debe iniciarse lo más próxima del garage de encierro y terminarse lo más enfocado al sitio de transferencia o disposición.
- \* No debe de fraccionarse una ruta.
- \* Las calles, avenidas o circuitos importantes de tráfico no deben ser servidas en horas pico.
- \* En una ruta con calles de mucha pendiente se debe de trabajar en forma transversal.
- \* Se deben de evitar las vueltas a la izquierda en calles de doble sentido.
- \* En las calles cerradas el vehículo no debe de entrar sino esperar más tiempo del normal en su parada.

b) La solución determinística se hace ppor medio de modelos matemáticos como son el cartero chino, cuando se lleva na recolección por acera y el problema del agente viajero, cuando es recolección de paradas fijas. La solución obtenida de manera determinística es una solución óptima mientras que la solución heurística es unicamente una solución aproximada y práctica.

#### Solución determinística al diseño de microruta

Un vehículo de recolección es ubicado en el sitio de encierro "a<sub>0</sub>" al iniciar un día de trabajo, se propone visitar "n" paradas fijas de recolección "a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, ... a<sub>i</sub>, ... a<sub>j</sub>, ... a<sub>n</sub>" pasando por ellas solamente una vez, recolectando basura y al agotar su capacidad de carga, transitar al sitio de disposición final "a<sub>f</sub>", las líneas de tráfico que puede emplear forman una red "G" y se supone que viajan siguiendo siempre los arcos de esa red.

##### b.1. Modelo matemático.

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.

Se ha supuesto que el vehículo inicia la recolección a un tiempo arbitrariamente nulo y la recolección en las paradas debe realizarse en todas ellas. El tiempo para efectuar la recolección en una prada "a<sub>k</sub>" es "t<sub>k</sub>".

El tiempo para ir de "a<sub>i</sub>" a "a<sub>j</sub>" es t(a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub>) se puede o no ser igual al tiempo t(a<sub>j</sub>, a<sub>i</sub>) dependiendo si la calle es de doble sentido o de un sólo sentido de circulación. Se supone que todos los tiempos de tránsito en la ruta son conocidos con certeza, por lo tanto se debe localizar un camino denominado óptimo o Hamiltoniano, en el cual cada parada sea visitada una sola vez y el tiempo empleado en recorrerlo sea mínimo.

Este camino debe minimizar la siguiente función objetivo.

$$\text{MIN } Z = t_0 + \sum_{k=1}^n (a_{k-1}, a_k) + t_k$$

donde:

$t_i$  = Tiempo requerido para revisar el vehículo en el sitio de encierro.

$f$  = Sitio de disposición final.

Todo camino  $a_0, a_1, \dots, a_i, a_j, \dots, a_n, \dots, a_f$  es un conjunto de pares ordenados que se nota:

$$H = ( ( a_0, a_1 ) \dots ( a_i, a_j ) \dots ( a_n, a_f ) )$$

Al par ordenado  $( a_i, a_j )$  le corresponde la siguiente actividad: inmediatamente después de terminar la recolección en  $a_i$  a  $a_j$  y hacer la recolección en  $a_j$ . Por lo tanto, se obtiene un arreglo de elementos  $t(a_i, a_j)$  en una matriz de  $( n + 1 ) \times ( n + 1 )$  elementos si no existe esta restricción y se deja en libertad de elegirlos al algoritmo.

Si la zona estudiada presenta problemas debidos a la topografía, tránsito intenso, desniveles importantes o de cualquier otra índole, la matriz de tiempos está en condiciones de tomar en cuenta dichos problemas afectando los tiempos de tránsito con coeficientes representativos de tales problemas. Entonces la matriz queda:

Al destino "j"

	$a_i$	$a_j$	$a_{n-1}$	$a_n$
$a_i$		$t(a_i, a_j)$	$\dots \dots t(a_i, a_{n-1})$	$t(a_i, a_n)$
$a_j$	$t(a_i, a_j)$	$\alpha$	$\dots \dots t(a_i, a_{n-1})$	$t(a_i, a_n)$
	.	.	.	.
	.	.	.	.
$a_{n-1}$	$t(a_{n-1}, a_i)$	$t(a_{n-1}, a_j)$	$\dots \dots \alpha$	$t(a_{n-1}, a_n)$
$a_n$	$t(a_n, a_i)$	$t(a_n, a_j)$	$\dots \dots t(a_n, a_{n-1})$	$\alpha$

Por lo anterior, se hace ver que a 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 o de cada columna, por lo que consiste enumerar todos los caminos potenciales al hacer todas las combinaciones posibles.

Se supone que en todo  $t(a_i, a_j)$  donde  $a_i = a_j$ ,  $t = \alpha$ , lo que significa que el tiempo empleado para ir de cualquier parada fija y regresar a la misma parada es muy alto, pero es aconsejable que en los casos en que sea posible valorarlos.

Si en la matriz aparece una columna completa de "infinitos" que quiere decir que es un inicio obligado de ruta, y una renglón completo de "infinitos" indica el final obligado de ruta.

Se llaman "arcos obligados", los obligados  $U_k(a_i, a_j)$  que por efecto de la vialidad existentes son las únicas calles que permiten el paso del vehículo recolector. Es evidente

que al eliminar dichos arcos obligados desde un principio en la matriz y tomarlos en cuenta en la formación del camino, se consigue un ahorro significativo de trabajo.

El tiempo empleado en un camino H, es la suma de los elementos de la matriz señalado por h y representado por Z(H):

$$Z(H) = \sum t(a_i, a_j) \quad i, j \text{ en H}$$

Para obtener este valor, el algoritmo empleado consiste en dividir el conjunto de todos los caminos en dos subconjuntos más pequeños y mutuamente excluyentes y calcular para cada uno de ellos una cota inferior del tiempo y del mejor camino.

Las cotas así elegidas señalan la elección del subconjunto a ramificar e identificar por esta razón, el camino óptimo que es aquel subconjunto que consiste a un camino cuyo tiempo es menor o igual a la cota inferior de todos los otros subconjuntos.

Si representamos por x, y y todos los nodos del árbol, por w(x) representamos un cota inferior de los tiempos de los viajes de X, se puede escribir:

$$Z(H) \geq w(x) \text{ para H, un camino de X}$$

Debido a que cualquier camino debe contener solamente un elemento de cada fila, 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" veces menor que la original. Este procedimiento se llama reducción, matriz con todos los elementos positivos y al menos un 0 en cada renglón y cada columna se denomina "matriz reducida". Un renglón con un sólo 0 identifica 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<sub>1</sub>(H) al tiempo bajo la matriz después de la reducción y  $\sum r$  la suma de las reducciones puede escribirse:

$$Z(H) = \sum r + Z_1(H)$$

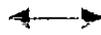
Debido a que una matriz reducida mantiene solamente elementos positivos, r constituye una cota inferior sobre el tiempo de H bajo la matriz anterior.

La separación del conjunto de todos los caminos en dos subconjuntos mutuamente excluyentes se representan por la ramificación de un árbol. El primer nodo contiene a todos los caminos, el nodo que contiene a a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub> representa todos los caminos que incluyen al par de paradas fijas (a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub>). El nodo que contiene a a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub> representa todos los caminos que no incluyen al par de paradas fijas (a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub>).

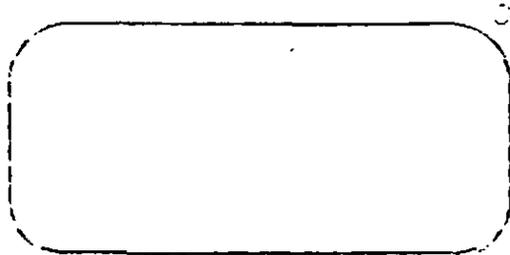
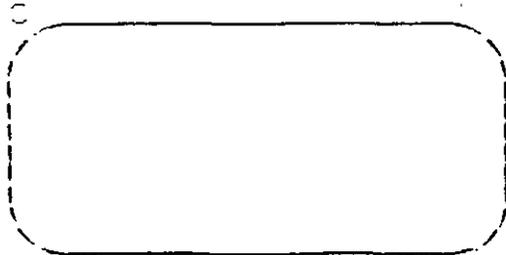
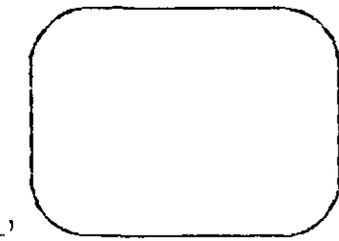
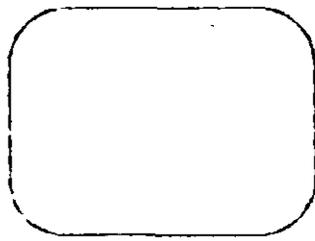
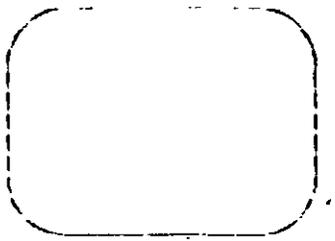
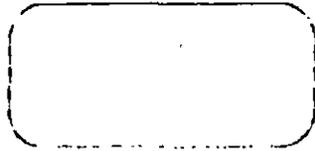
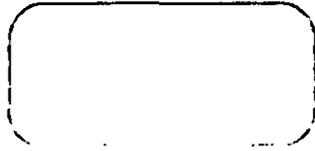
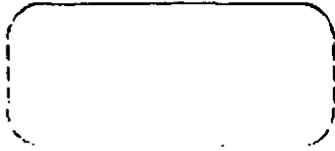
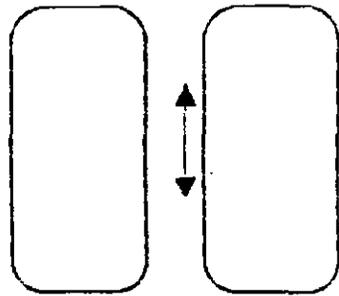
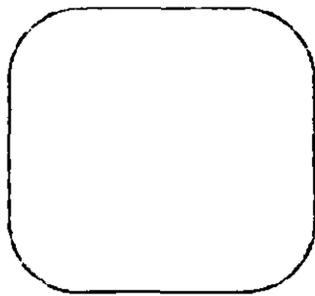
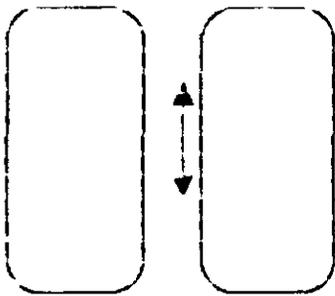
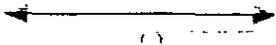
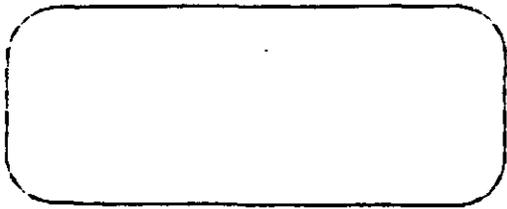
Durante el tratamiento del algoritmo conviene evitar la formación de circuitos por lo que al final de cda elección de un arco (a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub>) por un valor muy elevado, generalmente infinito.

Plana del area para la que se usara el material

cantidad de las cillas



paredes tipo



## CONFIABILIDAD DEL SISTEMA.

Un sistema de manejo de residuos sólidos es interrumpido ya que trabaja regularmente durante 8 o más horas al día, seis días a la semana y 52 semanas al año. Al conocer la confiabilidad del sistema sabremos cuanto dependemos del mismo. La confiabilidad del sistema puede ser definida como la probabilidad de no fallar en el tiempo "t".

Sea:

$$R(t) = p\{0, t\}$$

o bien:

$$R(t) = 1 - p\{x \geq 1, t\}$$

Donde:

R (t) = Confiabilidad

x = Número de fallas en el tiempo "t".

1, t = Probabilidad de una o más fallas en el tiempo "t".

Aceptamos que una falla ocurre como discreta, simple e independiente, la probabilidad de exactamente X fallas en el tiempo "t" está dada por la fórmula de la distribución de POISSON:

$$p\{X, t\} = \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!}$$

donde:

$\mu$  = número esperado de fallas  $\lambda$ , y  $\lambda$  es la tasa promedio de fallas por unidad de tiempo.

Si X = 0, o sea cero fallas, la confiabilidad queda:

$$R(t) = p\{0, t\} = e^{-\mu}$$

a) Definiciones:

\* Horas totales de operación de equipo (h): es la cantidad de equipo operado por el número de horas estimadas de operación diaria y por el número de días laborados por año, sus unidades son, horas/año.

\* Tiempo medio entre fallas (T): son las horas totales de operación entre el número de fallas por año.

\* Tiempo medio entre funcionamiento defectuoso (T): son las horas totales de operación entre el número de funcionamientos defectuosos al año.

\* Ciclo de trabajo (C.T.): Es el número de horas que opera el equipo al día entre el número de horas que opera el sistema al día.

\* Tasa de falla ( $\lambda$ ): Es la tasa a la cual las fallas ocurren durante un intervalo del tiempo de operación y es el recíproco del tiempo medio entre fallas.

b) Vehículos de reserva

Los vehículos de reserva con que debe contar la flotilla de recolección para asegurar un funcionamiento adecuado del sistema, por lo menos durante el año del análisis, se determina mediante un árbol de decisiones que permite conocer la confiabilidad del sistema pro 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 o no descompostura de cada vehículo.

## MACRORUTA Y MICRORUTA DE UNA DELEGACIÓN.

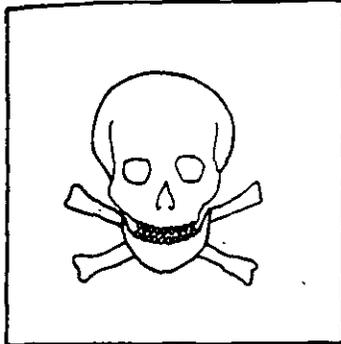
Como el profesor nos indicó, se acudió a la Delegación Azcapotzalco, para que se nos proporcionara una micro y macroruta de recolección de basura, pero no nos proporcionaron ninguna de las dos, pues nos mencionaron que ellos no tenían en sus manos dichas rutas, pues cada ruta es arreglada entre los choferes de los camiones de basura.

## MICRORUTA Y MACRORUTA EXPERIMENTAL.

En seguida se mostrará un prediseño de una macroruta y microruta, que se elaboró en base a una diagrama de calles previamente establecido:

FIG. 1

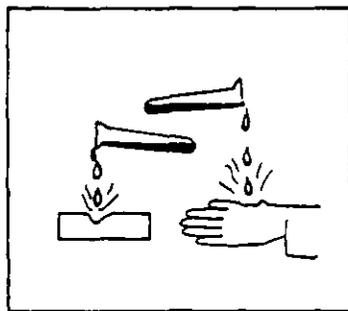
SIMBOLOS PARA SER UTILIZADOS EN LOS ROTULOS DE  
SUBSTANCIAS PELIGROSAS.



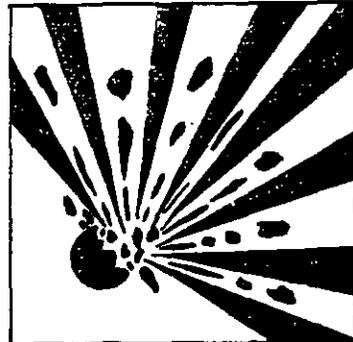
SUBSTANCIAS TOXICAS



SUBSTANCIAS INFLAMABLES



SUBSTANCIAS CORROSIVAS

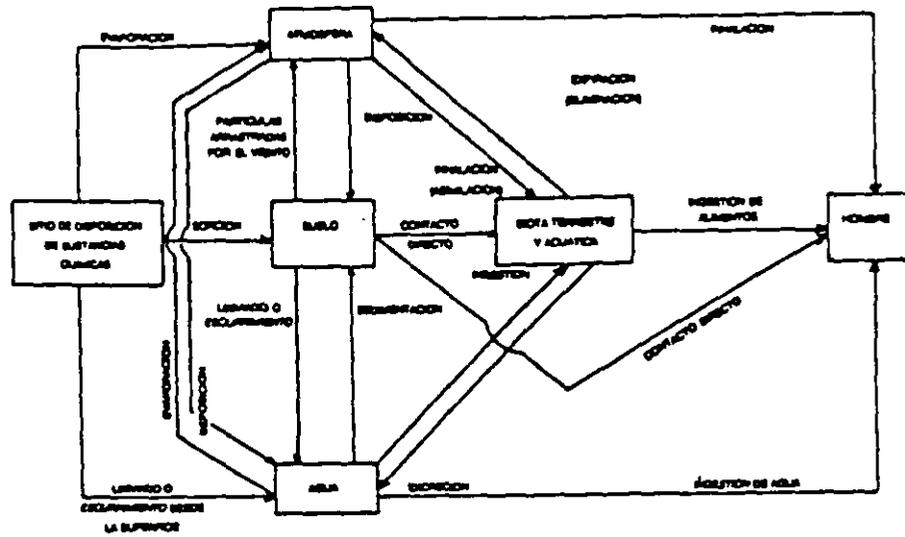


SUBSTANCIAS EXPLOSIVAS



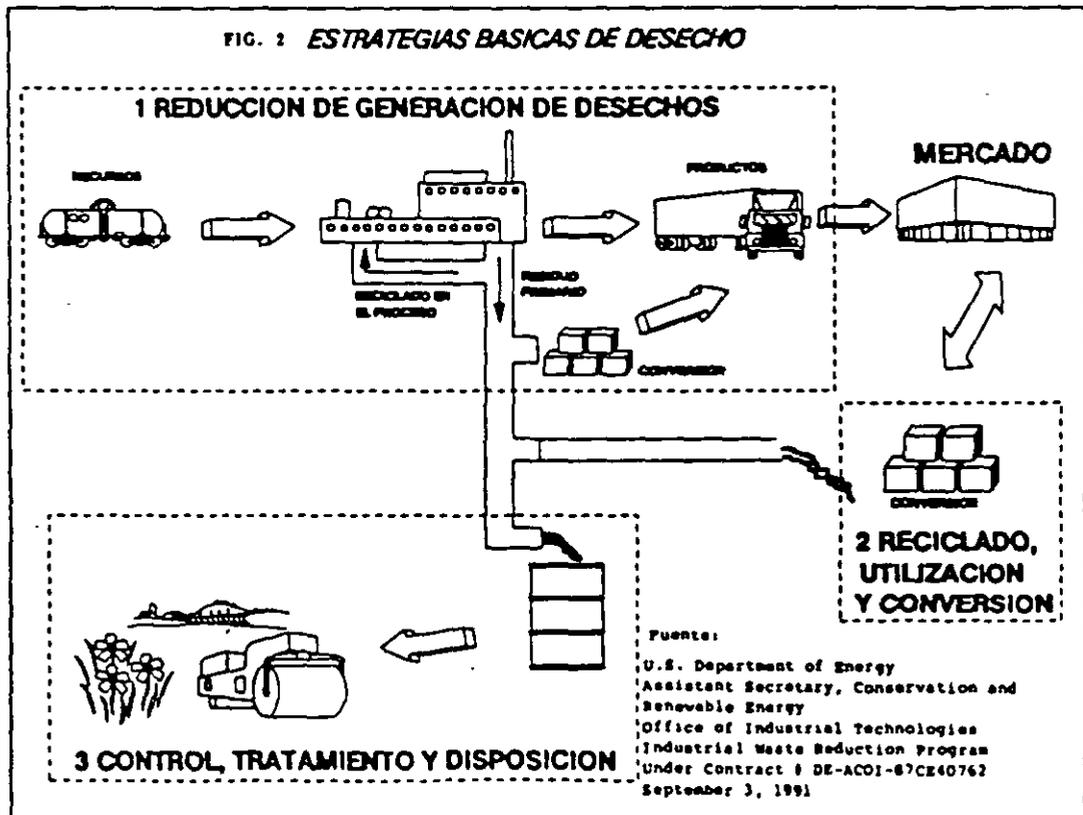
SUBSTANCIAS OXIDANTES

FIG. 1 RUTAS FISICAS Y BIOLÓGICAS DE TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS, SU LIBERACION DESDE EL SITIO DE DISPOSICION Y POTENCIAL PARA EXPOSICION HUMANA.



FUENTE: THE SAFE DISPOSAL OF HAZARDOUS WASTES, WORLD BANK TECHNICAL PAPER No. 83

FIG. 2 ESTRATEGIAS BASICAS DE DESECHO



# SISTEMAS DE TRATAMIENTO

## PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LOS DSM.

Las propiedades físicas, químicas y biológicas de los DSM deben ser perfectamente determinadas de antemano para poder diseñar adecuadamente el sistema integral para su manejo y disposición final.

Al proceso de identificación y determinación de los valores de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los DSM se le conoce técnicamente como **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS**.

Las más importantes propiedades físicas de los DSM incluyen:

1. Peso específico
2. Contenido porcentual de componentes
3. Tamaño y distribución de las partículas
4. Capacidad de retención gravitatoria
5. Permeabilidad del desecho compactado

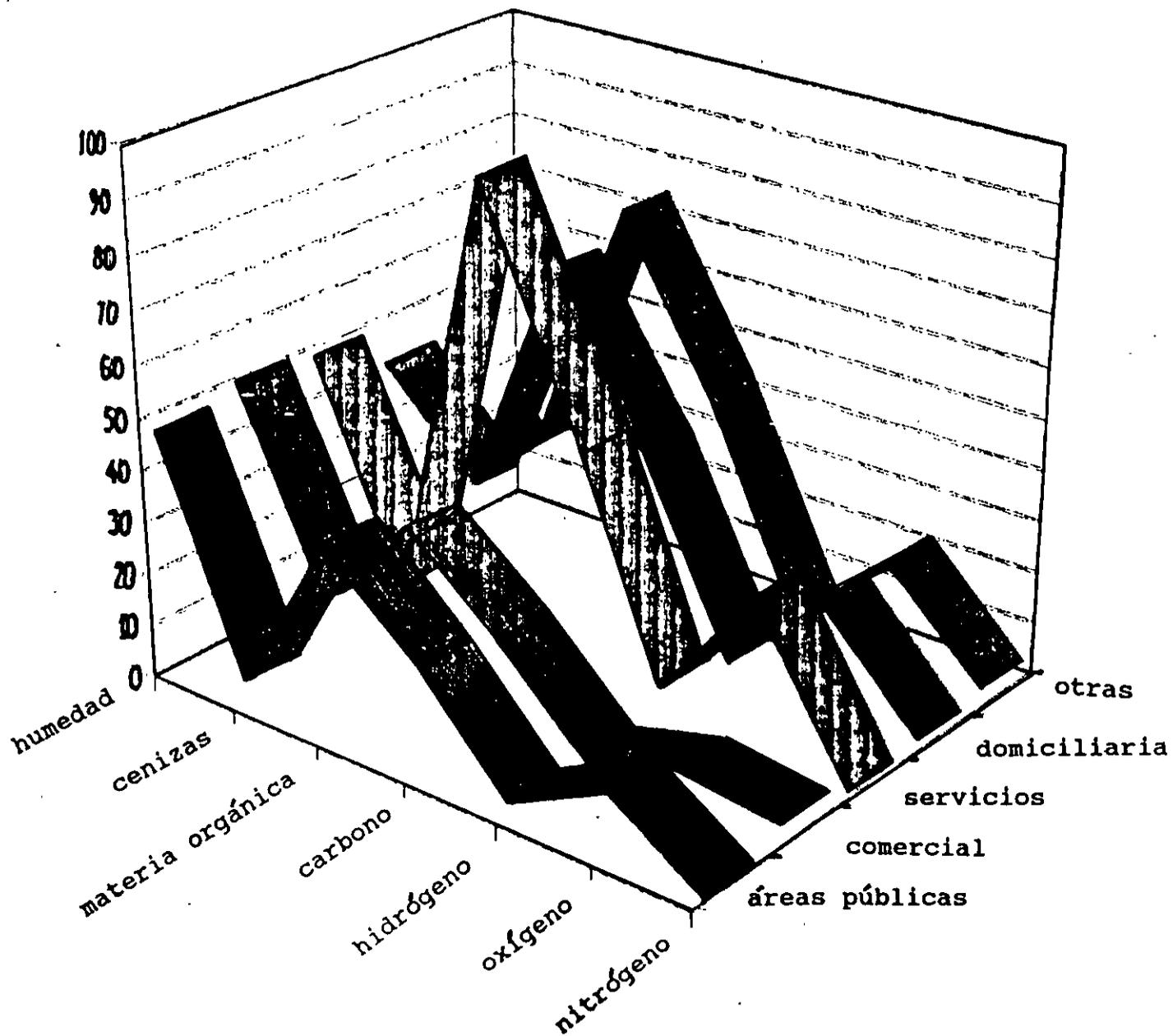
Las propiedades químicas más importantes de los DSM son:

- A. Análisis de aproximación (SSV,SSF,CF,Cenizas)
- B. Punto de fusión de la ceniza
- C. Análisis último de los DSM (CHONS)
- D. Contenido energético

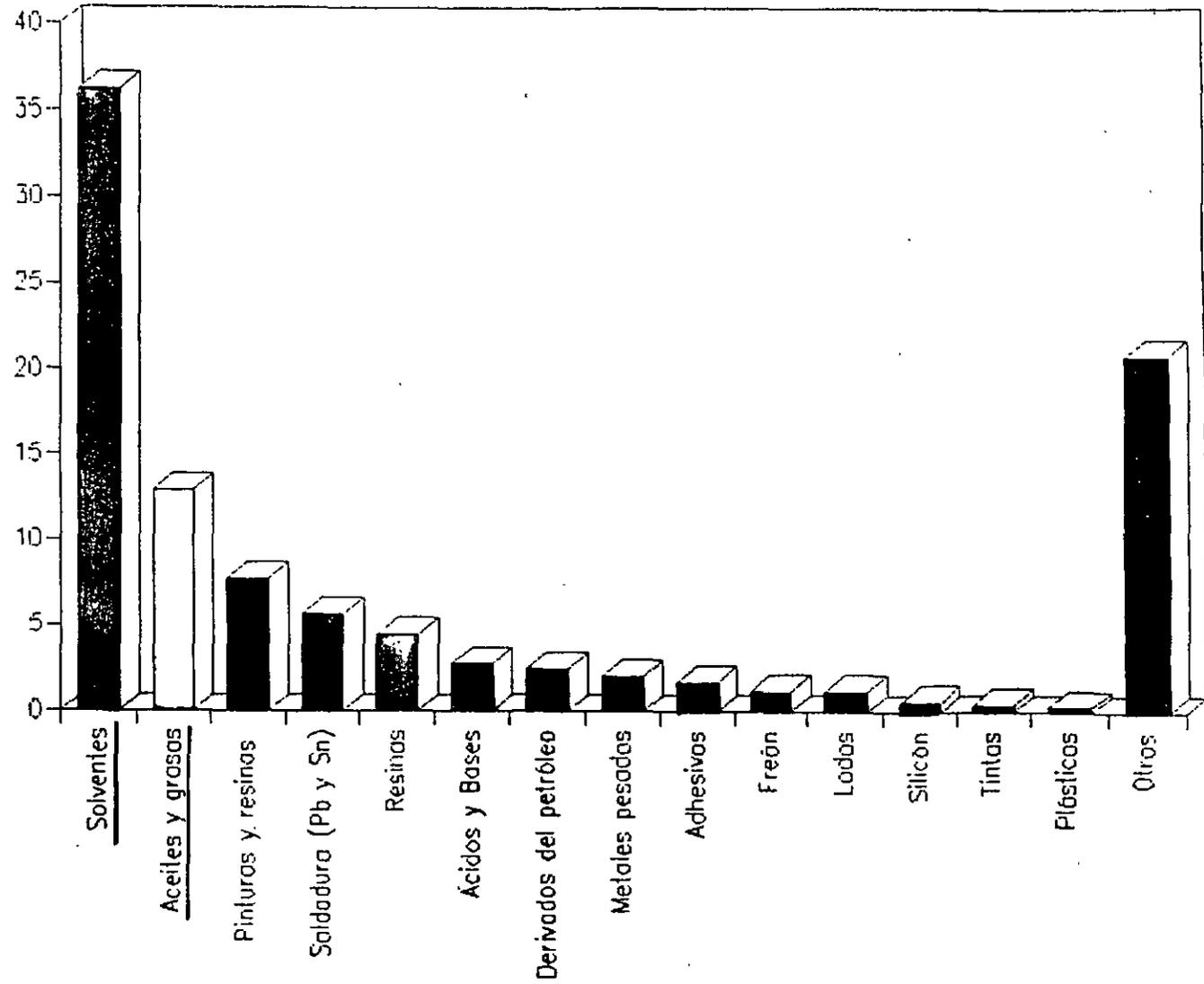
Las propiedades biológicas más importantes a determinar en los DSM son:

- I. Biodegradabilidad de los componentes orgánicos
- II. Potencialidad de producción de malos olores
- III. Desarrollo de fauna nociva

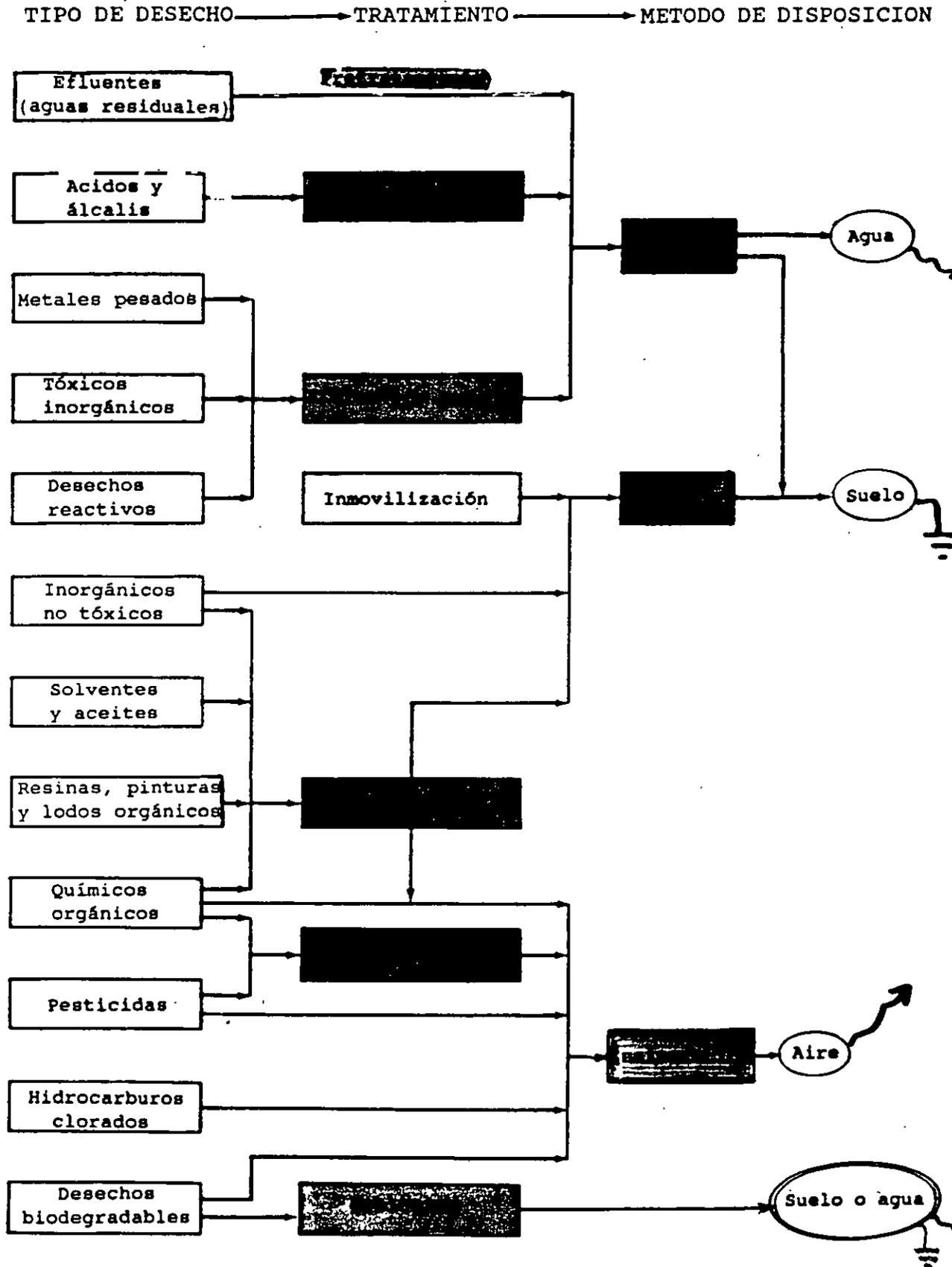
# CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LOS DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES



Residuos peligrosos que se generan con mayor frecuencia



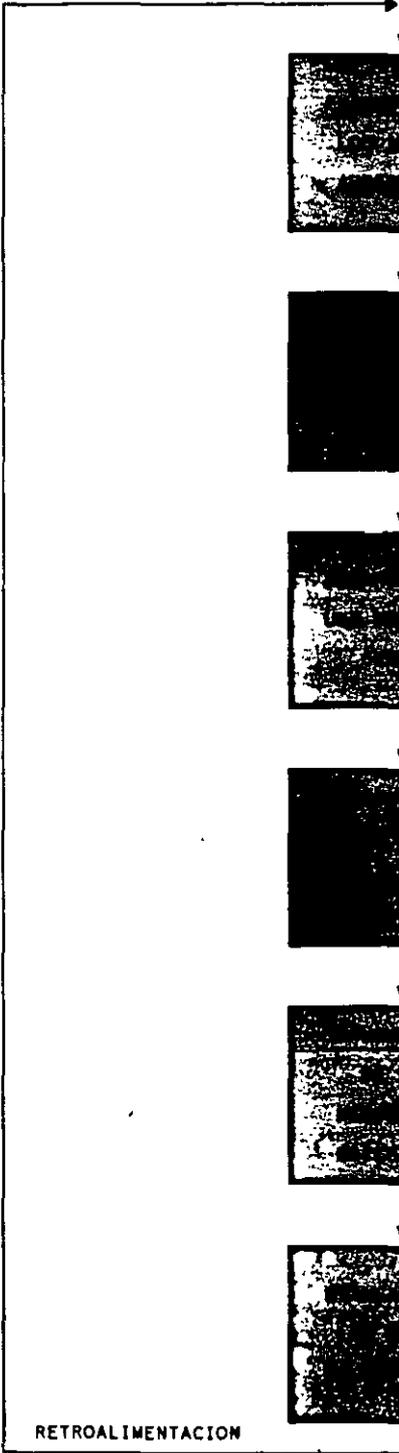
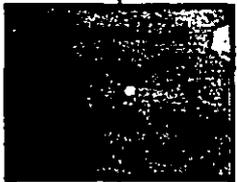
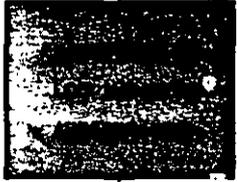
# ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS INDUSTRIALES



## IMPACTO AMBIENTAL

ACTIVIDADES Y  
ACCIONES DEL  
PROYECTO

COMPONENTES  
AMBIENTALES



## I M P A C T O A M B I E N T A L :

Un impacto ambiental se define jurídicamente como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Un impacto ambiental se presenta cuando una acción o actividad produce una o varias alteraciones sobre alguno de los componentes ambientales.

Una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una actividad de planeación relacionada con la preservación de la calidad del medio ambiente, tanto en su estado natural como en su estado modificado. Por lo tanto, una EIA tiene como objetivo principal el realizar un análisis comparativo de la calidad del medio ambiente con y sin la realización de una acción o proyecto determinado.

Otra definición indica que una EIA es un estudio especializado que se realiza para identificar, predecir y prevenir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones, planes, programas o proyectos pueden causar a la salud, al bienestar humano y el entorno natural.

Todas las actividades humanas producen, en mayor o menor grado, alteraciones al medio ambiente.

La variable fundamental a evaluar en una EIA es la alteración (o el grado de alteración).

Aunque una EIA involucra estudios científicos, su objetivo principal no es la investigación sino para apoyar la toma de decisiones que, para la autorización de un proyecto o acción, deberá dictar la autoridad ambiental correspondiente (municipal, estatal o federal).

La evaluación de la MIA deberá considerar los siguientes elementos:

- el ordenamiento ecológico
- las declaratorias de las áreas naturales protegidas
- los criterios ecológicos para la protección de la flora y la fauna silvestres y acuáticas
- la regulación ecológica de los asentamientos humanos
- los reglamentos y las normas oficiales Mexicanas (NOM) vigentes en las distintas materias que regula la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- los demás ordenamientos locales en la materia.

Una vez que la autoridad correspondiente revisó y analizó el estudio presentado, se resuelve:

- a) aprobar el proyecto en los términos en que éste fue presentado
- b) aprobar el proyecto con condicionantes
- c) rechazar el proyecto presentado.

El procedimiento de impacto ambiental (PIA) es un instrumento jurídico-administrativo que aplicará la autoridad ambiental para aprobar, rechazar o modificar un proyecto o actividad que le sea presentado por la persona física o moral, del sector público o privado que pretenda llevar a cabo un proyecto de obras o actividades que, por su naturaleza, deban contar con la aprobación de las autoridades ambientales del ámbito de su competencia.

Para la autorización de un proyecto, los interesados (promoventes) deberán presentar ante la autoridad correspondiente, un Informe Preventivo y/o una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en la modalidad requerida: general, intermedia o específica.

Los principales métodos y técnicas empleados para la elaboración de una MIA son:

- a) técnicas de superposición de mapas
- b) listas de verificación
- c) matriz de identificación y evaluación de los impactos ambientales
- d) redes causa - condición - efecto
- e) modelos matemáticos

La evaluación de los impactos ambientales deberá tomar en cuenta los siguientes criterios:

- i) exactitud
- ii) reproductividad
- iii) objetividad
- iv) temporalidad
- v) significancia
- vi) magnitud
- vii) certidumbre
- viii) acumulatividad
- ix) reversibilidad

Diseño de las medidas de mitigación.

# LEGISLACION AMBIENTAL

## **LEGISLACIÓN AMBIENTAL**

**SE DEFINE COMO EL MARCO JURÍDICO  
EM TIDO POR LA FEDERACIÓN, LOS  
ESTADOS Y MUNICIPIOS CON LA  
FINALIDAD DE PROTEGER EL MEDIO  
AMBIENTE.**

## **PRESERVACIÓN.**

**El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.**

## **PREVENCIÓN**

**El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.**

## **PROTECCIÓN**

**El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y prevenir y controlar su deterioro.**

## **RESTAURACIÓN**

**Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evaluación y continuidad de los procesos naturales.**

## **EQUILIBRIO ECOLÓGICO.**

La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

## **IMPACTO AMBIENTAL.**

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

## **ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.**

El proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

## **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.**

**Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y que han quedado sujetas al régimen de protección.**

## **CRITERIOS ECOLÓGICOS.**

**Los lineamientos destinados a preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.**

# **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

- ◆ **LEYES**
- ◆ **REGLAMENTOS DE LAS LEYES**
- ◆ **NORMAS OFICIALES MEXICANAS**
- ◆ **ACUERDOS Y CONVENIOS  
INTERNACIONALES\***

# **BASES CONSTITUCIONALES DE LA LEGISLACIÓN MEXICANA**

**1a. ART. 27, PÁRRAFO TERCERO**  
(MODIFICADO EN ENERO DE 1992)

**CONSERVACIÓN DE LOS  
RECURSOS NATURALES**

**2a. ART. 73, FRACC. XVI, BASE 4a**  
(MODIFICADO 6 DE JULIO DE 1971)

**PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA  
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

**3a. ART. 25, PÁRRAFO SEXTO**

**CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE  
DEBIDO A REGULACIÓN DEL USO  
DE LOS RECURSOS PRODUCTIVOS  
POR LOS SECTORES SOCIAL Y  
PRODUCTIVO**

**ARTICULO 27 PÁRRAFO TERCERO**

**“LA NACIÓN TENDRÁ EN TODO TIEMPO EL DERECHO DE REGULAR EL APROVECHAMIENTO DE LOS ELEMENTOS NATURALES SUSCEPTIBLES DE APROPIACIÓN , CON OBJETO DE HACER UNA DISTRIBUCIÓN EQUITATIVA DE LA RIQUEZA PÚBLICA Y CUIDAR SU CONSERVACIÓN; ... CON ESE OBJETO SE DICTARÁN LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA EVITAR LA DESTRUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS NATURALES Y LOS DAÑOS QUE LA PROPIEDAD PUEDA SUFRIR EN PERJUICIO DE LA SOCIEDAD.**

**LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO  
ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN DEL  
AMBIENTE.**

**28 de enero de 1988**

**LEY GENERAL DE SALUD.**

**7 de febrero de 1984**

**LEY DE AGUAS NACIONALES.**

**Diciembre de 1992**

**31 LEYES ESTATALES DEL EQUILIBRIO  
ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE**

**UN REGLAMENTO PARA CADA UNA DE ELLAS**

.....

**Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto establecer las bases para:**

- I. Definir los principios de política ecológica general y regular los instrumentos para su aplicación.**
- II. El ordenamiento ecológico;**
- III. La preservación, restauración y el mejoramiento del ambiente;**
- IV. La protección de las áreas naturales y la flora y fauna silvestre y acuáticas;**

**V. El aprovechamiento racional de los elementos naturales de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos con el equilibrio de los ecosistemas.**

**VI. La prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo;**

**VII. La concurrencia del gobierno federal, de las entidades y de los municipios, en la materia;**

**VIII. La coordinación entre las diversas dependencias y entidades de la Administración Pública Federal así como la participación corresponsable de la sociedad, en las materias de este ordenamiento.**

# **LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE.**

**Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.**

## **REGLAMENTOS DERIVADOS DE LA LGEEPA**

- 1) R. DE IMPACTO AMBIENTAL- DOF del 7 de junio de 1988**
- 2) R. DE RESIDUOS SOLIDOS- DOF del 25 de noviembre de 1988**
- 3) R. DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN GENERADA POR LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES QUE CIRCULAN EN EL D.F. Y MUNICIPIOS DE SU ZONA CONURBADA. DOF del 25 de noviembre de 1988**
- 4) R. DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMOSFERA. DOF del 25 de noviembre de 1988.**

### **ANTES DE LA LGEEPA:**

- \* R. PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS. DOF del 29 de marzo de 1973**
- \* R. PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA EMISIÓN DE RUIDO. DOF del 6 de diciembre de 1982**

## **LEY GENERAL DE SALUD**

**(MODIFICADA EL 14 DE JUNIO DE 1991)**

**Art. 3o. En términos de esta Ley, es materia de salubridad general:**

**XIII. “La prevención y control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud del hombre”.**

## **CAPITULO IV, EFECTOS DEL AMBIENTE EN LA SALUD**

**Art. 118. Corresponde a la Secretaría de Salud**

**I. Determinar los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes del ambiente.**

**II. Emitir NOM's que deberá sujetarse el tratamiento del agua para uso y consumo humano.**

**III. Establecer criterios sanitarios para la fijación de las condiciones particulares de descarga, el tratamiento y uso de las aguas residuales o en su caso, para la elaboración de NOM's en la materia.**

## **LEGISLACIÓN Y NORMATIVIDAD EN MATERIA DE DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES**

El proceso de elaboración de normas en materia ambiental contempla la necesidad de desarrollar rigurosos estudios técnicos y de análisis costo/beneficio. Además contempla la participación de diferentes sectores de la sociedad (universidades, el sector público y el privado) en el Comité Consultivo Nacional y la participación ciudadana directa.

La normatividad ambiental mexicana ha tenido un desarrollo bastante acelerado a partir de 1988. Desde 1993 muchas normas técnicas mexicanas se transformaron, tras una revisión especializada y un análisis costo/beneficio serio, en Normas Oficiales Mexicanas.

A la fecha hay 79 Normas Oficiales publicadas, y se encuentran en proceso de elaboración 64, de las cuales 5 son revisiones. Lo anterior muestra un avance considerable en materia de normatividad en nuestro país. Sin embargo, hay considerables lagunas por llenar y algunos traslapes, ya que parte de las normas se han desarrollado en respuesta a demandas puntuales y presiones, sin tener detrás un ejercicio de priorización ni de análisis de efectividad y costo. Esto ha conformado un cuerpo normativo que a menudo contempla estándares diferenciados por industria para un mismo medio y un mismo contaminante, y que sin ser laxa no siempre refleja metas de calidad ambiental.

Estas normas se encuentran divididas en relación al recurso a utilizar, así las normas se encuentran para aire, residuos municipales, materiales y residuos peligrosos, agua, riesgo ambiental y para ruido y energía contaminante.

De esta manera existen normas específicas para los residuos sólidos urbanos y municipales. Dichas normas entran dentro del marco jurídico nacional y se establecen sus alcances de acuerdo a la legislación federal vigente.

En México, la administración de la recolección, el transporte y la disposición final de los residuos sólidos, en sus respectivas jurisdicciones, es responsabilidad de los municipios. Esto proviene de un mandato constitucional y responde a una política de los tres niveles de gobierno, que buscan:

- Proteger la salud pública y el bienestar social.
- Prevenir la contaminación del agua y el aire.
- Prevenir la propagación de enfermedades y el desarrollo de plagas.
- Conservar los recursos naturales.
- Realzar la belleza y la calidad del medio ambiente.

Los municipios, con apoyo de la SEMARNAP, a través de el Instituto Nacional de Ecología deberán desarrollar planes de acción para contar con sistemas adecuados de gestión de los residuos sólidos urbanos.

En materia de residuos sólidos municipales destaca el hecho de que la normatividad existente está dirigida principalmente a la disposición final de los mismos y los requerimientos para establecer y operar un relleno sanitario. Así tenemos en 1994 la aparición en el Diario Oficial de la Federación el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1994. Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos municipales. Dicha norma se encuentra estructurada de la siguiente manera:

### **1.-OBJETO.**

Esta norma oficial mexicana establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a relleno sanitario, para la disposición final de los residuos sólidos municipales.

### **2.-CAMPO DE APLICACION.**

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en la instalación de rellenos sanitarios.

### **3.-DEFINICIONES.**

En este punto se establecen las definiciones de términos técnicos empleados en los estudios para selección de terrenos. Aquí se establecen para efecto de la norma, definiciones de:

- Banco de préstamo.
- Capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- Cuerpos de agua.
- Descripción estratigráfica.
- Falla geológica.
- Geología.
- Geohidrología.
- Hidrología superficial.
- Nivel freático.
- Topografía.
- Permeabilidad.
- Relleno sanitario
- Residuo sólido municipal.
- Zona de aireación.
- Zona fracturada.
- Zona de saturación.

#### **4.-ESPECIFICACIONES**

El sitio destinado a relleno sanitario para la disposición final de los desechos sólidos municipales debe reunir las condiciones establecidas para cada uno de los siguientes parámetros:

- Profundidad del manto freático.
- Zona de recarga del mismo.
- Ubicación con respecto a la zona de fracturación.
- Características de los estratos del suelo.
- Características del suelo.
- Material para cobertura.
- Vida útil del sitio.
- Ubicación con respecto a cuerpos de agua.
- Ubicación con respecto a centros de población y vías de acceso.
- Drenaje.
- Topografía.
- La pendiente media en la base del terreno natural
- Limitación.

#### **5.-PROCEDIMIENTO.**

Para poder determinar las condiciones previstas en esta norma oficial mexicana se deberá realizar los siguientes estudios, con las especificaciones indicada en la norma:

- Estudio geofísico
- Estudio geohidrológico

#### **6.- ACLARACIONES.**

Aquí se establece que cuando el terreno donde se instalará el relleno sanitario no cumpla con las condiciones y características señaladas en el punto 4 en lo referente a la profundidad de los mantos freáticos o de la ubicación con respecto a los cuerpos de agua, la autoridad competente podrá autorizar la realización de medidas y obras cuyos efectos resulten equivalentes a los que se obtendrían en el cumplimiento de los requisitos previstos en la presente norma oficial mexicana, cuando se le acredite técnicamente su efectividad.

#### **7.- EFECTIVIDAD.**

Los gobiernos del Distrito Federal , de los Estados y municipios en el ámbito de su jurisdicción y competencia, vigilarán el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

## **8.- SANCIONES.**

El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana, será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley de equilibrio ecológico y la Protección al Medio Ambiente en cada entidad federativa y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

De igual forma se presenta el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-084-ECOL-1994. Que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias. Dicha norma se estructura de la siguiente manera:

### **1.- OBJETO.**

La presente norma oficial tiene por objeto establecer los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

### **2.- CAMPO DE APLICACION.**

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

### **3.- DEFINICIONES.**

En este apartado se proporcionan las definiciones de términos técnicos incluidos en la norma y cuyo entendimiento es de vital importancia para la aplicabilidad de esta norma. Dichos términos son:

- Residuo sólido municipal.
- Generación.
- Peso volumétrico.
- Disposición.
- Relleno sanitario.
- Celda.
- Celda diaria
- Material de cubierta.
- Cubierta diaria.
- Cubierta intermedia.
- Cubierta final.
- Lixiviado
- Biogás.
- Sistema pasivo de extracción.
- Sistema activo de extracción.
- Zona de impacto sísmico.

#### 4.- DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO.

El diseño de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos municipales deberá sujetarse a cierto procedimiento de acuerdo a los valores de los parámetros que se indican. Dicho procedimiento consiste en:

- Topografía.
- Planimetría.
- Altimetría.
- Secciones.
- Configuración topográfica.
- Cantidades y características de los residuos sólidos.

#### 5.- SELECCION DEL METODO.

La selección del método para la operación del relleno sanitario, se deberá reañizar con base a las condiciones topográficas, geomorfológicas y geohidrológicas del terreno elegido, seleccionando de entre los siguientes: trinchera, area y combinado.

#### 6.- REQUERIMIENTOS VOLUMETRICOS.

Los requerimientos volumétricos para el diseño del relleno sanitario, deberán obtenerse para los años estimados, mediante los volúmenes totales anuales y acumulados tanto de los residuos sólidos minicipales como del material de cubierta, empleando para ello la proyección de generación de residuos y los pesos volumétricos establecidos en la tabla 1.

**TABLA 1**  
**REIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Tamaño del asentamiento humano	Para diseño de la celda diaria pesovolumétrico Ton/m <sup>3</sup>	Para el cálculo de vida útil del peso volumétrico Ton/m <sup>3</sup>
Hasta 500,000 hab.	0.500	0.750
Mayores de 500,000 hab.	0.600	0.900

#### 7.- CALCULO DE LA CAPACIDAD VOLUMETRICA.

El cálculo de lacapacidad volumétrica del sitio, deberá relizarse considerando la configuración topográfica que presente el predio donde se alojará el relleno sanitario, así como sus niveles de desplante. Se deberá repostar por cada curva de nivel la cpacidad volumétrica parcial acumulada.

## 8.- CALCULO DE LA VIDA DE SITIO.

El cálculo de la vida útil de sitio deberá obtenerse por medio de la capacidad volumétrica total del sitio, la cantidad de residuos a disponer y el volumen de material de cubierta requerido, conforme a la siguiente ecuación:

$$U = V/(365 Gt)$$

Donde:

U = Vida útil del relleno sanitario, expresado en años.

V = Volumen del sitio seleccionado, expresado en m<sup>3</sup>.

Gt = Volumen ocupado por la cantidad total diaria de residuos sólidos a disponer mas la cantidad de material de cubierta demandado para cubrir esos residuos, expresado en m<sup>3</sup>/día.

## 9.-DIMENSIONES DE LA CELDA DIARIA.

En este punto se establecen los siguientes parámetros:

- Ancho de celda.
- Altura de celda.
- Criterios constructivos.

## 10.- OBRAS COMPLEMENTARIAS.

El relleno sanitario deberá comprender además del diseño de las celdas de confinamiento, con las obras complementarias que correspondan de acuerdo a la densidad de población expresada en la tabla 2.

TABLA 2

INSTALACION DE:	NUMERO DE HABITANTES			
	Hasta 50,000	50,001 a 200,000	200,000 a 500,000	500,000 en adelante
Area de acceso y espera		*	*	*
Cerca o area perimetral		*	*	*
Caseta de vigilancia	*	*	*	*
Caseta de pesaje y básculas		*	*	*
Camino permanentes	*	*	*	*
Area de emergencia de disposición final		*	*	*
Drenajes perimetrales e interiores	*	*	*	*
Instalaciones de energía eléctrica			*	*
Pozos de monitoreo para lixiviados		*	*	*
Señalamientos móviles y fijos	*	*	*	*
Sistemas de captación de biogás	*	*	*	*
Area de amortiguamiento			*	*
Almacén y cobertizo		*	*	*

Area administrativa		*	*	*
Servicios sanitarios			*	*
sistema de monitoreo de biogás			*	*
Sistema de captación y tratamiento de lixiviados		*	*	*

#### 11.- AREAS DE ACCESO Y ESPERA.

Las áreas de acceso y espera tienen por objeto el control de entradas y salidas del personal y de los vehículos de recolección. La entrada al relleno tiene un ancho determinado y se debe contar con un área de espera en el frente de trabajo con la capacidad suficiente para vehículos recolectores y de transferencia en horas pico.

#### 12.- CERCA PERIMETRAL.

Debe existir una cerca como mínimo con alambre de púas de cinco hilos de 1.50 m de alto, con postes de concreto o acero galvanizado debidamente anclados.. Para poblaciones mayores de 500,000 hab. debe de ser una cerca de malla ciclónica de 2.20 m de alto.

#### 13.- CASETA DE VIGILANCIA.

Instalada a la entrada del relleno sanitario y con un area mínima de 4 m<sup>2</sup>.

#### 14.- CASETA DE PESAJE Y BASCULA.

- Dimensiones de la caseta de 16 m<sup>2</sup> para alojar los dispositivos para el pesaje.
- Deberá colocarse cerca de la entrada del relleno sanitario.
- Superficie de dimensiones suficientes para dar cabida a los vehículos de recolección y de transferencia de mayor tamaño o volumen.
- La báscula con una precisión de 5 kg e instalada de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

#### 15.- CAMINOS.

- Caminos de tipo interio y exterior.
- Los exteriores deben de ser : de trazo permanente, garantizar el transito sobre ellos en cualquier época del año para llegar al relleno sanitario.
- Cuando por volumen de tránsito y de la capacidad de carga de los vehículos, se haga necesario la colocación de la carpeta asfáltica, esta superficie de rodamiento deberá estar sobre el nivel de despalme, misma que definirá la subrasante.
- Los caminos internos deberán cumplir con las siguientes especificaciones: Permitir la doble circulación de los vehículos recolectores, hasta el frente de trabajo del relleno sanitario,deberán de ser de tipo temporal y que no presenten pendientes do mayores de 5%.

## **16.- CRITERIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS CAMINOS.**

La construcción de los caminos serán de acuerdo a a su tipo, externos o internos, las características de diseño variaran para cada tipo.

## **17.- AREAS DE EMERGENCIA.**

El área de emergencia será destinada para a recepción de los residuos municipales, para cuando pos situaciones climatológicas no permita la operación en el frente de trabajo, para facilitar la operación del relleno, ademas se deberá contar con lonas plásticas, residuos provenientes de demolición, o del barrido de calles para cubrir los residuos.

## **18.- DRENAJE.**

Las obras de drenaje serán de tipo temporal y permanente. Para ambos casos las dimensiones de los canales yy diseño serán realizados por medio de la fórmula de Manning, obteniendo el gasto de diseño a partir del método racional americano o la fórmula de Burkliezieger.

## **19.- INSTALACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA**

Las instalaciones de cnergia eléctrica deberán satisfacer las necesidades de iluminación y energía en señalamientos exteriores e interiores, requerimientos en oficinas, e instalaciones de alumbrado en los frentes de trabajo.l

## **20.- SEÑALAMIENTOS.**

Los señalamientos se dividirán en tres géneros: informativos, preventivos y restrictivos, pudiendo ser de tipo móvil o fijo y deberán ajustarse a las especificaciones del "Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras" de la SCT.

## **21.- SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION.**

El sistema de impermeabilización será utilizado para aquellos rellenos sanitarios donde el nivel de aguas freáticas se localice a menos de 10 m de profundidad.

## **22.-SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y EXTRACCIÓN DE LIXIVIADOS.**

Deberá instalarse un sistema de captación de lixiviados inmediatamente por encima del sistema de impermeabilización.

Los sistemas de captación de lixiviados deberán ser capas drenantes, ubicadas principalmente en la base del relleno y sobre cualquier capa superior donde se espere tener acumulación de líquidos y estar diseñadas para conducir de la forma mas rápida posible el agua libre del relleno hasta cárcamos de colección. Estas capas drenantes podrán constituirse

en forma de redes de drenes (tuberías perforadas) o trincheras. Su pendiente mínima debe de ser de 0.4% y su conductividad hidráulica de  $1 \times 10^{-5}$  m/seg para espesores de 0.3 m o bien una transmisibilidad hidráulica de  $3 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/seg de espesores menores.

### **23.- POZOS DE MONITOREO DE LIXIVIADOS.**

Los sistemas de monitoreo para lixiviados deberán contar de por lo menos 3 pozos de muestreo que se sitúen uno en la dirección del flujo de las aguas subterráneas a 500 m. antes de llegar al sitio del relleno sanitario otro a 500 m. aguas abajo del sitio, y el último en el sitio del relleno.

Los pozos que se ubican fuera del relleno sanitario deberán profundizar 2 m. dentro del acuífero y el nivel o base del relleno.

La construcción de los pozos de monitoreo para lixiviados deberán realizarse únicamente con materiales y técnicas que aseguren la no contaminación del acuífero, y podrán ser de un diámetro mínimo, que permita la introducción y recuperación del sistema muestreador debiendo se este último resistente a la corrosión.

### **24.- SISTEMA DE CAPTACION DE BIOGAS.**

Se deberá construir estructuras verticales de 60 a 100 cm. de lado a manera de chimenea, con malla y varilla, rellenos con piedra, esta estructura se desplantará 30 cm. abajo del fondo del relleno y en la parte superior se cubre con una placa de concreto, dejando un tubo con cuello de ganso, u otro sistema dependiendo de la cantidad generada de gas y el uso que se le de.

Se deberán instalar 2 pozos por hectárea de relleno.

Independientemente del sistema de control que se use, el biogás que sea venteado o extraído, deberá ser quemado. El diseño de la instalación y del quemador deberá reunir las condiciones adecuadas para un óptimo funcionamiento.

### **25.- SISTEMA DE MONITOREO PARA BIOGAS.**

El sistema de monitoreo de biogás será utilizado para aquellos rellenos sanitarios que sean construidos en oquedades, barrancas depresiones, zanjas, etc; o en el caso que exista el contacto directo de los residuos sólidos con paredes, en las cuales se pueda presentar la migración de biogás de forma horizontal.

Los sistemas de monitoreo para identificar la migración de biogás estará integrado por pozos distribuidos a lo largo del perímetro del relleno sanitario.

Estos se construirán con una separación máxima de 50 m entre pozo y pozo y a una distancia mínima de 2 m del límite de los residuos sólidos. La profundidad máxima será igual al espesor de residuos sólidos más un metro.

#### **26.- AREA DE AMORTIGUAMIENTO.**

El área de amortiguamiento deberá diseñarse y construirse en un espacio perimetral que fluctúe entre 15 y 30 m.

Esta franja deberá estar forestada con especies vegetales que reduzcan la salida de polvos, ruido y materiales ligeros durante la operación.

#### **27.- ALMACEN Y COBERTIZO.**

Se deberá construir un cobertizo para guardar equipo, herramienta, materiales que sean de uso para el relleno, el tamaño dependerá del equipo que se disponga, camionetas, traxcavos y deberá tener en el frente un patio de maniobras lo suficientemente grande, para poder recibir vehículos que vengan a descargar materiales al almacén.

#### **28.- AREA ADMINISTRATIVA.**

El área administrativa deberá contar con el espacio suficiente para la instalación de las oficinas respectivas, así como el mobiliario y equipo que se requiera.

#### **29.- SERVICIOS SANTARIOS.**

Los servicios sanitarios se instalarán conforme a los requisitos que establezcan las disposiciones legales aplicables.

#### **30.- VIGILANCIA.**

Los gobiernos del Distrito Federal, de los Estados y municipios en sus respectivas jurisdicciones, son la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

#### **31.- SANCIONES.**

El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en cada entidad y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

Por otra parte en el programa de trabajo para la aprobación o rechazo de Normas Oficiales Mexicanas 1995 presentado por el Consejo Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, el subcomité Residuos Municipales, Materiales y Residuos

Peligrosos presenta estas dos normas y una mas nueva en lo referente a desechos sólidos municipales y quedan de la siguiente manera:

- 1- Condiciones para el control de la operación de un relleno sanitario
- 2.- Condiciones que deben reunir los sitios destinados a relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos municipales.
- 3.- Requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

De estas tres la número 1 se presenta como reprogramada para 1995 para su aprobación, mientras que las normas 2 y 3 , que son las misma que presentamos anteriormente y que en 1994 se presentaban como Proyectos de Ley y que en el programa 1995 se encuentran ya Aprobadas como Norma Oficial Mexicana por el CCNNPA.

Por otra parte el Instituto Nacional de Ecología instaló el 15 de Agosto de 1995 el Comité Técnico que conformará la normatividad ambiental para la reducción y el reciclaje de los empaque, envases y embalajes.

Este Comité Técnico está constituido por especialistas en la materia, provenientes de instituciones académicas, dependencias gubernamentales, organizaciones empresariales y grupos ecologistas. Se espera que los resultados que este Comité vaya obteniendo sean dados a conocer de manera inmediata y oportuna.

De esta manera se presenta el panorama actual en materia de legislación y normatividad sobre residuos sólidos municipales en donde consideramos que falta por establecer normas sobre el manejo de estaciones de transferencia y traslados de los desechos aplicable en el país, a fin de evitar que se sigan provocando problemas por el uso de criterios muy particulares y aplicaciones erróneas de métodos y técnicas inadecuadas.

Por otro lado es importante que le realización de normas sobre desechos sólidos ha sido enfocada principalmente a la regulación de desechos y materiales denominados peligrosos y esto se justifica debido a lo delicado que resulta su manejo y confinación final, que definitivamente debe ser separada de los residuos sólidos municipales y en lugares cuyas características sean adecuada para el confinamiento de estos residuos.

## BIBLIOGRAFIA.

- Diario Oficial de la Federación.  
México, D.F.  
22 de Junio de 1994

- GINER de los Rios, Francisco. "Perspectivas de la normatividad ambiental en México"  
Gaceta Ecológica. Nueva época, Número 36  
SEMARNAP.  
México, D.F. Septiembre 1995.

- CAREAGA, Juan. "Elementos para una política nacional de manejo de residuos urbanos".  
Gaceta Ecológica. Nueva época, Número 36  
SEMARNAP.  
México, D.F. Septiembre 1995.

## LEGISLACIÓN.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización modernizó y perfeccionó el esquema normativo de México. El proceso de elaboración de normas en materia de residuos sólidos contempla la necesidad de desarrollar rigurosos estudios técnicos y de análisis costo-beneficio. Además contempla la participación de diferentes sectores de la sociedad (universidades, el sector público y el privado) en el Comité Consultivo Nacional y la participación ciudadana directa, hasta sectores no-gubernamentales en el Comité, grupos de trabajo y los subcomités, encaminándose a tecnologías limpias, hacia un desarrollo sustentable.<sup>1</sup>

En México, la administración de la recolección, el transporte y la disposición final de los residuos sólidos, en sus respectivas jurisdicciones, es responsabilidad de los municipios. Esto proviene de un mandato constitucional y responde a una política de los tres niveles de gobierno, que buscan:

- \* Proteger la salud pública y el bienestar social;
- \* Prevenir la contaminación del agua y el aire;
- \* Prevenir la propagación de enfermedades y el desarrollo de plagas;
- \* Conservar los recursos naturales;
- \* Realzar la belleza y la calidad del medio ambiente.

Como lo precisa la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su Artículo 5, fracción XII, "la regulación del manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos, conforme a esta ley y sus disposiciones reglamentarias" son materia de competencia de las entidades federativas y municipios. No obstante esto la Federación a través, de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), puede promover acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales, para instrumentar y mejorar los sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de RSM y la identificación de alternativas de reutilización y disposición final de éstos, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras (Art. 138, de la LGEEPA).

Los municipios, con apoyo de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), a través del Instituto Nacional de Ecología (INE) deberán desarrollar planes de acción para contar con adecuados sistemas de gestión de los residuos sólidos urbanos.

La SEMARNAP debe fomentar el establecimiento de distritos regionales o zonas metropolitanas conurbadas de planificación, para propósitos de la gestión de los residuos sólidos urbanos, de manera que todo el territorio nacional quede cubierto por planes de manejo de dichos residuos, en los que se detallen los niveles de responsabilidad municipal, regional, estatal y federal.

Se sugiere fijar un Código Nacional de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, que norme la implantación de los correspondientes planes de acción. Dicho código debe incluir los estándares más modernos de diseño, ingeniería y operación de los rellenos sanitarios, los cuales representan el método primario de disposición final de los residuos sólidos en el país.

---

<sup>1</sup> Guier de los Rios, Francisco "Perspectivas, de la normatividad ambiental en México". Gaceta Ecológica, no. 36 p 63-64

Respetando la soberanía de los municipios, todo tipo de asistencia técnica y financiera que pueda ofrecer el gobierno federal en materia de gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), deberá estar condicionada a la existencia de planes y programas de gestión enmarcados por el Código propuesto.<sup>2</sup>

Sobre los servicios de limpia y saneamiento, corresponde a la SEMARNAP, a las secretarías estatales de ecología y a las direcciones de saneamiento municipales, mediante una normalización técnica apropiada, fijar los estándares básicos mínimos necesarios para los procesos de licitación, otorgamiento de concesiones y licencias, supervisión y, en general, privatización de los servicios de gestión de los RSU.<sup>3</sup>

Con respecto a reciclaje, en todo acto legislativo o reglamentario relacionado con los RSU, a nivel federal, estatal o municipal, deberá señalarse explícitamente que la política de los gobiernos correspondientes es alentar y promover la valorización de los residuos, con el propósito de conservar los recursos naturales, disminuir el consumo de energía, preservar los espacios dedicados a rellenos sanitarios y reducir la contaminación ambiental.<sup>4</sup>

En el transporte y transferencia de los residuos, las diversas autoridades municipales deben establecer el ordenamiento de sistemas de control adecuados para la operación de estaciones de transferencia de los RSM. En el caso de que se otorguen concesiones a empresas privadas para la recolección, el transporte y la disposición final de los RSU, la autoridad municipal debe proveer la reglamentación necesaria para el diseño y operación de los varios tamaños y clasificaciones de las estaciones de transferencia de residuos y de rellenos sanitarios, así como otorgar conforme a ellos los permisos de operación correspondientes.<sup>5</sup>

La SEMARNAP debe promover el desarrollo de legislación y la actualización de normas ecológicas referentes a ubicación, diseño, preparación del terreno, operación y control de los rellenos sanitarios para residuos sólidos de tipo municipal, industrial y voluminoso no tóxico (clases I, II, III y IV) en todo el país.

---

<sup>2</sup> Careaga, Juan "Elementos para una política nacional del manejo de R.U.", Gaceta Ecológica, no.36, p.40-44.

<sup>3</sup> ibidem, p.42

<sup>4</sup> ibidem, p.43

<sup>5</sup> ibidem, p.46

Los rellenos sanitarios deben diseñarse y construirse para una capacidad mínima de 5 años y máxima de 30 años. Esta capacidad debe ser identificada y aprobada por las comisiones regionales en cada distrito. Con el propósito de incrementar la vida útil, así como de mejorar la eficiencia de administración de rellenos sanitarios para RSU de clase I y II, se sugiere prohibir que a ellos lleguen los siguientes tipos de desechos:

- Residuos orgánicos de alimentos y de jardinería, los cuales deben convertirse en metano y/o composta.
- Residuos industriales no tóxicos y cenizas de incineradores, los cuales deben confinarse en rellenos de clase III;
- Residuos voluminosos, como cascajo, materiales de construcción y demolición, chatarra de maquinaria y autos viejos, los cuales deben ser eliminados en rellenos de clase IV o reindustrializados;
- Residuos tóxicos, peligrosos y hospitalarios, los cuales requieren de sistemas propios para su disposición.<sup>6</sup>

Adicionalmente, debe reglamentarse la prohibición de que en los RSU se incluyan flujos de desechos como los siguientes:

- Acumuladores y baterías de plomo y ácido;
- Aceite de motores e industrial, quemado;
- Equipos eléctricos y electrónicos, aparatos electrodomésticos, transformadores;
- Residuos de galvano-plastia;
- Desechos domiciliarios peligrosos (como pilas, solventes, pinturas, fertilizantes fosfatados);
- Tubos fluorescentes (por su contenido de mercurio);
- Desechos de productos y envases que contengan cloro.<sup>7</sup>

Al igual que para el caso de los rellenos sanitarios, se recomienda que la SEMARNAP promueva el desarrollo de legislación y de normas ecológicas referentes a la ubicación, preparación del terreno, diseño, construcción y operación de plantas de recuperación de recursos así como de los rellenos sanitarios apropiados, o celdas especiales para el confinamiento final de las cenizas resultantes de la incineración.

La SEMARNAP deberá también establecer programas de capacitación y certificación de operadores de plantas de recuperación de recursos.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> ibidem, p 40

<sup>7</sup> ibidem, p 47

<sup>8</sup> ibidem, p p 40-47

La mayoría de las localidades en México no cuentan con reglamentos sobre el manejo de los residuos sólidos; no tienen definida una estructura orgánica propia que efectúe el control del servicio, y se carece de personal capacitado, por ello se está fortaleciendo a las municipalidades para que cuenten con el personal capacitado y el equipamiento con sistemas de cómputo y paquetes para el manejo de sistemas contables, así como para que implanten tarifas diferenciadas para los residuos doméstico y los que generen los comercios e industrias. Ya que de hecho en nuestro país se cobra de manera directa por el servicio, lo que dificulta la adopción de tecnologías más modernas.<sup>9</sup>

Asimismo esta ley faculta a la Sedesol, a través del INE, a emitir las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que regulan el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, y disposición final de los RSM que operen los gobiernos estatales o municipales. A la fecha se tienen publicadas seis NOM para lograr el manejo adecuado de los RSM:

\* Normas Oficiales Mexicanas para el manejo de los residuos sólidos municipales.

NOM-AA-61-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: determinación de la generación.

NOM-AA-91-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: terminología.

NOM-AA-15-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: muestreo, métodos de cuarteo.

NOM-AA-19-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: peso volumétrico *in situ*.

NOM-AA-22-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: selección y cuantificación de productos.

NOM-AA-52-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: preparación de muestras en el laboratorio para su análisis.

FUENTE: Dirección General de Servicios Urbanos. Departamento del Distrito Federal. 1994.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> "Residuos Sólidos Municipales" p.246  
<sup>10</sup> Dirección General de Servicios Urbanos. Departamento del Distrito Federal. 1994

Con lo que respecta a la contaminación del suelo, se tienen las siguientes normas:

NOM-AA-15-1985	Residuos sólidos municipales -Muestreo.- Método de cuarteo.
NOM-AA-16-1984	Residuos sólidos municipales -Determinación de humedad.
NOM-AA-18-1984	Residuos sólidos municipales -Determinación de cenizas.
NOM-AA-19-1985	Residuos sólidos municipales -Peso volumétrico <i>in situ</i> .
NOM-AA-21-1985	Residuos sólidos municipales -Determinación de materia orgánica.
NOM-AA-22-1985	Residuos sólidos municipales -Selección y separación de subproductos.
NOM-AA-24-1984	Residuos sólidos municipales -Determinación de nitrógeno total.
NOM-AA-25-1984	Residuos sólidos municipales -Determinación de pH.- Método potenciométrico.
NOM-AA-31-1976	Determinación de azufre en desechos sólidos.
NOM-AA-32-1976	Determinación de fósforo total en desechos sólidos.- Método del fosfovanadomolibdato.
NOM-AA-33-1985	Residuos sólidos municipales -Determinación de poder calorífico superior.
NOM-AA-52-1985	Residuos sólidos municipales -Preparación de muestras en el laboratorio para su análisis.
NOM-AA-61-1985	Residuos sólidos municipales -Determinación de la generación.
NOM-AA-67-1985	Residuos sólidos municipales -Determinación de la relación carbono/nitrógeno.
NOM-AA-68-1986	Residuos sólidos municipales -Determinación del hidrógeno a partir de la materia orgánica.
NOM-AA-80-1986	Residuos sólidos municipales -Determinación del porcentaje de oxígeno en materia orgánica.
NOM-AA-91-1985	Residuos sólidos -Terminología.
NOM-AA-92-1984	Residuos sólidos municipales -Determinación de azufre.
NOM-AA-94-1984	Protección al ambiente -Contaminación del suelo residuos sólidos municipales.- Determinación de fósforo total <sup>5.1</sup> .

Algunas Secretarías han generado reglamentos para la regulación de la manipulación de los RSU, como:

\* 15 de Febrero, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, publicó la siguiente Norma Oficial Mexicana (emergente):

- NOM-EM-012-SCT-2-1994, sobre el peso y dimensiones máximas que deben cumplir los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal.

\* 22 de junio, la Secretaría de Desarrollo Social, publicó los siguientes proyectos de Norma Oficial Mexicana:

- NOM-083-ECOL-1994, establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a Rellenos Sanitarios para la Disposición Final de los Residuos Sólidos Municipales.

- NOM-084-ECOL-1994, establece los requisitos para el Diseño de un Relleno Sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

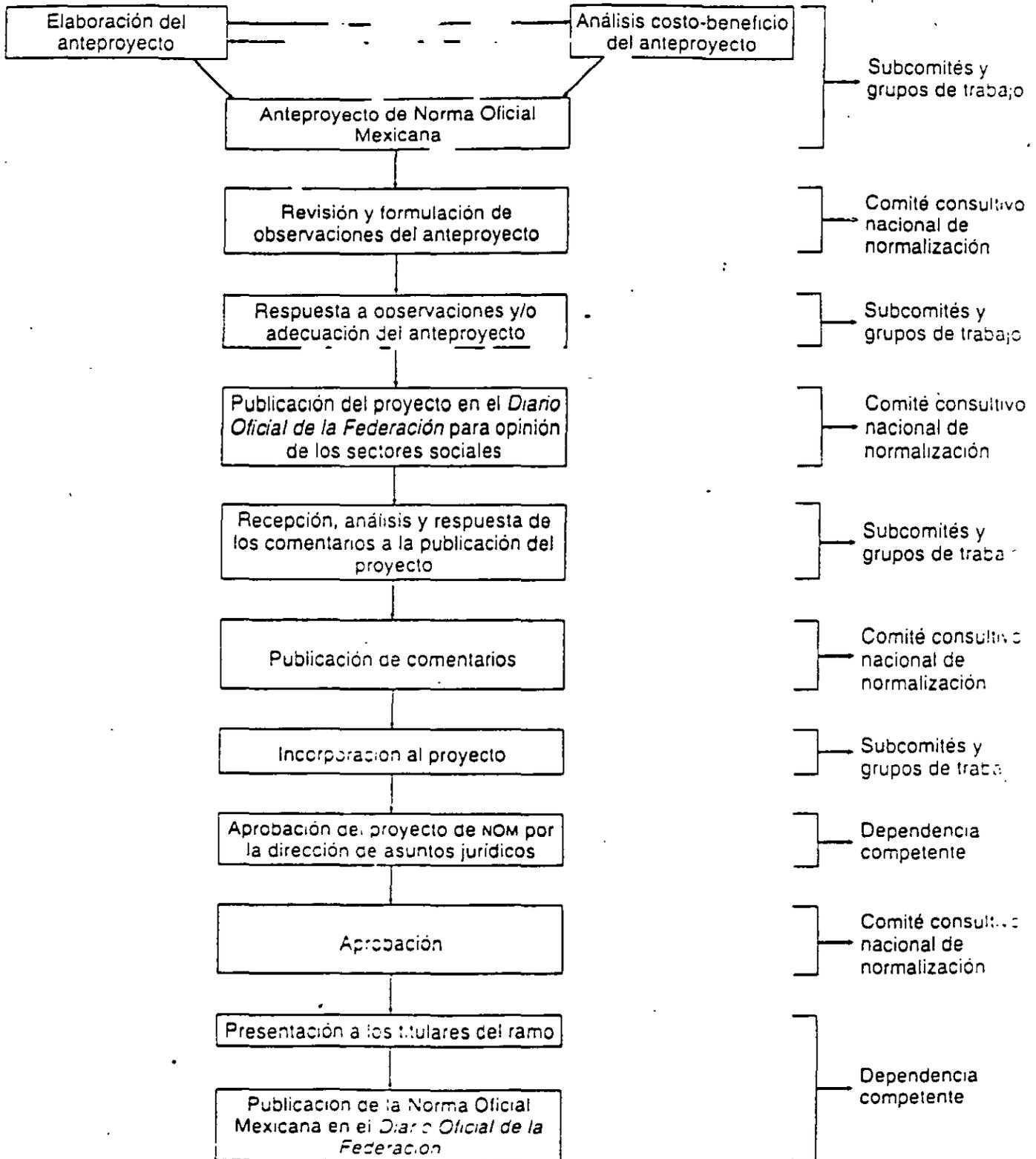
\* 8 de julio, la Secretaría de del Trabajo y Previsión Social, publicó la siguiente Norma Oficial Mexicana:

- NOM-010-STPS-1994, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacene o manejen químicos, capaces de generar contaminación en el medio ambiente.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Asociación Mexicana de los Residuos Sólidos p. 5.

Proceso de elaboración y publicación de las Normas Oficiales Mexicanas



# **NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

**45 SOBRE AGUAS RESIDUALES**

**5 RIESGO AMBIENTAL**

**5 MONITOREO ATMOSFÉRICO**

**3 RESIDUOS SÓLIDOS**

**7 RESIDUOS PELIGROSOS**

**13 AIRE**

**7 RUIDO**

**5 APROVECHAMIENTO ECOLÓGICO DE  
LOS RECURSOS NATURALES**

**1 CALIDAD DE COMBUSTIBLES**

**4 AGUA POTABLE**

## NORMAS OFICIALES MEXICANAS PUBLICADAS EN ENERO DE 1995.

- 63.- Industria vinícola
- 64.- Industria de la destilería.
- 65.- Industria de pigmentos y colorantes.
- 66.- Industria de la galvanoplastia.
- 67.- Descarga de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de sistemas de alcantarillado a drenaje municipal.
- 68.- Industria de aceites y grasas comestibles de origen animal y vegetal.
- 69.- Industria de componentes eléctricos y electrónicos.
- 70.- Industria de preparación, conservación y envasado de frutas, verduras y legumbres en fresco y/o congelado.
- 71.- Industria de productos químicos inorgánicos.
- 72.- Industria de fertilizantes fosfatados, fosfato, polifosfatos, ácido fosfórico y productos químicos inorgánicos fosfatados, exceptuando a los fabricantes de ácido fosfórico por el proceso de vía húmeda.
- 73.- Industria farmacéutica y farmoquímica.

## NORMAS OFICIALES MEXICANAS PENDIENTES PARA SU PUBLICACION

- 1.- Descarga de aguas residuales proveniente de actividades acuícolas.
- ②.- Descarga de aguas residuales provenientes de terminales de almacenamiento y distribución de pemex.

## ANTEPROYECTOS A NORMA OFICIAL MEXICANA PROPUESTOS POR INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA PARA EL AÑO ACTUAL.

- 1.- Aguas residuales provenientes de ganado bovino estabulado.
- 2.- Aguas residuales provenientes de rastros avícolas.
- 3.- Aguas residuales provenientes de molinos de harina de maíz.
- 4.- Industria de resinas sintéticas.
- 5.- Industria de minerales metálicos.
- 6.- Industria de formulación de plaguicidas.
- 7.- Industria de lubricantes y aditivos.
- 8.- Granjas porciolas.

Índice del grupo

NOM-CCA-001-ECOL/1993 De las centrales termoeléctricas convencionales. . . . .	21
NOM-CCA-002-ECOL/1993 De la industria productora de azúcar de caña. . . . .	23
NOM-CCA-003-ECOL/1993 De las aguas residuales provenientes de la industria de refinación de petróleo y petroquímica. . . . .	25
NOM-CCA-004-ECOL/1993 De la industria de fabricación de fertilizantes excepto la que produzca ácido fosfórico como producto intermedio. . . . .	27
NOM-CCA-005-ECOL/1993 De la industria de fabricación de productos plásticos y polímeros sintéticos. . . . .	29
NOM-CCA-006-ECOL/1993 De la industria de fabricación de harinas. . . . .	31
NOM-CCA-007-ECOL/1993 De la industria de la cerveza y de la malta. . . . .	33
NOM-CCA-008-ECOL/1993 De la industria de fabricación de asbestos de construcción. . . . .	35
NOM-CCA-009-ECOL/1993 De la industria elaboradora de leche y sus derivados. . . . .	37
NOM-CCA-010-ECOL/1993 De las industrias de manufactura de vidrio plano y de fibra de vidrio. . . . .	39
NOM-CCA-011-ECOL/1993 De la industria de productos de vidrio prensado y soplado. . . . .	41
NOM-CCA-012-ECOL/1993 De la industria hulera. . . . .	43
NOM-CCA-013-ECOL/1993 De la industria del hierro y del acero. . . . .	45
NOM-CCA-014-ECOL/1993 De la industria textil. . . . .	47
NOM-CCA-015-ECOL/1993 De la industria de la celulosa y el papel. . . . .	49
NOM-CCA-016-ECOL/1993 De la industria de bebidas gaseosas. . . . .	51
NOM-CCA-017-ECOL/1993 De la industria de acabados metálicos. . . . .	53
NOM-CCA-018-ECOL/1993 De la industria de laminación, extrusión y estiraje de cobre y sus aleaciones. . . . .	55
NOM-CCA-019-ECOL/1993 De la industria de impregnación de productos de aserradero. . . . .	57
NOM-CCA-020-ECOL/1993 De la industria de asbestos textiles, materiales de fricción y selladores. . . . .	59
NOM-CCA-021-ECOL/1993 De la industria del curtido y acabado de pieles. . . . .	61
NOM-CCA-022-ECOL/1993 De la industria de matanza de animales y empaqueo de cárnicos. . . . .	63
NOM-CCA-023-ECOL/1993 De la industria de envasado de conservas alimenticias. . . . .	65
NOM-CCA-024-ECOL/1993 De la industria elaboradora de papel a partir de celulosa virgen. . . . .	67
NOM-CCA-025-ECOL/1993 De la industria elaboradora de papel a partir de fibra celulósica reciclada. . . . .	69
NOM-CCA-026-ECOL/1993 De restaurantes o de hoteles. . . . .	71
NOM-CCA-027-ECOL/1993 De la industria del beneficio del café. . . . .	74
NOM-CCA-028-ECOL/1993 De la industria de preparación y envasado de conservas de pescados y mariscos y de la industria de producción de harina y aceite de pescado. . . . .	76
NOM-CCA-029-ECOL/1993 De hospitales. . . . .	78
NOM-CCA-030-ECOL/1993 De la industria de jabones y detergentes. . . . .	80
NOM-CCA-031-ECOL/1993 Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal. . . . .	82
NOM-CCA-032-ECOL/1993 Límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola. . . . .	85
NOM-CCA-033-ECOL/1993 De las condiciones bacteriológicas para el uso de aguas residuales de origen urbano o municipal, o de la mezcla de éstas con la de los cuerpos de agua, en el riego de hortalizas y productos hortofrutícolas. . . . .	88

**NORMA Oficial Mexicana NOM-CRP-006-ECOL/1993, que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Desarrollo Social

**SERGIO REYES LUJAN**, Presidente del Instituto Nacional de Ecología, con fundamento en los artículos 32 fracción XXV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o fracciones VIII y XIX, 8o Fracciones II y VII, 36, 37, 43, 151, 152, 160 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 4o. fracciones II y X, 5o. 31 fracción I, 32 y 33 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos; 38 fracción II, 40 fracciones X y XVII, 41, 43, 46, 47, 52, 62, 63 y 64 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; Primero y Segundo del Acuerdo por el que se delega en el Subsecretario de Vivienda y Bienes Inmuebles y en el Presidente del Instituto Nacional de Ecología, la facultad de expedir las normas oficiales mexicanas en materia de vivienda y ecología, respectivamente.

#### CONSIDERANDO

Que el diseño, construcción y operación de las celdas de los confinamientos controlados para la disposición final de residuos peligrosos deben reunir condiciones de máxima seguridad, a fin de garantizar la protección de la población y el equilibrio ecológico

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el C. Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental ordenó la publicación del proyecto de norma oficial mexicana NOM-PA-CRP-006/93 que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado de residuos peligrosos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de julio de 1993, con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo

Que la Comisión Nacional de Normalización determinó en sesión de fecha 1o de julio de 1993, la sustitución de la clave NOM-PA-CRP-006/93, con que fue publicado el proyecto de la presente norma oficial mexicana, por la clave NOM-CRP-006-ECOL/1993, que en lo subsecuente la identificará

Que durante el plazo de noventa días naturales contados a partir de la fecha de la publicación de dicho proyecto de norma oficial mexicana, los

análisis a que se refiere el artículo 45 del citado ordenamiento jurídico, estuvieron a disposición del público para su consulta.

Que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados en el citado Comité Consultivo Nacional de Normalización, realizándose las modificaciones procedentes. La Secretaría de Desarrollo Social, por conducto del Instituto Nacional de Ecología, publicó las respuestas a los comentarios recibidos en la Gaceta Ecológica, Volumen V, número especial de octubre de 1993.

Que previa aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 5 de octubre de 1993, he tenido a bien expedir la siguiente

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-CRP-006-ECOL/1993, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS QUE DEBEN OBSERVARSE EN EL DISEÑO, CONSTRUCCION Y OPERACION DE CELDAS DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO PARA RESIDUOS PELIGROSOS.**

#### PREFACIO

En la elaboración de esta norma oficial mexicana participaron:

- SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL
- Instituto Nacional de Ecología
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- SECRETARIA DE GOBERNACION
- SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL
- SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
- SECRETARIA DE SALUD
- Dirección General de Salud Ambiental
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
- GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO
- Secretaría de Ecología
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
- PETROLEOS MEXICANOS

residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-CRP-002-ECOL Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-CRP-003-ECOL Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-CRP-001-ECOL/1993.

#### 4. DEFINICIONES

##### 4.1 Celda

El espacio creado natural o artificialmente dentro de un confinamiento controlado, apto para recibir residuos peligrosos compatibles.

##### 4.2 Cubierta

El material o materiales que se colocan en forma de capas en la parte superior de la celda, para aislar los residuos peligrosos de la intemperie.

##### 4.3 Estabilizar

Proceso físico, químico o biológico que al ser aplicado a un residuo, se logra la inactivación de este.

#### 5. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE CELDAS

5.1 Para el diseño y construcción de las celdas de confinamientos controlados se deberán observar los siguientes requisitos:

5.1.1 Las celdas deben contar con sistemas de captación de lixiviados.

5.1.2 Las celdas que contengan residuos que en su proceso de estabilización generen gases o vapores deben contar con sistemas de venteo.

5.1.3 Cuando en las celdas se depositen residuos peligrosos envasados, la estiba no debe exceder de una altura de 7 metros, podrá ser mayor la estiba cuando se justifique técnicamente y las características físicas del sitio lo permitan.

5.1.4 Las celdas deben impermeabilizarse en los términos de la norma oficial mexicana aplicable.

5.1.5 Los muros de contención deben tener un espesor de 60 cm de concreto, con una resistencia de  $240 \text{ Kg/cm}^2$  o su equivalente en otros materiales.

5.1.6 En las dos terceras partes del perímetro de la celda, como mínimo, debe existir un espacio suficiente para asegurar el acceso y maniobras del equipo necesario para movilizar los residuos.

5.1.7 Las pendientes de los taludes de la celda deben ser igual o menores al ángulo de reposo del material del propio talud.

5.1.8 Deberá efectuarse un análisis estructural de los taludes y fondo de la celda, que considere la acción de las siguientes cargas: presión de relleno, cargas de construcción, operación, reparación y sismo. Si la compactación resultara menor del 95% de la prueba proctor, deberán efectuarse las obras de ingeniería complementarias para alcanzar este porcentaje. El coeficiente sísmico del diseño será de 0.3 en todos los casos.

5.1.9 La cubierta de la celda constará de dos capas. La inferior de arcilla, con un espesor, grado de compactación y humedad del material para obtener un coeficiente de permeabilidad  $1 \times 10^{-7}$  cm/seg; o con un material sintético equivalente en su permeabilidad; la capa superior de suelo vegetal de 40 cm de espesor. En el caso de celdas que contengan residuos susceptibles de generar gases o vapores, además de las capas mencionadas, deberá considerarse una capa subyacente de grava, con un espesor mínimo de 25 cm.

##### 5.2 Restricciones

Además de lo dispuesto en el punto anterior, deberán considerarse en el diseño y construcción de la celda, las siguientes restricciones:

5.2.1 Sólo podrán depositarse en la celda los residuos peligrosos previstos en la norma oficial mexicana NOM-CRP-001-ECOL/1993, con excepción de los que contengan sulfuros y cianuros reactivos, bifenilos policlorados con concentraciones  $> 50$  ppm, dibenzo-dioxinas-policlorados y dibenzo-furanos-policlorados, hexas (hexacloro-benceno, hexacloro-etano y hexacloro-butadieno) o aquéllos que tengan características de inflamabilidad.

5.2.2 En una misma celda no podrán depositarse residuos peligrosos incompatibles en los términos de la norma NOM-CRP-003-ECOL/1993.

5.2.3 Sólo podrán depositarse en la celda residuos explosivos estabilizados.

5.2.4 Los residuos inflamables cuyo punto de inflamación sea igual o inferior a  $60^\circ\text{C}$ , sólo podrán depositarse estabilizados.

5.2.5 Sólo podrán depositarse en la celda residuos peligrosos a granel cuando el porcentaje de agua en los mismos no exceda del 30%. Los que excedan este porcentaje deberán depositarse envasados.

5.2.6 No podrán depositarse residuos peligrosos cuyo contenido de aceite sea superior al 5%

5.2.7 Los residuos cuyo contenido de aceite sea igual o inferior al 5%, no podrán depositarse en la celda si contienen más del 25% de humedad.

## 6. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE CAPTACION DE LIXIVIADOS

6.1 El sistema debe estar compuesto de colector, subcolector, cárcamo y pozos de monitoreo de lixiviados como mínimo.

6.2 Todos los subcolectores deben conducir los lixiviados hacia el colector y éste a su vez descargará en el cárcamo de los pozos de monitoreo del lixiviado.

6.3 El colector y los subcolectores deben ser de 15 y 10 cm de diámetro como mínimo, respectivamente.

6.4 Debe existir un sistema de captación de lixiviados por cada 1000 m<sup>2</sup> de celda o fracción de la misma.

6.5 La pendiente de escurrimiento del colector y subcolectores de lixiviados no debe ser menor del 2% en dirección al cárcamo.

6.6 Para el desplante del sistema de impermeabilización y del tubo captador del lixiviado previa preparación de la excavación, se conformará el terreno sobre el cual se tenderá una capa de arcilla de 50 cm de espesor compactada a 90% de la prueba proctor, sobre la cual se colocará el sistema de impermeabilización sintético, la cual tendrá que ser protegida con otra capa de arcilla de 5 cm de espesor compactada al 90% de la prueba proctor donde se colocara el sistema de captación y recolección del lixiviado teniendo que ser empacado con arcilla la parte inferior (no perforada) del tubo captador dejando la parte media superior (perforada) libre de arcilla con un ángulo de 45° la cual será cubierta con grava de 3/4 de pulgada (19 mm) hasta la parte superior de la base de la celda posteriormente se colocara el material de contacto que cubra toda la base de la celda teniendo un espesor mínimo de 12 cm en el tubo captador y con una pendiente del 2% para su drenado.

6.7 La resistencia de las paredes y del piso del colector y subcolectores deberá ser igual a la de las paredes de la celda.

6.8 El sistema de captación debe ser tal, que cada subcolector captará la décima parte del área servida por el sistema.

6.9 La velocidad de captación y escurrimiento del sistema debe ser mayor que la de velocidad de difusión en las paredes y pisos de la celda

6.10 El cárcamo

6.10.1 La capacidad del cárcamo debe calcularse en función de las dimensiones de la

celda y de la precipitación pluvial promedio del sitio de confinamiento, así como la forma en que vayan a depositarse los residuos peligrosos en la celda. En cualquier caso, el volumen útil del cárcamo no deberá ser inferior a un metro cúbico.

6.10.2 El sistema de captación de lixiviados debe contar con dos pozos de monitoreo independientes, uno para captar los lixiviados conducidos por los colectores sobre la membrana y otro para captar los lixiviados que penetren la primera barrera de impermeabilización.

6.11 Cada pozo de monitoreo debe estar dotado de un sistema mecánico o eléctrico para la extracción de lixiviados.

## 7. DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE VENTEO

7.1 El sistema de venteo se sujetará a los siguientes requisitos:

7.1.1 Debe existir un sistema de venteo por cada 300 m<sup>2</sup> de celda o fracción.

7.1.2 Los conductos de venteo deben tener como mínimo 20 cm de diámetro.

7.1.3 Los subcolectores de captación de gases deben situarse a una altura máxima de 2 metros.

7.1.4 El tubo colector y el primer subcolector deben colocarse a una distancia del fondo de la celda, equivalente al 20% de la altura de la misma.

7.1.5 Cada subcolector debe cubrir un área equivalente a la sexta parte del área total de la celda.

7.1.6. El tubo de venteo debe terminar en cuello de ganso.

## 8. CUBIERTA

8.1 Los suelos contaminados con residuos peligrosos no deberán utilizarse como parte de la cubierta de las celdas, ni en obras exteriores de un confinamiento controlado.

## 9. OPERACION

9.1 En la operación de la celda de confinamiento se observarán además de los requisitos de diseño, los siguientes:

9.1.1 Se operará un frente de trabajo para el depósito de residuos peligrosos envasados y otro diferente para el depósito de los residuos a granel. La confluencia de ambos frentes debe estar claramente delimitada. En su caso, estos frentes deben quedar separados.

9.1.2 Los residuos peligrosos deben descargarse y colocarse en la celda en forma controlada, sin ser golpeados, arrastrados o arrojados.

9.1.3 Los residuos peligrosos envasados deben depositarse por grupos, tomando en cuenta sus características físico-químicas.

9.1.4 No podrán depositarse residuos envasados junto con residuos que hubieran sido depositados a granel, cuando los últimos puedan deteriorar los envases.

9.1.5 No podrán colocarse residuos envasados en recipientes metálicos junto con aquéllos que contengan agua libre en el porcentaje permitido para ser depositados a granel.

9.1.6 Los residuos peligrosos colocados a granel en la celda, deberán compactarse periódicamente para asegurar un 80% de la prueba de tractor y cubrirse con tierra después de cada operación.

9.1.7 Debe evitarse la operación de celdas en caso de precipitación pluvial.

9.1.8 No deben depositarse residuos peligrosos mientras existan lixiviados en el primer pozo de monitoreo a que se refiere el punto 6.10.2 de esta norma oficial mexicana. Para efectuar el depósito deben extraerse previamente los lixiviados.

9.1.9 Cuando existan lixiviados en el segundo pozo de monitoreo que se señala en el punto 6.10.2 de esta norma, debe suspenderse el depósito de residuos peligrosos en la celda y cerrarla.

9.1.10 Cuando existan lixiviados en los pozos de monitoreo deberá determinarse su composición y darle el tratamiento en los términos de la norma oficial mexicana aplicable para que sean dispuestos en la misma celda que los generó.

9.1.11 Una vez cerrada la celda deberá verificarse la presencia de lixiviados por lo menos cada 30 días.

9.1.12 No deberá circular equipo mecánico con peso que exceda de 10 toneladas sobre las celdas de confinamiento controlado que contengan residuos peligrosos envasados.

9.1.13 Para contar con un control sobre el llenado de las celdas se utilizará un sistema de coordenadas para su ubicación.

## 10. EQUIPO DE PROTECCION

10.1 Los operarios de las celdas de confinamiento controlado deberán contar con el equipo de protección personal que establezcan las disposiciones aplicables y las normas oficiales mexicanas de seguridad correspondiente

## 11. VIGILANCIA

11.1 La Secretaría de Desarrollo Social por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

## 12. SANCIONES

12.1 El incumplimiento a las disposiciones contenidas en esta norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Residuos Peligrosos y demás disposiciones jurídicas aplicables.

## 13. BIBLIOGRAFIA

13.1 Black, C.A., Evans D.D. White J.L. Ensminger L.E. y Clark C.A. Methods of Soil Analysis. Vol. I y II, 5ª Reimpresión the American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, 1979, U.S.A. (Métodos de análisis de suelos).

13.2 De Pablo L: Las Arcillas I Clasificación, Identificación, Usos y Especificaciones Industriales.

Sobretiro del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, tomo XXVIII, 1964, México.

13.3 Seaman. Corporation XR-5 Chemical Resistant Geomembrane. 1989. (Geomembrana químicamente resistente)

13.4 Shuckrow, Alan. J. Hazardous waste leachate management manual. 1989. (Manual de manejo de residuos peligrosos y lixiviados)

13.5 SLT North America, Inc. for Enviromental liming solutions, 1990.

13.6 Un sistema para la prevención, valoración y control de las exposiciones a sitios peligrosos y sus efectos en la salud. Department of Health and Human Services, 1991, U.S.A. (Tr Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, ECO.OMS/OPS, 1991.

## 14. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

14.1 Esta norma oficial mexicana no coincide con ninguna norma internacional.

## 15. VIGENCIA

15.1 La presente norma oficial mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

15.2 Se abroga el Acuerdo por el que se expidió la norma técnica ecológica NTE-CRP-010/88, que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos determinados por la norma técnica ecológica NTE-CRP-001/88, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de diciembre de 1988.

Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los dieciocho días del mes de octubre de 1993.- El Presidente del Instituto Nacional de Ecología, Sergio Reyes Luján.- Rúbrica.