

DIRECTORIO DE PROFESORES  
RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS  
MUNICIPALES

DEL 7 AL 11 DE SEPTIEMBRE 1992.

M. en C. ARTURO DAVILA VILLAREAL  
DIRECTOR GENERAL  
PROYECTOS CONSTRUCCION Y ESTUDIOS, S.A. DE C.V.  
RANCHO SECO #127, FRACC. SANTA CECILIA  
MEXICO, D.F., C.P. 04930  
TEL. 554-58-30 y 671-68-13 y 671-87-45

ING. RICARDO ESTRADA NUÑEZ  
JEFE DE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE ESTUDIOS ESPECIALES  
DE LA DIRFIC. TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS  
SAN ANTONIO ABAD # 102- 6°PISO  
COL. TRANSITO, C.P. 06040  
TEL. 740-29-98 y 740-23-73

ING. ARTURO LOPEZ ACOSTA  
DIRECTOR DE PROYECTOS DE RESIDUOS SOLIDOS  
PROCESA, INGENIERIA Y ECOLOGIA  
RANCHO SECO #127, STA. CECILIA, COYOACAN  
MEXICO, D.F.  
TEL. 594-58-30 y 671-68-13

M. en I. FELIPE LOPEZ SANCHEZ  
SUBDIRECTOR DE SISTEMAS DE ASEO URBANO EN LA DIRECCION  
GENERAL DE SERVICIOS URBANOS  
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
SAN ANTONIO ABAD #122-6°PISO  
COL. TRANSITO  
TEL. 578-50-89 y 761-39-31

M. en I. JORGE SANCHEZ GOMEZ  
DIRECTOR TECNICO DE DESECHOS SOLIDOS  
EMPRESA D.D.F.  
SAN ANTONIO ABAD # 122-6° PISO  
TEL. 740-23-73

M. en I. GUSTAVO SOLORZANO OCHOA  
CONSULTOR PARTICULAR-GERENTE TECNICO  
EMPRESA AMBIOTEC, S.A. DE C.V.  
ARENAL # 37, CHIMALISTAC, DELEG. ALVARO OBREGON  
TEL. 548-56-23 y 548-50-33

ING. FERNANDO ARREDONDO LOPEZ  
D.T.O.S./D.G.S.U./D.D.F.  
TEL. 740-29-98

ING. FIDEL CORTEZ CARBALLAR  
FERRERIA  
TEL. 394-14-10

ING. AMRGARITA GUTIERREZ ROJAS  
D.T.D.S./D.G.S.U./D.D.F.  
TEL. 740-29-98

BIOL. MARTHA PATRICIA GUTIERREZ ROJAS  
D.T.D.S./D.G.S.U./D.D.F.  
TEL. 740-29-98

ING. JORGE LUIS MATEOS ALVARES  
D.T.G.F./D.G.S.U./D.D.F.  
TEL. 515-25-46

ING. JOSE JUAN MORALES REYES  
D.T.D.S./D.G.S.U./D.D.F.  
TEL. 740-29-98

ING. ALFRADO NUÑEZ CANTU  
ASESOR-SEDESOL  
TEL. 286-95-70

ING. LEOPOLDO ORTEGA AZNAR  
ASESOR  
TEL. 849-08-66

DR. ALEJANDRO PEREZ RICARDEZ  
SEDESOL  
TEL. 286-80-81

ING. HORACIO RAMIREZ BERMEJO  
SEDESOL  
TEL. 286-95-70

# EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

**CURSO:**

**RECOLECCION, BARRIDO Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**FECHA:** Del 7 al 11 DE SEPTIEMBRE DE 1992

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION)	PUNTUALIDAD
<b>CONFERENCISTA</b>					
1	M. I. GUSTAVO SOLORZANO OCHOA				
2	ING. ARTURO LOPEZ ACOSTA				
3	ING. HORACIO RAMIREZ				
4	M. C. ARTURO DAVILA VILLARREAL				
5	ING. RICARDO ESTRADA NUÑEZ				
6	M. I. FELIPE LOPEZ SANCHEZ				
7	ING. LEOPOLDO ORTEGA				
8	ING. JOSE JUAN MORALES				
9	PATRICIA GUTIERREZ				
<b>ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10</b>					

NOMBRE DEL CURSO \_\_\_\_\_

FECHA DEL CURSO \_\_\_\_\_

\* C O M E N T A R I O S \*

Blank lined area for comments.

## EVALUACION DEL CURSO

C O N C E P T O		
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO EN EL CURSO	
EVALUACION TOTAL		

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10

1.- ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE

AGRADABLE

DESAGRADABLE

2.- Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR  
ANUNCIO TITULADO DE  
VISION DE EDUCACION  
CONTINUA

PERIODICO NOVEDADES  
ANUNCIO TITULADO DE  
VISION DE EDUCACION  
CONTINUA

FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL

RADIO UNIVERSIDAD

COMUNICACION CARTA,  
TELEFONO, VERBAL,  
ETC.

REVISTAS TECNICAS

FOLLETO ANUAL

CARTELERIA UNAM "LOS  
UNIVERSITARIOS HOY" GACETA  
UNAM

3.- Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL  
PARTICULAR

METRO

OTRO MEDIO

4.- ¿Qué cambios haría en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

---

---

---

5.- ¿Recomendaría el curso a otras personas?  SI  NO

5.a. ¿Qué periódico lee con mayor frecuencia?

---

---

6.- ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7.- La coordinación académica fué:

EXCELENTE

BUENA

REGULAR

MALA

8.- Si está interesado en tomar algún curso INTENSIVO ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES  
DE 9 a 13 H. Y  
DE 14 A 18 H.  
(CON COMIDAD)

LUNES A  
VIERNES DE  
17 a 21 H.

LUNES A MIERCOLES  
Y VIERNES DE  
18 A 21 H.

MARTES Y JUEVES  
DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H.  
SABADOS DE 9 A 14 H.

VIERNES DE 17 A 21 H.  
SABADOS DE 9 A 13 H.  
DE 14 A 18 H.

OTRO

9.- ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10.- Otras sugerencias:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

7 - SEPT.

HORARIO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
9:00 - 10:00	<b>INTRODUCCION</b>  Gustavo Solórzano	<b>BARRIDO</b>  Arturo López	<b>RECOLECCION</b>  Horacio Ramírez	<b>TRANSFERENCIA</b> Arturo Dávila	<b>VISITA A LA ESTACION DE TRANSFERENCIA "TLALPAN"</b>
10:00 - 10:50	<b>ASPECTOS RELACIONADOS CON LOS RESIDUOS SOLIDOS</b> Gustavo Solórzano	  Felipe López	  Ricardo Estrada	Ricardo Estrada  Felipe López	
10:50 - 11:00	R E C E S O				
11:00 - 12:00	<b>ESTUDIOS DE CAMPO</b>	<b>RECICLO</b> Arturo Dávila	  Fernando Arredondo	Alfredo Núñez	
12:00 - 12:50	Ricardo Estrada	  Patricia Gutiérrez	  Leopoldo Ortega	Jorge Luis Mateos  Alejandro Pérez	
12:50 - 13:00	R E C E S O				
13:00 - 14:00	  Leopoldo Ortega	  	  Leopoldo Ortega	  José Juan Morales	<b>MESA REDONDA</b>
14:00 - 15:00	<b>ALMACENAMIENTO</b>  Arturo Dávila	Margarita Gutiérrez  José Juan Morales	  Alejandro Pérez	<b>DESARROLLO INSTITUCIONAL</b>  Fidel Cortéz	<b>CLAUSURA</b>



RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

DEL 7 AL 11 DE SEPTIEMBRE DE 1992

**P R O G R A M A**

Lunes 7 - Septiembre

<b>INTRODUCCION</b> <i>Gustavo Solórzano</i>	(60 min)
<b>ASPECTOS RELACIONADOS CON RESIDUOS SOLIDOS</b> <i>Gustavo Solórzano</i>	(50 min)
<b>ESTUDIOS DE CAMPO</b>	
• Estudios de Generación y Composición <i>Ricardo Estrada</i>	(90 min)
• Estudios de Tiempo y Movimiento <i>Leopoldo Ortega</i>	(80 min)
<b>ALMACENAMIENTO</b> <i>Arturo Dávila</i>	(60 min)

Martes 8 - Septiembre

<b>BARRIDO</b>	
• Generalidades y Tipos de Barridos <i>Arturo López</i>	(50 min)
• Descripción y Selección de Equipo, Diseño de Rutas <i>Felipe López</i>	(60 min)
<b>RECICLO</b>	
• Introducción y Generalidades <i>Arturo Dávila</i>	(30 min)
• Estado del Arte <i>Patricia Gutiérrez</i>	(80 min)
• Reciclo en la Fuente • Reciclo en la Recolección • Reciclo en la Disposición Final <i>Margarita Gutiérrez</i>	(90 min)
• Factividad e Implicaciones <i>José Juan Morales</i>	(30 min)

Miercoles 9 - Septiembre

### RECOLECCION

- Aspectos Generales y Métodos (55 min)  
*Horacio Ramirez*
- Selección de Equipos (55 min)  
*Ricardo Estrada*
- Mantenimiento Preventivo y Operación (60 min)  
*Fernando Arredondo*
- Diseño de los Sistemas (110 min)
  - Frecuencia
  - Flotilla
  - Macro-Rutas
  - Micro-Rutas
  - Control*Leopoldo Ortega*
- Costos y Tarifas (60 min)  
*Alejandro Pérez*

Jueves 10 - Septiembre

### TRANSFERENCIA

- Generalidades y Tipos (30 min)  
*Arturo Dávila*
  - Ubicación de Estaciones de Transferencia (40 min)  
Productividad  
*Ricardo Estrada*
  - Selección y Revisión de Equipos (40 min)  
*Felipe López*
  - Operatividad de Estaciones de Transferencia (40 min)
    - Monterrey  
*Alfredo Núñez*
    - Distrito Federal (40 min)  
*Jorge Luis Mateos*
  - Costos y Tarifas (45 min)  
*Alejandro Pérez*
  - Controles Ambientales y Monitoreo (45 min)  
*José Juan Morales*
- DESARROLLO INSTITUCIONAL** (60 min)  
*Fidel Cortés*



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

**CURSOS ABIERTOS**

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE  
DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Del 7 al 11 de septiembre de 1992

COMPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES



**ASOCIACION MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS  
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS, A. C.**

## ASPECTOS GENERALES

### I.- INTRODUCCION

Desde los principios de la civilización, el hombre ha tenido que afrontar los problemas ocasionados por la generación de los residuos sólidos, generalmente asociada con la producción de un bien o la satisfacción de una necesidad biológica; estos problemas tienen que ver con todo el ciclo que sufren los residuos sólidos desde su generación hasta su disposición final.

El hombre a través de su historia ha depositado incontroladamente sus residuos sólidos en el ambiente, siendo una práctica común la utilización de terrenos abandonados o márgenes de caminos, ríos y carreteras; otros residuos los han incinerado o enterrado y algunos residuos de alimentos les han servido como fuente alimenticia para sus animales domésticos.

Como consecuencia del inadecuado manejo de los residuos sólidos, el hombre ha tenido que enfrentar serios problemas de contaminación del ambiente y de la salud pública, dentro de los cuales destaca la contaminación de agua, suelo y aire, así como el incremento de infecciones transmitidas por vectores biológicos que se desarrollan en los lugares donde se almacenan o depositan sin ningún control, dichos residuos.

En los últimos años debido al acelerado crecimiento de las ciudades, estos problemas de contaminación ambiental asociados con el mal manejo de los residuos sólidos, se han visto incrementados conforme han crecido las poblaciones y las necesidades de sus habitantes, el hombre empezó a investigar diversos sistemas adecuados para el manejo y la disposición final incluyendo aspectos de la contaminación del agua, aire, suelo, así como de la salud y económicos.

Sin embargo, en la mayoría de los países poco desarrollados, y en nuestro país no es la excepción, se continúa disponiendo de los residuos a través de los "basureros a cielo abierto", práctica que consiste en depositar los residuos sólidos recolectados sobre un terreno sin ningún control, generalmente localizado en las afueras de la ciudad, aunque en algunas ocasiones se encuentra dentro de ésta, lo cual ocasiona efectos adversos sobre el ambiente, tales como malos olores, debido a la producción de gases por la descomposición de sulfatos contenidos en la basura, además el bióxido de carbono, en presencia de

humedad, forma ácido carbónico, el cual puede mineralizar el suelo y el agua.

Aunado a lo anterior se presenta la formación de lixiviados, por la percolación de agua (principalmente de lluvia), a través de la basura; estos lixiviados pueden contaminar cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Adicionalmente, se pueden producir incendios cuando el volumen del gas metano, producto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica contenida en los residuos llega a alcanzar entre un 5 y un 15% del volumen del aire. Por último, los basureros a cielo abierto afectan la estética y son el habitat de vectores biológicos (moscos, mosquitos, ratas, etc.), transmisores de enfermedades infecciosas al hombre y a los animales.

Todos los problemas se incrementan en lugares de grandes concentraciones humanas, de altas precipitaciones pluviales, así como en lugares escasos de sitios para disponer los residuos sólidos.

## CICLO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

Las diferentes etapas que pueden integrar el ciclo de los residuos sólidos son las siguientes:

### 1.- GENERACION

Se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de residuos sólidos, por una determinada fuente en cierto intervalo de tiempo.

### 2.- ALMACENAMIENTO

Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se recolecten para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

### 3.- PRETRATAMIENTO

Es el proceso de transformación que sufren los residuos

sólidos en la misma fuente generadora antes de ser almacenados. Esta transformación puede involucrar desde una simple separación de subproductos, hasta un cambio en las propiedades físicas o químicas de los residuos sólidos.

#### 4.- RECOLECCION

Es la acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos o conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento y/o disposición final.

#### 5.- TRANSPORTE PRIMARIO

Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos generados en las fuentes de generación a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

#### 6.- TRANSPORTE SECUNDARIO

Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos hasta los sitios de disposición final, una vez que han pasado por las etapas de transferencia y/o tratamiento o viceversa.

#### 7.- SEPARACION SIMULTANEA

Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo una separación manual de subproductos reciclables, en forma simultánea con las fases de recolección, transporte primario y/o disposición final. A esta actividad es común denominarla en México prepepna.

#### 8.- TRANSFERENCIA

Es la acción de transbordar los residuos sólidos de las unidades vehiculares de recolección a las de transferencia, con el propósito de transportar una mayor cantidad de los residuos, logrando con ello disminuir los costos de transporte, incrementar la cobertura del servicio de recolección con el mismo número de vehículos y disminuir el deterioro de los mismos por los largos recorridos a los sitios de disposición final, los cuales por lo general se encuentran en malas condiciones.

## 9.- TRATAMIENTO

Es el proceso que siguen los residuos sólidos para hacerlos reutilizables y/o eliminar su peligrosidad.

## 10.- DISPOSICION FINAL

Es el depósito permanente de los residuos sólidos en sitios, los cuales deben de prepararse con el fin de evitar el deterioro del ambiente y por ende de la salud humana, al permitir la filtración de los lixiviados, la quema de los residuos, su exposición al ambiente, etc.

La etapa de Transferencia se utiliza en los asentamientos humanos densamente poblados y con grandes distancias de los centros de generación de los residuos sólidos a los sitios de disposición final, y por lo que respecta a la etapa de tratamiento, ésta ha tenido muy poco desarrollo en cuanto a América Latina se refiere, habiéndose desarrollado bastantes técnicas, la mayoría sofisticadas y muy costosas, en los países desarrollados.

## II. SITUACION ACTUAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

La situación actual de los residuos sólidos va a ser referida en términos generales a América Latina, ya que las condiciones que se presentan en su totalidad son en la mayoría de los casos en forma similar a lo que en México está sucediendo, siendo en Estados Unidos, Europa y Japón, por mencionar algunas regiones y países, las condiciones muy diferentes a las nuestras.

Actualmente se generan en América Latina un promedio de 250,000 toneladas por día de residuos sólidos, los cuales hay que recolectar, transferir, tratar y disponer sanitariamente para evitar el deterioro del ambiente y en consecuencia de la salud humana.

Los residuos sólidos son generados en gran variedad de fuentes productoras, destacándose por su importancia las siguientes: casas-habitación, comercios, industrias, hospitales, mercados, centros de servicio, laboratorios, centros de reuniones, oficinas, etc., generándose una gran diversidad de residuos tanto por sus características físicas como físico-químicas, las cuales se van haciendo más complejas y difíciles de tratar y disponer en

forma adecuada conforme pasa el tiempo, y nuevos desarrollos tecnológicos van surgiendo.

En la actualidad se generan entre 0.3 y 0.6 kg/hab-día en las casas-habitación, llegando a alcanzar 1.0 kg/hab-día en algunas ciudades de la Región. Considerando las otras fuentes de generación mencionadas en el párrafo anterior el promedio de producción de residuos sólidos, tomando en cuenta todas las fuentes, anda en el orden de 1.0 a 1.2 kg/hab-día, el cual se incrementa tanto por el crecimiento de la población como por el aumento en la generación de basura de los habitantes, con los cambios de costumbres y hábitos en general.

En lo que al almacenamiento se refiere se puede decir que en términos generales se realiza en forma inadecuada en la mayoría de sus fuentes de generación, siendo algunas excepciones los establecimientos de servicios como lo son los hoteles, sobre todo las cadenas de éstos de origen norteamericano, europeas o japonesas, también en algunas industrias y hospitales se tiene un tipo de almacenamiento adecuado, coincidiendo en muchos de los casos con su mismo origen.

Por lo general, el almacenamiento se realiza en recipientes de una gran diversidad tanto en su tamaño como en su forma y material de fabricación, provocando con ello innumerables problemas como: retrasos en la recolección, accidentes a los operadores del servicio tanto contadurales como problemas en columna por aristas afiladas y exceso de peso en los recipientes, repercutiendo esto en baja eficiencia de recolección e incremento en los costos del servicio. Cuando se trata de residuos industriales, peligrosos o patológicos, los problemas se agravan y repercuten también en el ambiente, en la calidad del agua, y con ello la afectación no es únicamente el personal del servicio de limpieza sino a la población en general.

El barrido y la limpieza pública es utilizada principalmente en las calles, avenidas, vías rápidas, en general aquellas pavimentadas o empedradas, con un rendimiento promedio de 1.0 a 2.5 km/día de calles (o sea 2.0 a 5.0 de cuneta), y una recolección aproximada de entre 30 y 70 kilogramos de basura por kilómetro barrido, requiriéndose de 0.4 a 0.8 barrenderos por cada 1000 habitantes, ésto en cuanto a la limpieza manual, dependiendo del apoyo del barrido mecánico, de la porción de calles pavimentadas, del grado de dificultad del barrido así como de la educación y cooperación de la comunidad. En cuanto al barrido mecánico, el cual es utilizado en muy pocas ciudades de toda la región de América Latina tiene un rendimiento promedio de 40 kms./jornada cada barredora; en cuanto a costos, éstos son



menores a los del barrido manual aunque implica desplazamiento de mano de obra y salida de divisas de los países, ya que las barredoras son importadas.

En el aspecto de recolección, la cobertura de este servicio es entre el 75 y el 80 %, siendo las áreas marginadas donde se acentúa aún más el problema, lo cual contribuye a incrementar los riesgos ambientales, ya que a las condiciones de hacinamiento, pobreza y carencia de otros servicios, hay que agregar los problemas causados por los residuos sólidos. En muchos casos los servicios no se prestan por carencia de vehículos y de una infraestructura vial adecuada, problemas que en algunas ciudades han podido ser superadas al desarrollar métodos no convencionales de recolección primaria mediante carritos, carretas u otros elementos de tracción humana o animal.

Otro problema que enfrenta la recolección es la gran diversidad de equipos con que cuentan las municipalidades, muchos de ellos de importación, lo cual dificulta el mantenimiento tanto preventivo como correctivo, ya que la importación de refacciones en términos generales es un trámite lento, esto considerando que se cuenta con recursos disponibles.

En el aspecto técnico, el problema también es de consideración ya que el establecimiento de rutas, rendimientos, frecuencias y horarios adecuados, personal capacitado, mantenimiento de equipos y en general de todos los aspectos que deben constituir el diseño del sistema, casi no se utilizan, repercutiendo en ineficiencias en la prestación de los servicios, así como altos costos del mismo.

La fase de Transferencia hasta hace unos 15 años, ha iniciado su desarrollo debido al acelerado crecimiento poblacional, lo cual ha ocasionado un crecimiento importante en las ciudades, conformándose muchas de ellas ya en zonas metropolitanas o ciudades con poblaciones superiores a los 600,000 habitantes, trayendo como consecuencia que los sitios de disposición final cada vez se encuentren más alejados de los centros de generación de los residuos sólidos.

De las dos modalidades de transferencia, con y sin sistema de compactación, ésta última ha tenido un mayor desarrollo por el costo y facilidad de operación, aún con los problemas de falta de mantenimiento que se presentan en las instalaciones de los servicios de limpieza pública.

La etapa de tratamiento está por el momento casi sin desarrollo, ya que los costos de inversión inicial y de operación aún están muy por encima de los del relleno sanitario, situación que cambia en los países desarrollados debido a la falta de terrenos para el relleno sanitario, altos costos de energéticos, gran oposición de la población para la instalación de un relleno sanitario cercano a la población.

Las plantas de compostaje, como sistema de tratamiento tuvieron su introducción en América Latina en los años '70s, y hoy en día un alto porcentaje de ellas está fuera de operación porque no se les dio el mantenimiento adecuado, el mercado de la composta no se ha dado con buenos resultados, se ha desarrollado en gran escala la prepepena haciendo casi nula la recuperación de subproductos. Lo anterior trajo como resultado que la recuperación de costos de operación por la venta de subproductos y de composta fuera mínima, y en consecuencia no se tuvieron los resultados esperados con este sistema de tratamiento.

En los últimos años se ha venido incrementando la práctica de la recuperación de subproductos en la misma fuente de generación, con resultados positivos, ya que los costos de operación son mínimos y el porcentaje de recuperación se ha incrementado.

La incineración se utiliza sobre todo para los residuos patológicos generados en las unidades médicas, aunque no con la eficiencia y cobertura que se requiere.

En lo que a disposición final se refiere, posiblemente del porcentaje que se recolecta, sólo un 25% se dispone adecuadamente en rellenos sanitarios, otro 25% en rellenos controlados o semicontrolados y el resto en basureros a cielo abierto, con los consecuentes problemas de contaminación del agua, aire y suelo, además de la proliferación de fauna nociva, gérmenes patógenos, malos olores, incidiendo todo esto en la salud del hombre.

Por otra parte, otro problema muy común es la debilidad institucional de los organismos operadores del sistema de limpieza. En la parte de organización, existen servicios administrados por las Municipalidades, así como aquellos cuya responsabilidad recae en instituciones del Gobierno Federal, en ambos casos, la operación se realiza en forma directa a través de contratos a particulares.

Desde el punto de vista de la planeación de los servicios, pocas ciudades cuentan con un programa de aseo urbano o han integrado

este aspecto al proceso de planeación urbana, y en el caso de que se quiera integrar se enfrentan al problema de que la prestación del servicio de limpieza siempre está subvencionado, dificultando con ello dicha planeación.

### III. CONTROLES

Para mantener la calidad de un servicio de limpieza es indispensable establecer diversos controles que aseguren que se esté trabajando según lo programado.

Es muy importante no incluir controles innecesarios, sino sólo aquellos que son de utilidad para los fines perseguidos.

#### Controles Necesarios

##### Controles de personal

Se establecen con el fin de: elaboración de nóminas, otorgamiento de estímulos y recompensas por asistencia y puntualidad, lograr un mejor aprovechamiento del tiempo disponible del personal operativo.

##### Control de cobertura diaria

La finalidad del sistema de limpieza es evitar daños a la salud de la población. Por ello el sistema más importante por establecer es la verificación diaria de la cobertura en base a la forma programada. En caso de no ser así, es preciso tomar de inmediato las medidas necesarias para corregir la situación. El jefe del servicio debe recibir diariamente un informe escrito sobre esta materia. Un registro de los reclamos del público, y la labor de supervisores bien adiestrados ayudan a mantener este control, pero cada chofer debe informar si no ha podido completar la ruta asignada, así como las razones que lo impidieron, en el caso de la recolección y el barrido mecánico, y el barrendero lo hará en el caso del barrido manual. En la disposición final y transferencia estará a cargo de lo anterior el responsable de la operación del sitio.

##### Control de Carga de Camiones

La instalación de una báscula en las estaciones de

transferencia, plantas de tratamiento y/o sitios de disposición final permite pesar tanto los vehículos de recolección como los de transferencia, para asegurarse que sean utilizados a su máxima capacidad, y nunca excediéndola ya que esto afecta los vehículos.

### Control de tiempo

Se debe entregar a cada chofer de vehículos, ya sea de recolección, de barrido mecánico o de transferencia una hoja de ruta donde se anote la hora en que llegó o salió de los siguientes puntos:

- a. Salida del garage, con la firma del supervisor
- b. Inicio de la ruta
- c. Término de cada viaje
- d. Llegada a la estación de transferencia, planta de tratamiento o sitio de disposición final, según sea el caso, con la firma del supervisor o responsable del lugar
- e. Salida del lugar de transferencia, tratamiento o disposición final, con la firma del supervisor
- f. Inicio del segundo viaje
- g. Término del segundo viaje
- h. Segunda llegada y salida al sitio de transferencia, tratamiento o sitio de disposición final
- i. Los mismos datos de los puntos "f" al "h" si hay un tercer o cuarto viaje
- j. Regreso al garage, con la firma del supervisor

La información anterior, permite establecer tiempos estándar y detectar si algún chofer se sale de su ruta. Por otra parte hace posible corregir el diseño de rutas y mantener una eficiencia óptima en el servicio.

### Control Ocasional del Servicio

El jefe del servicio o supervisores deben de revisar continuamente como se están atendiendo los diferentes sectores, en cuanto al servicio de limpieza se refiere, para detectar fallas o problemas no previstos. Por ejemplo, si el horario establecido para cierta calle crea congestionamiento de tráfico, si el público no está utilizando el tipo de recipiente adecuado, etc.

### Control Contable

Ya que se procura minimizar los costos, es preciso, llevar un

---

registro de éstos, incluyendo todos los factores que inciden en ellos. Si algún concepto sufre un incremento no previsto o desproporcionado se requiere investigar a que se debe y procurar hacer las correcciones que permitan reducirlo.

### Rendimientos

Los controles señalados permiten también fijar los rendimientos en cada ruta, expresados por ejemplo en toneladas recogidas, transferidas o barridas por hora. Estos rendimientos deben de ser semejantes en todas las rutas y, si ello no ocurre, deben de investigarse las causas.

**CURSOS ABIERTOS**

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE  
DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Del 7 al 11 de septiembre de 1992

**ESTUDIOS BASICOS**



**ASOCIACION MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS  
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS, A. C.**

En términos generales, la problemática de los residuos sólidos en cualquier localidad, esta dada con especial por los siguientes cuestionamientos:

¿Que instalaciones, equipos y recursos humanos se emplean para la prestación de los servicios de aseo urbano?

¿Como se lleva a cabo la gestión de los servicios de aseo urbano?

¿Cuales son las características físicas y topográficas de la localidad?

¿Cual es el grado de concientización y participación ciudadana de los habitantes de la localidad?

¿Que tipo, características y tonelaje de residuos sólidos se generan en la localidad?

Los requerimientos de mayor peso, cuya identificación y conocimiento son vitales para dar solución a una cierta problemática; se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Inventarios de personal, equipo e instalaciones.
  
- Definición de niveles de productividad de los servicios de aseo urbano.
  - . Equipos
  - . Personal.
  
- Vialidad, topografía, fronteras naturales de la localidad.
  
- Definición de los estratos socio-económicos y densidades de población.
  
- Identificación de la participación ciudadana.
  
- Determinación de características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos.
  
- Conocimiento de las actividades básicas de la localidad y sus correspondientes indicadores.

En resumen, los requerimientos antes indicados pueden encuadrarse dentro de los siguientes rubros generales:

- Estudios de Identificación de Parámetros de Diseño.
  - . Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos.
  
- Estudios de Productividad.
  - . Determinación de niveles de productividad de los servicios de aseo urbano.
    - Personal
    - Equipos
  - . Inventarios de personal, equipo e instalaciones.
  
- Estudios de Investigación de la Información.
  - . Vialidad, topografía y fronteras naturales de la localidad.
  - . Estratos socio-económicos y densidades poblacionales.
  - . Participación ciudadana..
  - . Actividades básicas de la localidad.

Uno de los objetivos primordiales para llevar a cabo los estudios antes mencionados es el de encontrar una serie de cifras e indicadores que permitan conocer a través de ellos el estado de eficiencia que guardan los servicios de aseo urbano de la localidad que se pretenda estudiar; mediante la comparación de los mismos con los indicadores generales promedio que recomiendan las agencias de colaboración técnica en esta materia como lo es la Oficina Panamericana Sanitaria de la Organización Mundial de la Salud; indicadores que en la actualidad se relacionan con las cifras que se indican a continuación:



- Costo por usuario . 8 U.S. \$/año.
- Costo por tonelada 12-25 U.S. \$/ton.
- No. de empleados 1000 habs. - 1
- Barrido manual
  - . Rendimiento 1-2 km. calle/día
  - . Requerimientos 0.4-08 empleados/1000 hab.
  - . Costo 0.5 - 1.5 U.S. \$/km.
- Recolección
  - . Rendimiento 4 a 8 ton/viaje
  - . Rendimientos ≈ 2 viajes/día
  - . Rendimientos 0.2 -0.5 empleados/1000 hab.
  - . Costo 12 - 25 U.S. \$/ton.
- Disposición final
  - . Costo 1 - 6 U.S. \$/ton.

Dentro de lo que se estableció como estudios de identificación de parámetros de diseño, se incluyen los siguientes indicadores básicos.

- Generación, composición y peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en diferentes puntos del ciclo.

De casas-habitación

- . En la fuente generadora
- . Durante la recolección
- . En las estaciones de transferencia
- . En los sitios de disposición final

De otras fuentes

- . En la fuente generadora
- . Durante la recolección
- . En las estaciones de transferencia
- . En los sitios de disposición final

- Características físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos municipales.

- . Humedad
- . Cenizas
- . Materia volátil
- . Poder calorífico
- . C H O N S
- . Temperatura
- . pH
- . Metales pesados
- . Densidad
- . Coliformes totales
- . Coliformes fecales
- . D.B.O.S.
- . C.O.T.

- Otras determinaciones.

- . Cap. de campo
- . Porosidad

En cuanto a los Estudios de Productividad, cuyo objetivo principal es el de medir la eficiencia tanto del personal como de los equipos empleados en la prestación de los servicios de aseo urbano y por ende determinar sus niveles de productividad y costos e indicadores operacionales; deberán contemplar por tanto, la identificación y medición de los siguientes elementos:

- Para los vehículos recolectores.
  - . Número de usuarios por parada.
  - . Número y tipo de recipientes por parada.
  - . Ruta de recolección que cumplan los vehículos durante el estudio, sobre un plano de la zona.
  - . Ubicación del número de paradas de la ruta de recolección, sobre el plano donde se realice el trazo de la ruta de recolección.
  - . Errores o vicios que se observen durante el estudio, cuando el vehículo recolector cumpla con su trabajo.
  - . Elementos extraños que afecten el trabajo normal del vehículo recolector durante el estudio, así como sus tiempos.
  - . Cantidad de basura recolectada al término de la ruta de recolección, mediante pesaje directo.
  - . Distancias en metros, entre cada uno de los elementos registrados en el estudio.
  
- Para las unidades de barrido mecánico y para los barrenderos manuales.
  - . Errores o vicios que se observen durante el estudio, cuando la unidad de barrido o el barrendero manual cumpla con su trabajo.
  - . Elementos extraños que afecten el trabajo normal de la unidad de barrido o del barrendero manual durante el estudio, así como sus tiempos.
  - . Ruta de barrido que cumpla la unidad de barrido o el barrendero manual durante el estudio, sobre un plano de la zona.
  - . Cantidad de residuos de la vía pública reunidas con el barrido al término de la ruta, mediante pesaje directo.
  - . Distancias en metros, entre cada uno de los elementos registrados en el estudio.

- Para las unidades encargadas de la operación del relleno sanitario.

Esta actividad solamente será cumplida, cuando los residuos sólidos generados por la localidad en cuestión, sean dispuestos mediante un relleno sanitario.

- . Errores o vicios que se observen durante el estudio, cuando la maquinaria pesada cumpla con su trabajo.
- . Elementos extraños que afecten el trabajo normal de la maquinaria durante el estudio, así como sus tiempos.
- . Cantidad de residuos dispuestos al término de las actividades diarias.

Los estudios de tiempos y movimientos deberán ser realizados en cada una de las unidades que conforman las flotillas de recolección, barrido manual y mecánico y del relleno sanitario.

**CURSOS ABIERTOS**

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE  
DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Del 7 al 11 de septiembre de 1992

G E N E R A C I O N



ASOCIACION MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS  
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS, A. C.

AMGRES PAC

## 1.- ESTUDIOS DE IDENTIFICACION DE PARAMETROS DE DISEÑO.

Dentro de estos estudios, se deberán desarrollar una serie de actividades encaminadas a la obtención de ciertos parámetros de diseño, necesarios para el desarrollo de actividades posteriores. Básicamente, los estudios por desarrollar son los siguientes:

### 1.1 Estudio y Análisis de los Residuos Sólidos Municipales.

#### a) Generación de Residuos Sólidos.

El estudio para determinar la generación per-cápita de los residuos sólidos generados tanto en las casas habitación, como en otro tipo de fuentes de la localidad, exceptuando cualquiera de tipo industrial; deberá ser determinada ejemplando la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61-1985.

Asimismo, se podrán aplicar programas intensivos de taras y pesajes para conocer los tonelajes de basura que se generan con fuentes no-domésticas.

#### b) Peso volumétrico "In-Situ".

La geterminación del peso volumétrico "in-situ" de los residuos sólidos generados por cualquier fuente, exceptuando a las industrias, deberá realizarse empleando las siguientes Normas Oficiales:

- NOM-AA-15-1985 Muestreo-Método de Cuarteo
- NOM-AA-19-1985 Peso Volumétrico "In-Situ"

#### c) Composición de los Residuos Sólidos.

La composición de los residuos sólidos generados por cualquier fuente, exceptuando a las industrias, se hará utilizando las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- NOM-AA-25-1985 Método de Cuarteo
- NOM-AA-22-1985 Selección y Cuantificación de Subproductos.

d) Características Físicas y Químicas de los Residuos Sólidos.

Las características físicas y químicas de los residuos sólidos generados en cualquier fuente, exceptuando las industriales, se hará utilizando las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- NOM-AA-15-1984 Muestreo Método de Cuarteo.
- NOM-AA-52-1985 Preparación de Muestras en Laboratorio para su Aálisis.
- NOM-AA-16-1984 Determinación de Humedad.
- NOM-AA-25-1984 Determinación de pH - Método Potenciométrico.
- NOM-AA-18-1984 Determinación de Cenizas.
- NOM-AA-92-1984 Determinación de Azufre,
- NOM-AA-68-1986 Determinación de Hidrógeno.
- NOM-AA-21-1985 Determinación de Materia Orgánica.
- NOM-AA-33-1985 Determinación de Poder Calorífico.
- NOM-AA-24-1984 Determinación de Nitrógeno Total.
- NOM-AA-67-1985 Determinación de la Relación Carbón/nitrógeno.
- NOM-AA-90-1986 Determinación de Oxígeno.

e) Otros.

Se incluirán todas las actividades complementarias para estudiar y analizar los residuos sólidos generados por cualquier fuente municipal, exceptuando a las industrias.

Algunas de estas actividades complementarias podrán ser:

- La determinación del peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en los vehículos recolectores, así como en los sitios de tratamiento, de transferencia y de disposición final.

## 1.2 Tratamiento de la Información.

En cuanto al tratamiento que debe darse a la información captada con el estudio y análisis de los residuos sólidos municipales, para la obtención de los parámetros de diseño, se puede comentar lo siguiente:

### a) Generación de Residuos sólidos.

- Generación per-cápita diaria de residuos sólidos de todo el período de muestreo, por estrato socio-económico muestreado, incluyendo sus estadísticos, tales como: desviación estandar, varianza, tamaño de las muestras, etc.
- Generación per-cápita diaria, para cada uno de los días en que se realizó el muestreo, por estrato socio-económico muestreado, incluyendo sus estadísticos mencionados en el punto anterior.

La información anterior, deberá ser complementada con un plano que muestre la división de los diferentes estratos socio-económicos que componen la localidad en cuestión, así como las zonas con su respectiva generación per-cápita y su generación total diaria de residuos sólidos. En dicho plano también se debe indicar la información antes citada, correspondiente a otro tipo de fuentes generadoras de tipo municipal.

### b) Peso Volumétrico "In-Situ".

- Los pesos volumétricos "in-situ" por estrato socio-económico y por fuente generadora, obtenidos en cada uno de los días del período de muestreo, así como su promedio incluyendo sus estadísticos, tales como: desviación estandar, varianza, etc.

En el plano mencionado en el inciso anterior, se deberán indicar los promedios de los pesos volumétricos obtenidos en los diferentes estratos socio-económicos y fuentes generadoras.

- Los resultados de las determinaciones del peso volumétrico de los residuos sólidos en los vehículos recolectores, así como en los sitios de tratamiento, de transferencia y de disposición final si existe relleno sanitario.



c) Composición de los Residuos Sólidos.

- Composición diaria de los residuos sólidos, por estrato socio-económico y por fuente generadora, obtenida en cada uno de los días del período de muestreo.
- Promedio de las composiciones diarias obtenidas durante el período de muestreo en peso y en por ciento de los residuos sólidos, por estrato socio-económico y por fuente generadora; incluyendo sus estadísticos, tales como: desviación estandar, varianza, etc.

Por otro lado, en el plano mencionado en el inciso "a", se deberá incluir la información referente a la composición promedio de los residuos sólidos, por estrato socio-económico y por fuente generadora.

d) Características Físicas y Químicas de los Residuos Sólidos.

Los resultados de las determinaciones físicas y químicas de los residuos sólidos generados exclusivamente por las fuentes de origen municipal, deberán anotarse en una tabla comparativa. - Tales determinaciones, deberán hacerse por triplicado, reportándose en la tabla antes mencionada, los tres valores por parámetro y su correspondiente promedio incluyendo sus estadísticos, tales como: desviación estandar, varianza, etc.

**CURSOS ABIERTOS**

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE  
DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Del 7 al 11 de septiembre de 1992

**ALMACENAMIENTO**



**ASOCIACION MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS  
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS, A. C.**

## SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

### I.- INTRODUCCION

El almacenamiento es una de las fases del ciclo de control de los residuos sólidos, esta acción es una responsabilidad que esta en manos del generador del residuo, el buen cumplimiento de esta obligación por parte del usuario se vera reflejado positivamente en el sistema de aseo urbano.

Los impactos de los sistemas de almacenamiento sobre el servicio de recolección no ha sido totalmente estudiado, sin embargo la experiencia ha demostrado que los sistemas de recolección son seriamente alterados en tiempo y en enfermedades y lastimaduras importantes, si no se cuenta con adecuados sistemas de almacenamiento, situaciones que afectan la eficiencia del sistema de recolección.

Otro aspecto importante que resulta afectado si no se cuenta con buenos sistemas de almacenamiento es sin duda la salud pública de la localidad y principal y directamente afectada es la misma familia generadora, ya que deficientes sistemas de almacenamiento favorecen la creación y generación de la fauna nociva al tener alimento y cobija dentro de los residuos sólidos.

Una de las formas de enfrentar el problema de deficientes sistemas de almacenamiento es el de entrar a la conciencia de la población para que se apoye al sistema de recolección, proporcionandole información sob

Los diferentes tipos de recipientes de almacenamiento que pueden ser utilizados de acuerdo a las características de los residuos sólidos a almacenar.

En el caso de inadecuados sistemas de almacenamientos en mercados y centros de gran generación además de los problemas ya mencionados, los roedores principalmente son causa directa de pérdidas parciales o totales de las mercancías por un lado y por el otro los perjuicios que ocasionan en el sistema eléctrico de la infraestructura pública.

Es necesario ya pensar en la reglamentación de los sistemas de almacenamiento de este tipo de fuentes de generación, con ello se buscaría lograr una eficiencia que tienda a la optimización de los pocos recursos de los sistemas de recolección en los servicios de aseo urbano.

No se debe escapar de la memoria los problemas que enfrenta la población de medios o escasos recursos para obtener el recipiente adecuado para el almacenamiento, en estos casos se deberá presentar alternativas de solución para minimizar el impacto sobre los servicios de recolección.

Este documento analiza los diferentes tipos de almacenamiento que pueden ser utilizados y los diferentes tipos de recipientes a utilizar en ellos, además presenta los criterios de diseño de los diferentes sistemas de almacenamiento en una localidad.

## II.- DEFINICION

La definición de almacenamiento establecida en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos es la siguiente:

Almacenamiento: "Acción de retener temporalmente los residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se dispone de ellos."

Esta definición puede ser utilizada también para definir el almacenamiento de los residuos sólidos municipales.

## III.- PROBLEMATICA

En este espacio se establecerá la problemática que se deriva de la utilización de deficientes sistemas de almacenamiento en una localidad, de esta manera se analizara el impacto en la salud pública, la eficiencia de los sistemas de recolección y los aspectos socioeconómicos y culturales que influyen en el almacenamiento de los residuos sólidos municipales. A continuación se desglosa los impactos antes mencionados

### 3.1.- Salud Pública

Los residuos sólidos municipales generados en una casa habitación o en otra fuentes de generación, esta constituida en parte por material orgánico, esto se convierte en fuente de alimento para la fauna nociva si

no se tiene un control sobre dichos residuos.

Además de alimento, los residuos sólidos que no son almacenados en recipientes adecuados se convierten en un lugar adecuado para el establecimiento de madrigueras y lugares de proliferación de insectos y roedores.

De todos es conocido que este tipo de fauna nociva es fuente potencial de transmisión de enfermedades a los habitantes de la localidad poniendo así en riesgo a la salud pública de la comunidad y de los daños a las mercancías y la infraestructura de los servicios en los centros de población.

### 3.2.- Servicio de Recolección

Los sistemas de almacenamiento tienen una influencia directa sobre la eficiencia del sistema de recolección en un servicio de aseo urbano, en los siguientes párrafos se presentaran situaciones que afectan esta eficiencia, con la finalidad de evitar en lo posible se cometan estos mismos errores en el futuro cercano.

#### 3.2.1.- Deficientes Recipientes

##### A.- Tambos de 200 Litros

El uso de recipientes de gran capacidad como son los tambos de 200 litros para el almacenamiento de residuos en diferentes fuentes de generación de

residuos sólidos, esta situación debe de cambiar lo mas rápido posible que presenta los siguientes problemas:

- Gran peso propio
- Una vez lleno es prácticamente imposible de manejarlo por un solo hombre y en ocasiones hasta por dos.
- Su mantenimiento y limpieza es muy difícil
- Las maniobras para su descarga son muy difíciles
- Por lo anterior es una fuente potencial de lesiones para el personal del sistema de recolección.

#### B.- Recipientes de Papel o Cartón

Como es conocido los residuos sólidos generados en el país contienen una gran cantidad de materia orgánica la cual contiene gran cantidad de humedad, esta humedad afecta la resistencia de los recipientes de papel o cartón con ello provocan los siguientes problemas:

- Se desbaratan en su manejo.
- Al esparcirse los residuos pueden provocar accidentes.
- Son de acceso fácil para la fauna nociva
- Pueden escapar líquidos y los propios residuos

#### C.- Recipientes de Madera

En algunos lugares se utilizan recipientes de madera para el almacenamiento, estos recipientes son los que están contruidos como rejas los problemas que se pueden ocasionar son los siguientes:

- Fuente potencial de accidentes por los clavos y astillas
- fácil acceso a la fauna nociva
- pueden escapar líquidos y residuos
- difícil mantenimiento de limpieza.

D.- Otros recipientes no contruidos para almacenamiento.

Es de uso en ocasiones común en las localidades del país la utilización de una serie de recipientes que fueron contruidos para otras actividades y que al terminar su vida útil lo que fueron concebidos son utilizados para el almacenamiento de los residuos sólidos, entre los mas comunes podemos encontrar tinajas y baños de lamina agujerados, estos sin duda resentan los siguientes problemas:

- fuente potencial de lesiones para la familia y la cuadrilla de recolección.
- fácil acceso a la fauna nociva
- escape de líquidos y residuos

### 3.3.- Aspectos Socioeconómicos y Culturales

Cabe la pena mencionar una serie de aspectos que están en ocasiones íntimamente ligados a deficientes sistemas de almacenamientos por parte de la población generadora de los residuos sólidos municipales, uno de los principales es el aspecto económico de la situación que estamos nalizando.



No podemos recomendar un recipiente de almacenamiento que cumpla con todas las características que encontraran en este documento a una familia que solo percibe el mínimo o menos del mismo, ya que el recipiente le costaría el ingreso de la familia por una semana.

Para ello siempre se deberá considerar todos los aspectos involucrados antes de dar recomendaciones para los recipientes de almacenamiento. Quizá en estos casos bajo la óptica económica debemos pensar en que solo pongan los residuos en bolsas cerradas de plástico.

Existe por supuesto la interrogante del costo de los servicios de salud derivados de la falta de higiene provocada por la proliferación de la fauna nociva en ese lugar por no contar con un buen sistema de almacenamiento.

Por otra parte y es una de las situaciones que con el tiempo se corregirán y es la creación de una cultura ecológicas por parte de la población, en la actualidad poco conoce la población de bajo nivel cultural y en ocasiones en otros niveles de las consecuencias probables derivadas de deficientes sistemas de almacenamiento en la localidad.

#### IV.- TIPOS DE RECIPIENTES

##### 4.1.- Tipos de Recipientes según su Construcción

Los tipos de recipientes para el almacenamiento de residuos sólidos que son utilizados mas comunmente son los siguientes:

- Recipientes de poco volumen
- Contenedores
- Tolvas

#### 4.1.1.- Recipientes de poco volumen

Existen varios tipos de recipientes que varían desde los botes de plástico o lámina galvanizada, hasta las bolsas de plástico o papel y las cajas de madera o cartón. En la tabla No. 1 se presentan las ventajas y las desventajas de cada uno de los recipientes enumerados.

Los tipos de recipientes de almacenamiento más recomendables son los metálicos en casas habitación, así como en áreas donde se genera poca cantidad de desechos, como son las áreas de investigación y análisis, laboratorios y hospitales.

Los recipientes a utilizar no deberán ser mayores de 100 litros, ni menores de 60 litros de capacidad. En el primer caso porque de mayor volumen es difícil de cargar para un sólo hombre, y en el segundo, porque en cada parada sería mayor el número de recipientes a descargar, reduciendo el tiempo efectivo de recolección.

#### 4.1.2.- Contenedores

Los contenedores son cajas metálicas o de otro material apropiado que sirven para almacenar desechos sólidos en centros de gran generación, su volumen varía de 1 a 16 m<sup>3</sup>, la resistencia del material que lo constituye

debe estar en función del peso volumétrico de los desechos.

#### 4.1.3.- Tolvas

Algunas industrias generan gran cantidad de desechos, en estos casos el uso de tolvas con el equipo necesario para evitar otro tipo de contaminación es lo más recomendable. El objeto de utilizar estas tolvas es que el hombre no toque los desechos y con esto minimizar el riesgo de peligro, así los desechos almacenados en la tolva, serán descargados directamente al vehículo recolector.

- El piso deberá ser impermeable.

· El área deberá estar cubierta con objeto de evitar emisiones de partículas, además de evitar la entrada de agua ocasionada por la lluvia.

- Deberá contar con sistema de drenaje.

#### 4.2.- Uso de Recipientes según su Fuente

Existen varios tipos de recipientes, estos son dependientes de la fuente de generación a que van a servir de esta manera tendremos los siguientes tipos de recipientes:

4.2.1.- Recipientes para casa habitación

4.2.2.- Recipientes para sitios públicos

4.2.3.- Recipientes para multifamiliares

4.2.4.- Recipientes para centros de gran generación

#### 4.2.1.- Recipientes para casa habitación

Los recipientes para casa habitación deben tener una capacidad máxima de 100 litros o peso máximo con todo y residuos de 20 kilogramos, los que pueden estar contruidos de lamina o plástico y deben de cumplir con los siguientes requisitos:

- fácil manejo
- fáciles de limpieza y desinfección
- sin aristas afiladas
- de forma cilíndrica, con la base de menor diámetro
- con tapa ajustada
- con asas en los lados
- resistente a la corrosión
- resistentes a golpes
- resistente a inclemencia del tiempo
- de capacidad suficiente para recibir los residuos generados en la casa habitación.

Para casa habitación también existe la oportunidad de utilizar recipientes desechables tal como bolsas de papel o plástico, para la utilización de este tipo de recipientes existen una serie de razones entre las que destacan:

- Reduce el tiempo de descarga en el vehículo recolector.
- Elimina el regreso del recipiente a la acera o al usuario.
- Reduce el tiempo de recolección al poder cargar mas de un

recipiente desechable en contra de los no desechables.

- Disminuye el ruido
- Potencial reducción de costos de recolección

Cabe mencionar que los residuos con alto contenido de humedad se deberán colocar en recipientes desechables de plástico antes de colocarlos en el recipiente de almacenamiento.

#### 4.2.2.- Recipientes para sitios públicos

Estos recipientes comunmente denominados papeleras, están ubicadas en calles, parques, oficinas, y otros sitios públicos de reunión, están destinados a recibir aquellos residuos que son generados por el público asistente a dichos sitios, los residuos que generalmente reciben son restos alimenticios, envolturas, colillas de cigarrillos, envases y embalajes.

No existe una regla definida para determinar la capacidad y la ubicación de este tipo de recipientes, lo que regularmente se hace es por medio de la prueba y el error hasta encontrar lo adecuado para cada situación y en ocasiones para cada lugar específico del sitio público.

En algunos casos es muy común de reforzar las áreas de almacenamiento en los días de mayor afluencia al sitio, ya sea incrementando el número de recipientes esos días o aumentando la frecuencia de recolección en esos días.

Es recomendable la utilización de bolsas de plástico dentro de los recipientes con la finalidad de elevar la eficiencia de la recolección.

#### 4.2.3.- Recipientes para multifamiliares

Los edificios de departamentos es común que tengan una zona de almacenamiento donde los residentes van y depositan ahí sus residuos a manera de almacenamiento exterior, en los edificios de mas de cuatro niveles existe la posibilidad de establecer dentro de los proyectos de construcción ductos para el envío de los residuos generados al deposito en la parte inferior del edificio o en el sótano para su almacenamiento.

Para el almacenamiento en este tipo de edificaciones existen varias formas para los recipientes de almacenamiento, uno consiste en contenedores de pequeña capacidad 1.5 metros cúbicos, los cuales son servidos por un vehículo recolector con el aditamento para dar servicio a contenedores ya sea de carga frontal, trasera o lateral.

Desgraciadamente es común el encontrar en estos sitios los tambos de 200 litros como recipientes de almacenamiento exterior de este tipo de edificios, con los consabidos problemas ya enunciados anteriormente, esta practica debe ser eliminada con la finalidad de buscar mayor eficiencia en el servicio de recolección.

En lo anterior cabe mencionar la importancia de la reglamentación de la localidad y la importancia del servicio de aseo urbano, el cual debe de implementar su sistema de recolección con los equipos adecuados para

poder dar el servicio a este tipo de recipientes de almacenamiento incluyendo por supuesto la carga económica para el generador de los residuos almacenados en estos tipos de recipientes, debido a que se trata de servicios especiales de recolección.

#### 4.2.4.- Recipientes para centros de gran generación

Los centros de gran generación de residuos sólidos se enfrentan al problema por un lado a la gran cantidad de residuos reciclables que en esos lugares se generan y al total diario de residuos que ellos generan, al igual que los residuos domiciliarios tienen que contar con almacenamiento interno y almacenamiento externo, este último puede manejarse con dos tipos de recipientes de almacenamiento, el primero son los contenedores de pequeña capacidad 1.5 metros cúbicos o los grandes contenedores mayores de 8 metros cúbicos que manejados por vehículos denominados roll off roll on.

Estos contenedores deben de contar con las siguientes características:

- fácil manejo
- fáciles de limpieza, mantenimiento y desinfección
- sin aristas afiladas
- con tapa de preferencia
- resistente a la corrosión
- resistente a inclemencia del tiempo
- de capacidad suficiente para recibir los residuos generados
- Resistentes al impacto
- Protegidos con pintura anticorrosiva

- Facilidad de descarga
- Sin fugas

## V.- TIPOS DE ALMACENAMIENTO

### 5.1.- Domiciliario

Los tipos de almacenamiento domiciliario, se dividen en aquellos que son utilizados en las viviendas unifamiliares y los que son usados en las unidades multifamiliares.

Dentro de los sistemas utilizados en el almacenamiento domiciliario se dividen en los sistemas internos y los externos, los internos son los que son utilizados en las diferentes áreas dentro de la casa habitación, incluyendo baños , cocina, comedor, recamaras y cualquier otra área dentro de la casa habitación y el almacenamiento externo es en el que se depositan todos los residuos generados por los habitantes de la casa habitación.

Los recipientes internos salen del objetivo de este documento, ya que es una responsabilidad de los ocupantes de la casa y es imprevisible el número y la capacidad de los recipientes que se pueden establecer dentro de la casa habitación por lo que solo se analizará el almacenamiento externo.

Por lo que respecta al almacenamiento en las unidades multifamiliares existen varios sistemas de almacenamiento externo, estas posibilidades



que se describen en los siguientes párrafos.

En los edificios de menos de tres niveles por lo regular se estila usar el mismo sistema que en las unidades unifamiliares, en edificios de mas niveles es posible la instalación de ductos que conducen los residuos generados a un sitio donde se lleva a cabo el almacenamiento externo de ese edificio.

## 5.2.- Sitios Públicos

En estos casos si debemos de considerar los dos sistemas que existen en los sitios públicos como son: mercados, parques y jardines, oficinas y otros sitios públicos, ya que debido a lo extenso de estos sitios o al número de locatarios se debe de considerar ambos tipos de almacenamiento.

Por lo regular los diseñadores por mucho tiempo se olvidaron que los mercados son una importante fuente de generación de residuos sólidos, por tal razón nunca se dejo la infraestructura para el manejo adecuado de los residuos y en la actualidad y una vez iniciadas las operaciones del mercado se enfrentan a la realidad de no tener un sitio adecuado para el almacenamiento externo de los residuos sólidos.

Así encontramos los terribles, insoportables e insalubres cuartos de almacenamiento de residuos en los mercados, algunas veces con los ineficientes tambos de 200 litros y en otras directamente sobre el piso del cuarto de "basura".

En este tipo de lugares públicos el establecimiento de tolvas o de contenedores facilitara las operaciones del sistema de recolección, además se podrá contar con mejores condiciones sanitarias en los sitios de almacenamiento de los residuos sólidos en los mercados.

No hay que olvidar que en los casos de mercados los locatarios deberán ser considerados como unidades individuales de generación y estrictamente hablando serian almacenamientos internos, solo que en estos casos se diseñar como unidades unifamiliares de acuerdo a los parámetros de generación por el tipo de residuos que ellos generan.

En lo referentes a parques y jardines, los tipos de almacenamiento son denominados papeleras o depósitos de "basura", en estos sitios el diseño de necesidades volumétricas y ubicación dentro del sitio público, es por lo regular determinado por prueba y error y también hay que mencionar que es dependiente de la afluencia en estos sitios.

Lo segundo es posible resolverlo con mayor recipientes en los días de mayor afluencia o con una mayor frecuencia de recolección en esos días los que por supuesto pueden y deben de ser determinados para lograr altas eficiencias en la capacidad de almacenamiento en estos sitios públicos.

### 5.3.- Almacenamiento en Centros de Gran Generación

Se denominan centros de gran generación aquellos lugares en los cuales diariamente se genera una gran cantidad de residuos sólidos, los cuales por sus características deben ser almacenados en forma segura, higiénica

y sanitaria.

Dentro de estos lugares destacan sin duda las grandes tiendas de autoservicio y las terminales aérea o terrestres de pasajeros.

En estos lugares y debido a la gran generación de residuos sólidos generados los sistemas de almacenamiento que son utilizados varían a los que son utilizados en los otras fuentes de generación, por lo regular en estos sitios se puede utilizar tolvas o contenedores, las primeras con la doble función de almacenar y la otra de facilitar la descarga a los vehículos recolectores.

No hay que olvidar que en las terminales internacionales, los residuos generados en las naves provenientes del extranjero deberán incinerarse

#### 5.4.- Almacenamiento Ecológico

En la actualidad como respuesta a la información dirigida a la concientización ciudadana, en el ultimo lustro se a tratado de que los generadores cuenten con dos tipos de recipientes para el almacenamiento externo, uno para los residuos orgánicos y otros u otros para el almacenamiento de los residuos inorgánicos o que tiene posibilidades de recicló.

La respuesta de la población sobre la separación de los subproductos que componen los residuos sólidos en la fuente generadora, en la actualidad no es halagadora, sobre todo por la situación de que el

la separan pero el del carrito o el servicio de recolección la junta y piensan que es esfuerzo desperdiciado, sin embargo la concientización en este punto se ha iniciado y con el tiempo el prestador del servicio de recolección se vera obligado a responder al esfuerzo realizado por la comunidad, con ello sin duda elevaremos los niveles de reciclo de los subproductos que componen los residuos sólidos.

Esta situación origina un cambio, al cual el especialista en residuos sólidos debè estar preparado, ya que las condiciones de diseño varían al llevar a cabo la separación de los residuos sólidos.

## VI.- ZONAS DE ALMACENAMIENTO

### 6.1.- Zonas de almacenamiento domiciliario

Las zonas de almacenamiento es el lugar donde son colocados los recipientes de almacenamiento externo en una fuente de generación, a continuación se presentan las condiciones mínimas que deben de cumplir las zonas de almacenamiento:

- Los recipientes deberán estar colocados a una distancia mínima de 20 centímetros sobre el nivel del piso.
- Que la zona de almacenamiento sea inaccesible a animales
- En el área alrededor de los recipientes en la zona de almacenamiento, no deberá haber cosas en desorden, ni materiales no destinados a entregar al servicio de recolección.
- Antes de entregar al servicio de recolección se deberá

barrer la zona y depositar los residuos en los recipientes de almacenamiento.

- La zona de almacenamiento se deberá lavar mínimo una vez por semana, con agua caliente y detergente con la finalidad de eliminar bacterias y olores desagradables ocasionados por los residuos sólidos adheridos en la zona de almacenamiento.
- La zona de almacenamiento deberá colocarse en un lugar conveniente para los generadores, de preferencia cerca al lugar de entrega del servicio de recolección.

## 6.2.- Zonas de almacenamiento en Sitios Públicos

### 6.2.1.- Mercados

El almacenamiento externo por lo regular es confundido por zona de almacenamiento en los mercados, sin embargo se debe dar la diferencia entre los dos, entendiendo como almacenamiento externo a los recipientes que almacenan los residuos generados en el mercado y zona de almacenamiento es el lugar donde están ubicados los recipientes de almacenamiento externo.

Las zonas de almacenamiento en los mercados debe de contar con las siguientes características:

- La zona de almacenamiento debe ser inaccesible a personas ajenas a la administración del mercado o generadores de

residuos del mismo mercado y a animales.

- En la zona de almacenamiento, no deberá haber cosas en desorden, ni materiales no destinados a entregar al servicio de recolección.
- Antes de entregar al servicio de recolección se deberá barrer la zona y depositar los residuos en los recipientes de almacenamiento.
- La zona de almacenamiento se deberá lavar mínimo una vez por semana, con agua caliente y detergente con la finalidad de eliminar bacterias y olores desagradables ocasionados por los residuos sólidos adheridos en la zona de almacenamiento.
- La zona de almacenamiento deberá contar con la ventilación e iluminación necesaria para una buena operación durante la prestación del servicio de recolección y del mismo usuario de los recipientes de almacenamiento ahí depositados.
- La ubicación de la zona de almacenamiento deberá estar alejada de la zona de recepción de mercancías que se expenden en ese sitio.
- El piso de la zona de almacenamiento deberá estar construido con materiales impermeables y antiderrapantes, tratando de colocar en las uniones chaflanes con la finalidad de evitar uniones a 90 grados, las que favorecen la adhesión de partículas causantes de malos olores.
- La zona de almacenamiento deberá contar con drenaje para la evacuación de los líquidos de lavado de la zona.

- Se debe evitar o en ultimo regular la pepena en el sitio.
- El sitio deberá contar con un extinguidor para cualquier tipo de fuego en un lugar cerca y accesible a la zona de almacenamiento.
- La zona de almacenamiento deberá tener acceso controlado una vez que se han terminado las operaciones del mercado.

## VII.- CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Para el diseño de un sistema de almacenamiento existen una serie de parámetros que deben de ser considerados y que listan a continuación:

- Generación
- Peso Volumétrico
- Frecuencia de Recolección
- Factor de Seguridad

### 7.1.- Generación

La generación de los residuos sólidos es uno de los principales parámetros a considerar, ya que nos determina la cantidad de residuos sólidos que debemos almacenar. La generación esta directamente relacionada con una serie de factores que a continuación se listan:

- Nivel socioeconómico de generador
- Estación del Año
- Hábitos Alimenticios
- Día de la Semana
- Nivel de Infraestructura de Servicios

En el caso de necesidades volumétricas para el almacenamiento se debe considerar el número de habitantes en la casa.

#### 7.2.- Peso Volumétrico

La determinación del peso Volumétrico de los residuos sólidos esta regida por la Norma Técnica de SEDUE NTRS-4, este parámetro es de utilidad ya que nos indica el volumen necesario para acomodar un cierto peso de residuos.

El peso Volumétrico de los residuos sólidos esta estrechamente ligado a las características físicas de los mismos, ya que los subproductos constituyentes de los mismo nos indicarán los altos o bajos valores de este parámetro, así si tenemos altos valores podremos deducir que tenemos altos valores de materia orgánica en los residuo y valores bajos en sentido inverso.

#### 7.3.- Frecuencia de Recolección

Debido a que esto nos determina el número de veces que el vehículo recolector recogerá los desechos, esto influirá en el diseño del sistema de almacenamiento desde el punto de vista, capacidad de almacenamiento y tipos de recipientes.

#### 7.4.- Factor de Seguridad

Por lo regular para el cálculo de las necesidades volumétricas del



sistema de almacenamiento, es necesario considerar un factor de seguridad que permita cubrir las necesidades de almacenamiento por una falla en el servicio de recolección.

En el cuadro No. 2, se presentan los diferentes factores que se deben utilizar dependiendo de la frecuencia de recolección que se tenga en la localidad.

#### 7.5.- El Sistema de Recolección Usado

El sistema de recolección utilizado o disponible en la localidad tendrá una gran influencia sobre el diseño del almacenamiento, sobre todo en las fuentes de generación que no son domiciliarias y sobre todo en los lugares de gran generación o cuando se trata de la utilización de un sistema comunitario de contenedores.

La capacidad y versatilidad con que cuentan en el servicio de recolección nos dará la pauta para el diseño de los recipientes a utilizar en estos casos.

#### 7.6.- Cálculo de Necesidades Volumétricas

El cálculo de las necesidades volumétricas como se menciono esta íntimamente relacionado con los siguientes parámetros:

- Cantidad de residuos a almacenar
- Peso Volumétrico de los residuos
- Frecuencia de recolección

- Sistema de recolección disponible

Estos parámetros tienen influencia directa con las necesidades volumétricas de un recipiente de almacenamiento o que se le puede prestar el servicio de recolección.

El volumen de almacenamiento para los residuos sólidos está determinado como sigue:

$$V = \frac{(G)(F.S.)}{(P.V.)(f)}$$

Donde:

V = Volumen del recipiente de almacenamiento (m<sup>3</sup>).

G = Generación (kg/día).

P.V. = Peso Volumétrico de los residuos (kg/m<sup>3</sup>).

f = Frecuencia de recolección.

F.S. = Factor de seguridad.

En caso de residuos domésticos el volumen de almacenamiento es calculado como sigue:

$$V = \frac{(1000)(n)(G)(F.S.)}{(P.V.)(f)}$$

Donde:

V = Volumen de recipiente de almacenamiento. (Litros).

n = Número de habitantes por casa habitación.

G = Generación Per-Cápita por día (kg/hab./día.)

P.V. = Peso Volumétrico de los residuos (kg./m<sup>3</sup>).

f = Frecuencia de recolección.

F.S. = Factor de seguridad.

Con ello podemos calcular el volumen que necesitamos, cabe mencionar el cuidado que se debe tener cuando se diseñe el método de almacenamiento, ya que en ocasiones el volumen necesario es muy grande, por lo que debemos investigar que capacidad tienen los vehículos recolectores y así adecuarlos a las condiciones existentes.

TABLA No. 1

	<u>VENTAJAS</u>	<u>DESVENTAJAS</u>
CAJA DE CARTON	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ECONOMICA</li> <li>- POCO PESO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FACIL DE DETECTARSE</li> <li>- VOLUMEN INADECUADO.</li> <li>- DIFICIL MANEJO</li> <li>- SU ESTRUCTURA ES FACILMENTE POR LA HUMEDAD DE LOS DESECHOS SOLIDOS.</li> </ul>
CAJA DE MADERA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ECONOMICA</li> <li>- ESTRUCTURA MAS O MENOS SOLIDA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FACIL DE DETERIORARSE</li> <li>- PROVOCA ACCIDENTES A LOS MIEMBROS DE LA CUADRILLA.</li> <li>- FACILIDAD PARA QUE LOS DESECHOS SOLIDOS SE DISPERSEN.</li> <li>- VOLUMEN INADECUADO.</li> <li>- DIFICIL MANEJO</li> </ul>
BOTES DE LAMINA CON TAPA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FACIL MANEJO.</li> <li>- MANTIENE CONDICIONES SANITARIAS.</li> <li>- ESTRUCTURA SOLIDA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CON EL USO SE DETERIORAN.</li> <li>- FACIL DE OXIDARSE.</li> <li>- PROVOCAN CORTADURAS A LOS RECOLECTORES Y A LOS USUARIOS CUANDO ESTAN DETERIORADOS.</li> <li>- VOLUMEN INADECUADO.</li> </ul>
BOTES DE PLASTICO CON TAPA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FACIL MANEJO.</li> <li>- MANTIENEN CONDICIONES RAZONABLEMENTE SANITARIAS.</li> <li>- DISMINUYEN EL RUIDO.</li> <li>- TIENEN UN PESO LIGERO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ESTRUCTURA NO MUY SOLIDA.</li> </ul>

CONTINUA TABLA No. 1

VENTAJAS

DESVENTAJAS

BOLSA DE PAPEL

- REDUCEN TIEMPO DE SU RECOLECCION.
- ECONOMICA.
- POCO PESO.

- VOLUMEN INADECUADO.
- SE ROMPEN FACILMENTE.
- ES FACILMENTE PERFORADA POR MATERIALES PUNZOCORTANTES QUE PUEDEN ESTAR CONTENIDOS EN LOS DESECHOS SOLIDOS.
- SU ESTRUCTURA ES FACILMENTE AFECTADA POR LA HUMEDAD DE LOS DESECHOS SOLIDOS.

BOLSA DE PLASTICO

- FACIL MANEJO.
- DISMINUYEN EL TIEMPO DE RECOLECCION.
- ECONOMIA.
- MANTIENE CONDICIONES SANITARIAS.
- TIENE UN PESO LIGERO.
- DISMINUYE EL RUIDO.

- ES FACILMENTE PERFORADA POR MATERIALES PUNZOCORTANTES QUE PUEDEN ESTAR CONTENIDOS EN LOS DESECHOS SOLIDOS.
- VOLUMEN INADECUADO.

**CUADRO No. 2.- FACTORES DE SEGURIDAD PARA CALCULO DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO**

FALLAS DEL SERVICIO	1 VEZ A LA SEMANA	2 VECES A LA SEMANA	3 VECES A LA SEMANA	4 VECES A LA SEMANA	5 VECES A LA SEMANA	6 VECES A LA SEMANA
FRECUENCIA DE RECOLECCION						
DIARIAMENTE INCLUSI VE EL DOMINGO.	1.5	1.5	1.75	2.34	4.5	7.0
DIARIAMENTE DE LU NES A SABADO.	1.5	1.5	2.0	3.0	6.0	---
TRES VECES A LA SE- MANA DE LUNES A SA- BADO	1.5	3.0	---	---	---	---
DOS VECES A LA SE- MANA DE LUNES A SABADO	3.5	---	---	---	---	---
UNA VEZ A LA SEMANA	7.0	---	---	---	---	---

## 2.- ESTUDIOS DE PRODUCTIVIDAD.

### 2.1 ¿Para que un Estudio de Productividad?

Como parte fundamental en el diseño de cualquier Sistema de Aseo Urbano, se deben contar con los tiempos empleados por las cuadrillas de operación de los equipos que se utilizan para la prestación de los mismos, el número de ciclos por jornada, las velocidades de operación, etc.; información que se obtiene a partir de un estudio de tiempos y movimientos, el cual permite conocer el tiempo observado para realizar un determinado proceso.

Un Estudio de tiempos y movimientos, para establecer un cierto nivel de productividad para un determinado proceso, se define como el procedimiento empleado para encontrar el tiempo en que un operario con habilidad normal y trabajando con un esfuerzo normal, puede desarrollar una tarea de acuerdo a un método especificado.

Dicho tiempo se denomina estandar y resulta de afectar el promedio del tiempo observado, por un factor de nivelación para obtener un tiempo neto, al cual hay que sumar las concesiones o suplementos otorgados para el cumplimiento de la actividad; con lo cual estaremos en posibilidad de conocer los costos reales del proceso.

El factor de nivelación es la relación entre la velocidad real de realización del proceso y la velocidad estandar; para obtenerlo hay que sumar algebraicamente a la unidad, el nivel de actuación del Personal de la Recolección (HECE), el cual resulta de sancionar la habilidad, esfuerzo, condiciones y estabilidad de la tripulación de acuerdo con los criterios que se indican en la descripción de la metodología para efectuar dichos estudios. El nivel de actuación será el resultado de sumar algebraicamente las calificaciones otorgadas a cada componente del HECE. (Habilidad, esfuerzo, condiciones y estabilidad).

Respecto a las concesiones o suplementos, éstos dependen de las demoras observadas como elementos extraños al proceso en sí, y pueden otorgarse o no, dependiendo del papel que jueguen dentro del proceso de trabajo.

Lo anterior se puede resumir en las siguientes relaciones:

$$t \text{ std.} = t \text{ neto} + \text{concesiones}$$

$$t \text{ neto} = t \text{ obs.} \times F. N.$$

F. N. = Factor de Nivelación = V. real = 1  
V. situ = 1

Los resultados de un Estudio de Tiempos y Movimientos servirá para:

- a) Determinar la eficiencia de trabajo de los equipos del sistema, incluyendo al personal que los opera.
- b) Dar lineamientos para establecer salarios, e incentivos justos para los empleados.
- c) Contar con la información necesaria para programar las actividades del organismo encargado de la prestación de los servicios de Aseo Urbano.
- d) Aprovechar al máximo el tiempo de las unidades y equipos con que se cuente.
- e) Saber que cantidad de trabajo debe exigirse a cada una de las cuadrillas que operan los equipos.
- f) Determinar rendimiento de máquinas y empleados.

## 2.2 Metodología para Realizar un Estudio de Tiempos y Movimientos.

- a) Características del Estudio.  
Las características primordiales de un estudio de tiempos y movimientos son los siguientes:
  - Medir cada uno de los elementos.
  - Ser comprensible para cualquier persona familiarizada con los procedimientos de estudio de tiempos.
- b) Equipo e Implementos.  
El equipo necesario para hacer el estudio de tiempos es el siguiente:
  - Reloj o cronómetros.
  - Tablero de observaciones.
  - Formas impresas.
  - Un medidor de distancias (odómetro)
  - Cinta métrica.
  - Lapices, goma, calculadora, etc.
  - Un plano de la Ciudad o de la zona donde se ubique el proceso por analizar.



- c) Descripción del Método de Medición.  
Para la medición de los eventos, el rejoj o cronómetro debe mantenerse siempre en marcha, sin detenerlo para nada, mientras se hace el estudio.

Al terminar cada ciclo de un evento, se anota el momento en que terminó.

La duración de cada lectura se determina posteriormente, por substracciones sucesivas.

Con este método, se evitan las suspicacias y no se pierde tiempo en los retrocesos, además los errores en las lecturas tienden a compensarse; sin embargo, también es cierto que se requiere mucho trabajo de gabinete para efectuar las restas se necesita práctica para hacer correctamente las lecturas, amén de que las lecturas se hacen con la manecilla en movimiento.

- d) Preparación del Estudio.  
Para llevar a cabo los estudios, es necesario elegir las zonas, calles, rutas, equipos y cuadrillas de personal, representativos de cada uno de los servicios que se llevan a cabo; explicando al personal involucrado el objetivo del estudio y la forma en que este se realizará, haciendo énfasis en que, para que los resultados del estudio sean válidos, realizarán todas las actividades acostumbradas durante el cumplimiento de su trabajo; con el fin de evaluar correctamente los métodos empleados en la operación que se trate.

Posteriormente, es necesario dividir la operación por medir, en eventos o pasos, según sea el tipo de servicio por analizar.

Finalmente, con el equipo requerido listo, cronómetro, tablero de observaciones, formas impresas, medidor de distancias, planos, etc., se puede llevar a cabo el estudio en cuestión midiendo los tiempos de cada uno de los ciclos que de cada evento, integran la operación por medir.

Se recomienda que el analista de tiempos permanezca de pie, situándose de tal manera que pueda ver el área de trabajo y que le sea posible vigilar el trabajo de los operarios; asimismo debe evitar molestarlos y tener cuidado de obstruir su labor, amén de ponerse en una situación insegura o peligrosa.

e) **Procedimiento para Realizar el Estudio.**  
Para evitarse errores en los resultados, debe observarse el siguiente orden:

- Arreglar y preparar el equipo para tomar el estudio y pararse en la posición adecuada.
- Obtener y registrar toda la información relacionada con la actividad por medir: area de trabajo, ruta, equipo, número de operarios, fecha, etc.
- Registrar perfectamente el método y dividirlo en elementos o eventos, ordenándolos ventajosamente en la hoja, haciéndolos tan correctos y precisos como se pueda.
- Anotar la hora en que se inicia el estudio.
- Medir el tiempo. Como las lecturas son continuas, se escribe el tiempo de la columna "L" y el tiempo de cada elemento determinado por diferencia, se anota posteriormente en la columna "T", úsense las cifras necesarias y significativas que se desee.
- Determinar el nivel de actuación de la tripulación, con objeto de ajustar su actividad al nivel normal. Este paso se denomina nivelación del tiempo de la operación.
- Determinar las concesiones que se permitirán a la tripulación.
- Determinar el tiempo promedio para cada elemento. Para hacer ésto se eliminan las lecturas anormales, demasiado altas o demasiado bajas.
- Considerando el tiempo promedio por elemento, el factor de nivelación y la concesión dada al trabajador, se determina el tiempo standar para cada elemento.
- Sumando el tiempo concedido a cada elemento se obtiene el tiempo standar para toda la operación.

f) **Calificación y Evaluación del Estudio.**  
Para obtener el nivel de productividad o eficiencia del proceso medido con el método antes descrito, el cual se basa en la identificación de la velocidad

de ejecución de los eventos; es necesario "calificar" los cuatro factores siguientes:

- Habilidad. pericia en seguir un método dado, no sujeto a variaciones a voluntad del trabajador.
- Esfuerzo. voluntad de trabajar, controlable por el trabajador dentro de los límites impuestos por su habilidad.
- Condiciones. aquéllas que afectan al operario únicamente y no las que afectan a la operación.
- Consistencia. grado de variación en los tiempos transcurridos mínimos y máximos con relación a la media, juzgada con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operario.

Cada uno de estos factores se suman algebraicamente, determinándose así, el factor total.

La descripción de los diferentes niveles de calificación de la habilidad y el esfuerzo, se presentan a continuación:

f.1) HABILIDAD.

A. Superhabilidad.

Se dice que un trabajador tiene superhabilidad cuando: Trabaja como una máquina. Es un operario de habilidad excelente que se ha perfeccionado. Ha permanecido en su trabajo durante años. Está naturalmente adaptado al trabajo. Sus movimientos son tan rápidos y suaves que son difíciles de seguir. No parece tener que pensar lo que está haciendo. Los elementos de la operación se unen entre sí, de tal manera que sus puntos de separación son difíciles de reconocer. Es indudablemente el mejor trabajador de todos.

B. Excelente.

Se dice que un trabajador tiene habilidad excelente cuando: trabaja rítmica y coordinadamente. Tiene precisión de acción. Muestra velocidad y suavidad en la ejecución. Está completamente familiarizado con el trabajo. No comete equivocaciones. Tiene plena confianza en sí mismo. Posee gran destreza manual natural.

- C. Buena.  
Se dice que un trabajador tiene habilidad buena cuando: los titubeos se han eliminado totalmente. Es francamente mejor que el hombre medio. Es marcadamente inteligente. Posee una buena capacidad de razonamiento. Necesita poca vigilancia. Trabaja a una marcha constante. Bastante rápido en sus movimientos.
- D. Promedio.  
Se dice que un trabajador tiene habilidad promedio cuando: trabaja con una exactitud razonable. Tiene confianza en si mismo. Conoce bien su trabajo. Sigue un proceso establecido sin titubeos apreciables. Coordina la mente y las manos. Se muestra un poco lento en los movimientos. En fin, realiza un trabajo satisfactorio.
- E. Regular.  
Se dice que un trabajador tiene habilidad regular cuando: familiarizado superficialmente con el equipo y el ambiente. Inadaptado al trabajo durante largo tiempo. Hombre relativamente nuevo. Sigue el orden debido de las operaciones sin demasiados titubeos. Un tanto torpe e incierto, pero sabe lo que está haciendo. No tiene confianza plena en si mismo. Pierde tiempo a consecuencia de sus desaciertos. Produce lo mismo que el hombre de habilidad deficiente, pero con menos esfuerzos.
- F. Deficiente.  
Se dice que un trabajador tiene habilidad deficiente cuando: es un hombre nuevo o no adaptado. No está familiarizado con el trabajo. Es incierto en el orden debido a las operaciones. Titubea entre las operaciones. Comete muchos errores. Sus movimientos son torpes. No coordina su mente con sus manos. Falta de confianza en si mismo. Es incapaz de razonar por si mismo.

F.2) **ESFUERZO**

- A. Excesivo.  
Se dice que un trabajador realiza un esfuerzo excesivo cuando: Se lanza a un paso imposible de mantener constantemente. Este esfuerzo es el mejor desde todos los puntos

de vista menos del de la salud.

**B. Excelente.**

Se dice que un trabajador realiza un esfuerzo excelente cuando: trabaja con rapidez. Utiliza la cabeza tanto como las manos. Toma gran interés en el trabajo. Recibe y hace muchas sugerencias. No puede mantener este esfuerzo por más de unos pocos días. Reduce al mínimo los movimientos innecesarios y trabaja sistemáticamente con su mejor habilidad.

**C. Bueno.**

Se dice que un trabajador realiza un esfuerzo bueno cuando: pone interés en el trabajo. Muy poco o ningún tiempo perdido. Trabaja al ritmo adecuado a su resistencia. Está consciente de su trabajo. Es constante y confiable.

**D. Promedio.**

Se dice que un trabajador realiza un esfuerzo promedio cuando: trabaja con constancia. Es mejor que el regular. Acepta sugerencias, pero no hace ninguna. Parece frenar sus mejores esfuerzos.

**E. Regular.**

Se dice que un trabajador realiza un esfuerzo regular cuando: las mismas tendencias generales que el deficiente, pero en menor intensidad. Acepta sugerencias con poco agrado. Su atención parece desviarse del trabajo. Se encuentra afectado posiblemente por falta de sueño, vida desordenada o preocupaciones. Pone alguna energía en su trabajo.

**F. Deficiente**

Se dice que un trabajador realiza un esfuerzo deficiente cuando: pierde el tiempo claramente. Muestra falta de interés en el trabajo. Lo molestan las sugerencias. Trabaja despacio y se muestra perezoso.

**Ahora bien, por otro lado es importante hacer mención que en todo proceso productivo, siempre existen demoras y en nuestro caso pueden clasificarse de la siguiente manera:**

**Demora Inevitable.-** Es aquella que se presenta en el medio ambiente que rodea a la tripulación y está fuera de su control, por lo que ésta no puede evitarla a

de su control, por lo que ésta no puede evitarla a pesar de los esfuerzos que realice. Entre este tipo de demoras se encuentran: las pérdidas de tiempo debidas a la ponchadura de una llanta, desperfecto eléctrico o mecánico en el motor del vehículo, al bacheo de una calle, problemas de tránsito, etc.

Los suplementos por estas demoras deben concederse tan solo por aquellos retrasos que subsistan después de un análisis cuidadoso del proceso y de la operación.

Demora Evitable.- También se denomina innecesaria. Es la demora que no es indispensable para la ejecución de la operación, ni para la salud del obrero. Esta demora debe ser evitada por el trabajador y como no es necesaria, no se concede ningún suplemento por este concepto.

Demora Especial.- Es la que se presenta debido a que el obrero trabaja en condiciones extremas o debido a las características especiales de los materiales que maneja. Como ejemplo de este tipo puede nombrarse: un lodo pestilente. Los suplementos por este concepto deben concederse tan solo cuando se presenten condiciones extremas que no puedan ser eliminadas, o cuando hay factores anormales, que retrasan la recolección, y que están fuera del control de la tripulación.

Demora Personal.- Es la debida al tiempo que emplea el trabajador para satisfacer sus necesidades fisiológicas. Como estos retrasos no pueden ni deben ser eliminados, debe concedersele al trabajador un tiempo razonable para satisfacerlos. El suplemento que debe concederse por este concepto deberá tener en cuenta las necesidades medias de una persona normal. No debe concederse teniendo en cuenta las necesidades de una persona enferma o anormal, ya que mientras esté en ese estado, no debe asistir a su trabajo.

Demora debida a la Fatiga.- Como un hombre normalmente constituido no puede trabajar continuamente y sin pequeñas interrupciones, debido a que esto le produciría una fatiga que le impediría seguir trabajando o que le dañaría en su salud, es necesario conceder un suplemento, para tener en cuenta esta situación. El suplemento por este concepto debe concederse teniendo en cuenta el tipo de trabajo, las condiciones existentes y las necesidades de una persona normal. En nuestro caso se ha observado que existe un tiempo razonablemente grande en que el trabajador

descansa mientras el camión transita desde el fin de la ruta hasta el tiradero y regresa al principio de la nueva ruta o al garage, por lo que se estima que este suplemento puede evitarse.

Además existe un suplemento concedido discrecionalmente por mutuo acuerdo entre el Municipio y los trabajadores, estos suplementos no forman parte estricta del estudio de tiempos y deben ser aplicados con la máxima prudencia y sólo en circunstancias claramente definidas.

Finalmente, en el anexo "B" de este documento, se presenta la tabla de valoración de los componentes considerados para calificar la actuación de los operarios de la actividad medida, así como el formato de campo u hoja de registro, para realizar el estudio de tiempos y movimientos.

## TABLA DE VALORACION DE LA ACTUACION

HABILIDAD	ESFUERZO
<p>+0.15 A1 Superhabilidad +0.13 A2</p> <p>+0.11 B1 +0.08 B2 Excelente</p> <p>+0.06 C1 Buena +0.03 C2</p> <p>0.00 D Promedio</p> <p>-0.05 E1 Regular -0.10 E2</p> <p>-0.15 F1 Deficiente -0.22 F2</p>	<p>+0.13 A1 Excesivo +0.12 A2</p> <p>+0.10 B1 Excelente +0.08 B2</p> <p>+0.05 C1 Bueno +0.02 C2</p> <p>0.00 D Promedio</p> <p>-0.04 E1 Regular -0.08 E2</p> <p>-0.12 F1 Deficiente -0.17 F2</p>

CONDICIONES	CONSISTENCIA
<p>+0.06 A Ideales +0.04 B Excelentes +0.02 C Buenas 0.00 D Promedio -0.03 E Regulares -0.07 F Malas</p>	<p>+0.04 A Perfecta +0.03 B Excelente +0.01 C Buena 0.00 D Promedio -0.02 E Regular -0.04 F Deficiente</p>



A N E X O A



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-AA-15-1994

PROTECCION AL AMBIENTE - CONTAMINACION DEL SUELO-  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES - DETERMINACION DE  
HUMEDAD

ENVIRONMENTAL PROTECTION- SOIL POLLUTION- MUNICIPAL  
SOLID RESIDUES- HUMIDITY DETERMINATION

DIRECCION GENERAL DE NORMAS



SECOFI-DGN

### P R E F A C I O

En la formulación de la presente norma participaron los siguientes organismos:

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA .

Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL .

Dirección General de Estudios Prospectivos.  
Comisión de Ecología.



NORMA OFICIAL MEXICANA

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-DETERMINACION DE HUMEDAD.

NOM-AA-16-1994

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-HUMIDITY DETERMINATION.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece el método llamado de Estufa que determina el porcentaje de humedad, contenido en los residuos sólidos municipales; se basa en la pérdida de peso que sufre la muestra cuando se somete a las condiciones de tiempo y temperatura que se establecen en esta norma, considerando que dicha pérdida se origina por la eliminación de agua.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

NOM-AA-91 Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos-Terminología.

NOM-AA-52 Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos municipales-Preparación de muestras en laboratorios para su análisis.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 OBTENCION DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene en cantidad suficiente para efectuar la determinación por duplicado, según Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52.

5 APARATOS Y EQUIPO

- Balanza analítica con sensibilidad de 0.001 g
- Espátula para balanza
- Estufa con temperatura 423 K (150°C) con sensibilidad 1.5 K (1.5°C), capaz de mantener una temperatura constante
- Cajas de aluminio con tapa de 250 cm<sup>3</sup>
- Grantes de asbesto
- Desecador con deshidratante
- Equipo usual de laboratorio

Referencias:	La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial creó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el	Revisión sucesiva: Norma ... NOM-AA-16-1994.
--------------	--	--

## 6 PROCEDIMIENTO

6.1 Se coloca la caja abierta y su tapa en la estufa a 393 K (120°C) durante dos horas, transcurrido ese tiempo, se tapa la caja dentro de la estufa; e inmediatamente se pesa al desecador durante dos horas como mínimo o hasta obtener peso constante.

6.2 Se vierte la muestra sin compactar hasta un 50% del volumen de la caja.

6.3 Se pesa la caja cerrada con la muestra y se introduce destapada a la estufa a 333 K (60°C) durante 2 horas, se deja enfriar y se pesa nuevamente. Se repite esta operación las veces que sea necesario hasta obtener peso constante (se considera peso constante cuando entre dos pesadas consecutivas la diferencia es menor al 0.01 %).

NOTA: Durante este procedimiento debe utilizarse pinzas.

## 7 CALCULOS

El porcentaje de humedad se calcula con la siguiente fórmula, teniendo en cuenta que para obtener G y G<sub>1</sub> se debe restar el peso de la caja.

$$H = \frac{G - G_1}{G} \times 100$$

H = Humedad en %  
G = Peso de la muestra húmeda en g  
G<sub>1</sub> = Peso de la muestra seca en g

## 8 REPRODUCIBILIDAD

La diferencia máxima permisible entre determinaciones efectuadas por duplicado no debe ser mayor al 1% en caso contrario se recomienda repetir la determinación.

## 9 BIBLIOGRAFIA

-Tentative Methods of Analysis of Refuse and Compost Municipal -  
Refuse Disposal.- Appendix A. pag. 392

-Methods of soil Analysis Agronomy No. 93-96- American Society of  
Agronomy, Inc. Publisher.



SEAGF - DGN

México, D. F., a 10 DIC. 1984

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

DR. RAFAEL GARCÍA RIVERA

FRAN/BI G/SPH/CHG/mas



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-111-85-1984

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL  
SUELO-RESIDUOS SOLIDOS-DETERMINACION DEL  
PH-METODO POTENCIOMETRICO.

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINATION -  
SOLID RESIDUES-PH DETERMINATION-POTENTIOMETRIC  
METHOD.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS



SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA

P R E F A C I O

En la formulación de esta norma participaron los siguientes organismos:

- SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA.  
Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
Dirección General de Estudios Prospectivos.  
Dirección General de Programación de Obras y Servicios.  
Comisión de Ecología.



ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINATION-SOLID RESIDUES-PH DETERMINATION-POTENTIOMETRIC METHOD.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

La presente norma establece el método potenciométrico para la determinación del valor del pH en los residuos sólidos. El cual se basa en la actividad de los iones hidrógeno presentes en una solución acuosa de residuos sólidos al 10%.

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología.
- NOM-AA-52 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Preparación de Muestras en Laboratorio para su Análisis.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91

4 APARATOS Y EQUIPO

- Balanza analítica con sensibilidad de 0.001 g.
- Potenciómetro con compensador de temperatura, electrodo de vidrio y electrodo de referencia.
- Agitador magnético con imanes recubiertos de teflón o agitador mecánico.
- Termómetro de vidrio con escala de 263 K a 393 K (-10°C a 120°C).
- Equipo usual de laboratorio.

5 MATERIALES Y REACTIVOS

- Solución amortiguadora de pH = 4.0
- Solución amortiguadora de pH = 11.0
- Solución amortiguadora de pH = 7.0
- Agua destilada

Referencias:	La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma en tal publicado en el Diario Oficial de la Federación el	Previsiones sucesivas. Última la la NOM-AA-25-1975
--------------	---	--



6. PREPARACION DE LA MUESTRA

La muestra ha sido preparada como se establece en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-92 se toman 20 g para realizar la determinación por duplicado.

7. PROCEDIMIENTO

- Calibrar el potenciómetro con las soluciones amortiguadoras de pH=4, pH=7 y pH=11, según sea el tipo de residuo sólido por analizar.
- Pesar 10 g de muestra y transferirlos a un vaso de precipitado de 250 cm<sup>3</sup>.
- Añadir 90 cm<sup>3</sup> de agua destilada.
- Mezclar por medio del agitador durante 10 minutos.
- Dejar reposar la solución durante 30 minutos.
- Determinar la temperatura de la solución. Sumergir los electrodos en la solución y hacer la medición de pH.
- Sacar los electrodos y lavar con agua destilada.
- Sumergir los electrodos en un vaso de precipitados con agua destilada.

NOTA:- Para el manejo y cuidados que se deben tener con el potenciómetro, es necesario seguir las indicaciones y recomendaciones del fabricante.

8. CALCULOS

- El valor del pH de la solución, es la lectura obtenida en la escala del potenciómetro, cuando los electrodos se sumergen en ella.

9. REPRODUCCION DE LA PRUEBA

La diferencia máxima permisible en el resultado de pruebas efectuadas por duplicado no debe exceder de 0.1 unidades de pH, en caso contrario, repetir la determinación.

10. BIBLIOGRAFIA

- "Análisis Químico de los Suelos", M.L. Jackson. Editorial Omega 1982.
- Manual de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos, D.D.F. 1976.

México, D.F., a 30 DIC. 1994  
 EL DIRECTOR GENERAL DE NOMIAS.  
 LICENCIADO EN QUÍMICA RAYARDO MORENO.

*[Handwritten Signature]*  
 FRANCISCO J. VILLALBA / osl.



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOX-PA-12-1984

PARA SECCION AL AMBIENTE-CONSERVACION DEL SUELO-RESIDUOS  
SOLIDOS INDUSTRIALES-DETERMINACION DE CANTIDADES.

EN LA OFICINA FEDERAL DE SECCION-SECCION-SECCION-SECCION-SECCION  
SECCION-SECCION-SECCION-SECCION-SECCION.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS



SECOFI - DGM

### P R E F A C I O

En la actualización de la presente norma participaron los siguientes Organismos:

SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA

-Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

-Comisión de Ecología

-Dirección Especial de Ejecución de Obras y Servicios



NORMA OFICIAL MEXICANA

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DE  
SUELOS-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-DETER-  
MINACION DE CENIZAS.

NOM-AA-18-1984

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-  
MUNICIPAL SOLID RESIDUES-ASHES DETERMINATION.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece el método de prueba para la determi-  
nación de cenizas de los residuos sólidos municipales.

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas  
vigentes:

NOM-AA-92 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos  
Sólidos Municipales-Preparación de Muestras en Laboratorio  
para análisis.

NOM-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos  
Sólidos Terminología.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la  
Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 QUANTIFICACION DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene en cantidad suficiente para efectuar la determinación  
por duplicado, según la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-92.

5 MATERIALES Y EQUIPO

Equipo usual de laboratorio y:

- Balanza piana, con sensibilidad de 0.1 g
- Mortero
- Cubeta de plexiglas o plástico de 50 cm<sup>3</sup>
- Desecador que contenga algún deshidratante adecuado con indicador de  
regeneración.

6 PROCEDIMIENTO

6.1 La muestra se seca hasta peso constante a 543 K (270°C) y se deja en-  
friar en el desecador.

6.2 Llevar a peso constante el crisol a temperatura de 473 K (200°C) durante dos horas, se deja enfriar en el desecador y se pesa.

6.3 Transferir al crisol aproximadamente 20 g de la muestra seca (que se indica en 6.1) y se pesa con aproximación de 0.1 g

6.4 Calentar en la estufa a 473 K (200°C) hasta obtener peso constante (se repite hasta conseguir el peso constante transcurrida una hora) se deja enfriar en el desecador y se pesa.

NOTA: Se debe evitar que la muestra que se pesa sea absorbida de agua.

### 7 CÁLCULOS

El porcentaje de cenizas en base seca se calcula con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{G2 - G1}{G3 - G1} \times 100 \quad \text{en donde:}$$

- C = Porcentaje de cenizas en base seca
- G1 = Peso del crisol vacío en g
- G2 = Peso del crisol con la muestra seca en g
- G3 = Peso del crisol con la muestra calcinada en g

### 8 REPRODUCCION DE LA PRUEBA

La diferencia máxima permisible entre determinaciones efectuadas por duplicado no debe ser mayor del 1% en caso contrario se debe repetir la determinación.

### 9 BIBLIOGRAFIA

Physical, Chemical and Microbiological Methods of Solid Wastes Testing. U.S. Environmental Protection Agency (EPA 670C-73-01) - 1973.



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

México, D. F., a 10 DIC. 1984

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

ALBERTO GARCÍA GONZÁLEZ



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NGM-AA-92-1984

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION -  
DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES -  
DETERMINACION DE AZUFRE.

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINA  
TION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-SULPHUR -  
DETERMINATION.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

ENVIRONMENTAL PROTECTION OF SOIL CONTAMINATION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-SULPHUR DETERMINATION

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

La presente Norma establece el método para la determinación de sulfuro transformándolo en sulfato de sodio mediante el tostado de los residuos sólidos en presencia de oxilíta.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-91 Protección al ambiente-Contaminación del suelo-residuos sólidos-Terminología.
- NOM-AA-52 Protección al ambiente-Contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-Preparación de muestras en laboratorio para su análisis.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 APARATOS Y EQUIPO

Equipo usual de laboratorio además de:

- 4.1 Balanza analítica con sensibilidad 0.001 g
- 4.2 Estufa con regulador de temperatura, capaz de alcanzar temperatura de 373 K (100°C) como mínimo.
- 4.3 Mufla con regulador de temperatura capaz de alcanzar y mantener 873 K (600°C) como mínimo.
- 4.4 Parrilla eléctrica con regulador de temperatura
- 4.5 Embudo de vidrio tallo largo con boca de 12 cm de diámetro.
- 4.6 Vasos de precipitado de 1000 cm<sup>3</sup> de capacidad.
- 4.7 Crisol de porcelana de 30 cm<sup>3</sup> de capacidad.

Prohibida su reproducción sin autorización de la Dirección General de Normas

Referencias:	La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el	Permisos sucesivos:
--------------	--	---------------------

## 4.9.1.5.3.1

- 4.8. Matrices Erle Meyer de 300 cm<sup>3</sup> de capacidad.  
 4.9. Crisol con tapa, ambos de platino o níquel de 60 cm<sup>3</sup> de capacidad.  
 4.10. Desecador con deshidratante.

## 5 REACTIVOS Y MATERIALES

## 5.1 Reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser de grado analítico, a menos que se indique otra cosa; cuando se hable de agua se debe entender agua destilada.

- 5.1.1 Oxilíta o peróxido de sodio ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ )  
 5.1.2 Solución de cloruro de bario ( $\text{Ba Cl}_2$ ) al 10%  
 5.1.3 Solución de nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) al 1%  
 5.1.4 Solución de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) 1:5  
 5.1.5 Solución indicadora de fenolftaleína (0.2 g de fenolftaleína en 100 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico al 95%) -

## 5.2 Materiales

- 5.2.1 Papel filtro Whatman No. 40 ó similar de 11 cm de diámetro.

## 6 OBTENCION DE LA MUESTRA

La muestra se toma en cantidad suficiente para efectuar la determinación por duplicado según la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52.

## 7 PROCEDIMIENTO

- 7.1 Pesar en el crisol de 2 a 3 g de muestra.  
 7.2 Añadir de 1 a 2 g de peróxido de sodio al crisol que contiene la muestra y se homogeneiza, se tapa y se coloca en la parrilla eléctrica.  
 7.3 Encender la parrilla eléctrica para que se realice el tostado de azufre contenido en la muestra. La conversión completa a sulfato de sodio se realiza cuando la muestra y el peróxido de sodio cambia al estado líquido, a continuación, se retira para su enfriamiento.  
 7.4 En el vaso de precipitado añadir 300 cm<sup>3</sup> de agua y colocar dentro de este, el crisol conteniendo el producto obtenido en el punto anterior, añadir de 5 a 10 gotas de solución de fenolftaleína y agregar con cuidado la solución de ácido nítrico hasta decolorar la solución y se homogeneiza con un agitador.  
 7.5 Agregar 5 cm<sup>3</sup> de solución de Cloruro de Bario.



7.6 Tapar el vaso y dejarlo en reposo durante 12 h, para la precipitación y postprecipitación del sulfato de Bario.

7.7 Filtrar el contenido del vaso y lavarlo con agua caliente que también se filtra. En este momento se encuentra retenido en el filtro sulfato de Bario y Cloruro de Bario.

7.8 Separar el Cloruro de Bario del Sulfato de Bario lavando con agua caliente hasta que el agua filtrada no se enturbie al pasar por la solución del nitrato de Plata.

7.9 Secar en la estufa a 333 K-353K (60°C - 80°C) durante 2 horas hasta peso constante, el crisol de porcelana que contiene el filtro y el filtrado.

7.10 Calcinar el filtro y el filtrado en la mufla a 973 K a 1073 K (700° a 800°C) durante una hora. Enfriar el crisol en el desecador, hasta peso constante.

La diferencia de peso entre el crisol vacío a peso constante y con muestra a peso constante, corresponde al Sulfato de Bario.

### 8 CALCULOS

El porcentaje de azufre se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{G_1}{G} \times 0.1374 \times 100$$

Donde:

S = Contenido de azufre en %

G<sub>1</sub> = Masa de Sulfato de Bario en g

G = Masa de la muestra del residuo sólido en g

0.1374 = Factor gravimétrico de conversión del Sulfato de Bario a azufre (Fg).

Donde:

$$Fg = \frac{\text{Masa atómica del azufre}}{\text{Masa molecular del Sulfato de Bario}}$$

$$Fg = \frac{32.064}{233.404} = 0.1374$$

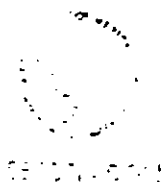
PRODUCCION DE LA PLUMA

La diferencia de resultados entre determinaciones efectuadas por triplicado, no debe exceder de 0.1%. En caso contrario repetir la terminación.

NO BIEN LOGRADA

N.O.A.C. 1978

American Organization Agricultural Chemistry 1978.



México, D.F., a 10 DIC. 1984

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS.

LIC. ~~ELIZABETH~~ VICENTE BAYARDO MORENO.



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-AA-68-1986

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL  
SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-DETER  
MINACION DE HIDROGENO A PARTIR DE MATERIA  
ORGANICA.

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINATION-  
MUNICIPAL SOLID RESIDUES-HYDROGEN DETERMINA  
TION FROM ORGANIC MATTER.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS



SECOFI - DGN

NCM-AA-63-1986

## P R E F A C I O

En la elaboración de esta Norma participaron los siguientes organismos:

- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA.  
Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.  
Dirección General de Estudios Prospectivos  
Comisión de Ecología.



NORMA OFICIAL MEXICANA

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-DETERMINACION DE HIDROGENO A PARTIR DE MATERIA ORGANICA.

NOM-AA-66-1986

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINATION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-HYDROGEN DETERMINATION FROM ORGANIC MATTER.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana especifica un método para la determinación de Hidrógeno de los Residuos Sólidos Municipales, para planear y diseñar sus sistemas de disposición final.

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-21 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de Materia Orgánica.
NOM-AA-52 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Preparación de Muestras en Laboratorio para su análisis.
NOM-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 APARATOS Y EQUIPO

Son los utilizados en las determinaciones de materia orgánica.

5 MATERIALES Y REACTIVOS

Son los utilizados en la determinación de materia orgánica.

6 CALCULOS

Están en función del por ciento de materia orgánica obtenido de acuerdo a la constante de Jackson.

Table with 3 columns: Referencias, La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 ABR. 1986, and Revisiones sucesivas.



## SECOFI-DGN

Para conocer el por ciento de Hidrógeno (% H) en una muestra se emplea la siguiente fórmula:

$$\% H = \frac{\% \text{ de materia orgánica}}{15}$$

donde:

15 = Factor de correlación que utiliza Jackson, obtenido de datos experimentales (ver inciso 7).

## 7 BIBLIOGRAFIA

- Jackson M.L.

Análisis Químico de Suelos.  
Ediciones Omega.  
Barcelona, España.  
1970.

México, D.F., a 14 ABR. 1986

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS.

LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO.

  
JAGS/ELG/EPH/EABC/osl.



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-AA-21-1985

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION  
DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-  
DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA.

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINATION-  
MUNICIPAL SOLID RESIDUES-ORGANIC MATTER DE--  
TERMINATION.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS



SECOFI - DGN

### P R E F A C I O

- En la elaboración de esta norma participaron los siguientes organismos:
- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA.  
Dirección General de prevención y control de la contaminación ambiental.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.  
Dirección General de estudios prospectivos.  
Comisión de Ecología.





**NORMA OFICIAL MEXICANA**  
**PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION**  
**DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA.**

NOM-AA-21-1985

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINATION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-ORGANIC MATTER DETERMINATION.

**1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION**

La presente Norma Oficial Mexicana establece el método para la determinación de materia orgánica en los residuos sólidos municipales.

**2. REFERENCIAS.**

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-52 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Preparación de muestras en laboratorio para su análisis.
- NOM-AA-91 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos - Terminología.

**3. DEFINICIONES**

Para los efectos de esta Norma las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

**4. APARATOS Y EQUIPO**

Equipo usual de laboratorio.

**5. MATERIALES Y REACTIVOS**

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser de grado analítico a menos que se indique otra cosa; cuando se hable de agua debe entenderse agua destilada.

- Sulfato Ferroso 0.5 N.
- Dicromato de Potasio 1 N.
- Difenilamina al 1 %.
- Acido sulfúrico concentrado al 98%.
- Acido Fosfórico al 95%.

**6. OBTENCION DE LA MUESTRA**

La muestra se obtiene según la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52 y en cantidad suficiente para efectuar la determinación con dos series de cinco pruebas cada una.

Referencias:	La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de mayo de 1985.	Revisión sucesiva: Esta Norma cancela la NOM-AA-21-1975.
--------------	--	--

SECOTI-DGN

7 PROCEDIMIENTO

- 7.1 Simultáneamente correr un blanco por cada serie para obtener el factor de corrección.
- 7.2 Triturar la muestra en un mortero hasta obtener una consistencia similar al talco.
- 7.3 Pesar 0.1 g de la muestra y transferirlos a un matraz Erlenmeyer de 250 cm<sup>3</sup> o mayor.
- 7.4 Agregar con bureta 10 cm<sup>3</sup> de dicromato de potasio.
- 7.5 Agregar 20 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico concentrado.
- 7.6 Agitar enérgicamente durante un minuto.
- 7.7 Dejar reposar durante 30 minutos.
- 7.8 Posteriormente agregar 100 cm<sup>3</sup> de agua.
- 7.9 Agregar 10 cm<sup>3</sup> de ácido fosfórico.
- 7.10 Añadir 0.5 cm<sup>3</sup> de difenilamina.
- 7.11 Titular con sulfato ferroso 0.5 N hasta que vire de violeta obscuro a verde.

8 CALCULOS

El porcentaje de materia orgánica se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Materia orgánica en \%} = \frac{(V_1 N_1 - V_2 N) K}{P}$$

En donde:

- V<sub>1</sub> = Volumen de solución de dicromato de potasio empleada en la muestra en cm<sup>3</sup>.
- N<sub>1</sub> = Normalidad de la solución de dicromato de potasio.
- V<sub>2</sub> = Volumen de solución del sulfato ferroso gastado en la titulación de la muestra en cm<sup>3</sup>.
- N = Normalidad de la solución de sulfato ferroso.
- P = Peso de la muestra en g.
- K = 0.69 = 0.003  $\frac{1.72}{0.74} \times 100$ ; en donde:
  - 0.003 = Miliequivalente del carbono.
  - 0.74 = Factor de recuperación.
  - 1.72 = Factor para convertir el % de carbono en % de materia orgánica.
- F = Factor de corrección y se obtiene por la siguiente fórmula:



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-AA-33-1985

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION  
DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPA-  
LES-DETERMINACION DE PODER CALORIFI-  
CO SUPERIOR.

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMI-  
NATION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-SUPERIOR  
CALORIFIC POWER DETERMINATION.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS



SECOFI - DGN

SEM-AM-03-1986

## P R E F A C I O

En la elaboración de esta Norma participaron los siguientes organismos:

- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA.  
Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.  
Dirección General de Estudios Prospectivos  
Comisión de Ecología.



NORMA OFICIAL MEXICANA  
 PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION  
 DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES  
 -DETERMINACION DE PODER CALORIFICO SU-  
 PERIOR.

NOM-AA- 1983

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINATION-  
 MUNICIPAL SOLID RESIDUES-SUPERIOR CALORIFIC  
 POWER DETERMINATION.

**1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION**

Esta Norma Oficial Mexicana especifica un método de prueba para determinar el poder calorífico superior de los residuos sólidos municipales, empleando una bomba calorimétrica de los diferentes tipos para planear y diseñar los sistemas adecuados de disposición final de los mismos.

**2 REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-52 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Preparación de Muestras en Laboratorio para su análisis.
- NOM-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología.

**3 DEFINICIONES**

Para los efectos de esta Norma las definiciones son las que se establecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91 además de las siguientes:

- 3.1 Poder calorífico. Es el calor de combustión de una sustancia normalmente expresado en calorías por gramo.
- 3.2 Poder Calorífico Superior. (También llamado total) es el calor producido en la combustión de una cantidad unitaria de combustible sólido bajo volumen constante, dentro de una bomba calorimétrica en condiciones específicas tales que toda el agua de los productos permanezca en estado líquido.
- 3.3 Poder Calorífico Neto. (Poder Calorífico Inferior) se calcula a partir del poder calorífico total y equivale al calor producido por la combustión de una cantidad unitaria de un combustible sólido en condiciones constantes de presión y condiciones específicas tales que toda el agua de los productos permanezca en forma de vapor.

Referencias.	La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de Julio de 1983	Revisión técnica ESI/1 NORMA CANONICA EN NOM-AA-33-1976
--------------	--	---



#### 4 APARATOS Y EQUIPO SECOFI-DGN

Equipo Usual de Laboratorio además de:

- 4.1 Balanza analítica con sensibilidad de 0.000 1 g.
- 4.2 Calorímetro formado por un recipiente equipado con una camisa al vacío ó de agua y con una cubierta para protegerla de las corrientes de aire. En el caso de emplearse camisa de agua, la capacidad de ésta no debe ser menor de 5 veces el equivalente del agua del calorímetro cargado y la temperatura uniforme de la cubierta de agua se obtiene con un aparato de agitación adecuada.
- 4.3 Bomba calorimétrica con capacidad no menor de 300 cm<sup>3</sup>.
- 4.4 Cápsula de platino (ó de otro material recomendado por el proveedor) de 2.5 a 5 cm<sup>3</sup> de capacidad.
- 4.5 Prensa pastilladora.
- 4.6 Soporte para montaje de bomba de oxígeno.
- 4.7 Cronómetro.
- 4.8 Tanque de oxígeno comercial con dos manómetros, que indiquen la presión interior del tanque y de la bomba.
- 4.9 Balanza de torsión con sensibilidad de 0.1 g.
- 4.10 Calentador de agua con especificaciones de acuerdo al modelo del calorímetro empleado.
- 4.11 Refrigerador.
- 4.12 Estufa con rango de temperatura ambiente a 353 K (80°C).
- 4.13 Regulador de tensión.

#### 5 MATERIALES Y REACTIVOS

##### 5.1 Materiales:

- Alambre de encendido de hierro puro, platino ó de otro material adecuado de 0.15 mm de diámetro y de 10 a 30 cm de largo con su conductividad térmica conocida. Si se emplea cápsula de platino el alambre utilizado también debe ser del mismo material.



## SEGOB - DGN

## 5.2 Reactivos:

- Cápsula de ácido benzoico de poder calorífico conocido no mayor de 1.5 g.
- Solución valorada de carbonato de sodio 0.0725 N.
- Solución alcohólica de indicador anaranjado de metilo al 1% .

## 6 OBTENCION DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene según Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52 y en cantidad suficiente para efectuar una serie de cinco determinaciones como mínimo.

## 7 PROCEDIMIENTO

7.1 El aparato se calibra usando como material combustible una cápsula de ácido benzoico de peso conocido (0.9 a 1.25 g) y se procede de la misma manera que en el caso de una muestra problema.

7.2 La muestra se seca a peso constante y se pesan de 0.6 a 1.5 g para formar en la prensa, una pastilla de peso conocido.

7.3 Unir 10 cm de alambre de encendido a los electrodos del canal (ver figura 1).

7.4 Introducir la pastilla dentro de la cápsula metálica de combustión verificando que el alambre permanezca en contacto con la muestra. (ver figura 1).

7.5 Colocar en el interior de la bomba 1 cm<sup>3</sup> de agua destilada cuidando que el agua no toque la muestra.

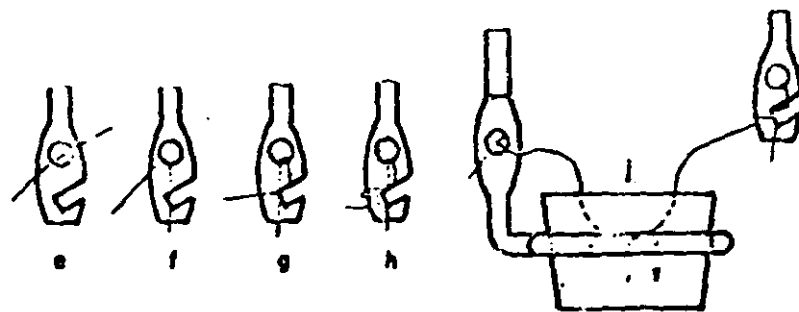
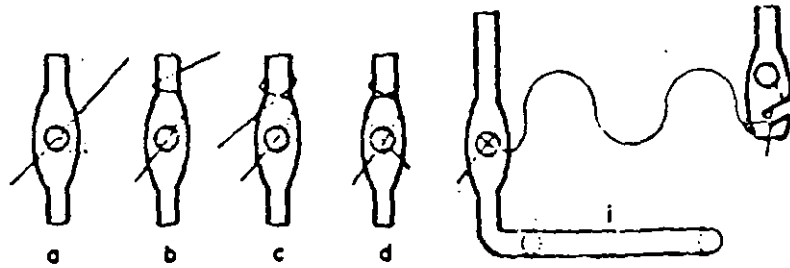
7.6 El conjunto se adapta al cilindro de la bomba enroscando el cabezal hasta lograr un cierre hermético.

7.7 Se introduce oxígeno lentamente en el interior de la bomba a fin de evitar la dispersión del producto en la cápsula, hasta alcanzar una presión de 25 a 35 atmósferas. Se recomienda emplear 30 atmósferas de presión; si se excede la presión de las 35 atmósferas, se desaloja el oxígeno en su totalidad, se cambia de muestra y se repite la determinación.

Cápsula según patente.



SECRET - DGN



Escala: no	PASOS PARA LIGAR EL ALAMBRE A LOS ELECTRODOS	NON-AA-33
Acol. no		
Dibujó: A.M.T.		Fig. 1





7.8 **SECOFI-DGN** Pesar 2000 g de agua destilada debiendo estar de 1 a 2°C abajo de la temperatura ambiente y se llevan a la cubeta del calorímetro.

7.9 Se introduce la bomba dentro de la cubeta empleando una pinza metálica, evitando pérdida de agua.

7.10 Se conectan los electrodos en la parte superior de la tapa - bomba teniendo cuidado de evitar pérdidas de agua.

7.11 Se cierra el calorímetro y se baja el termómetro que registra la temperatura del agua de la cubeta conjuntamente con el agitador y del elemento primario de medición; cuando el equipo sea automático, verificar que el bulbo de dicho termómetro así como el elemento de agitación queden sumergidos en el agua.

7.12 En caso de que el calorímetro cuente con calentador de agua se enciende y se coloca en posición normal de operación, debiendo permanecer bajo estas condiciones un periodo de 10 minutos antes de operar el equipo. En caso contrario, se requiere de una alimentación de agua caliente siguiendo las indicaciones del aparato empleado.

El agitador debe permanecer operando un tiempo mínimo de 5 minutos.

7.13 Encender el equipo y activar el agitador del agua de la cubeta. Asegurar que no existen separaciones en la columna de mercurio de ambos termómetros.

7.14 Equilibrar las temperaturas del agua de la cubeta del calorímetro con el agua de la camisa, mediante los controles manuales de agua fría y caliente.

Si después de 1 ó 2 minutos no hay cambio en las dos temperaturas ó en la temperatura del sistema, se anota ésta como temperatura inicial.

Para evitar errores de paralaje y obtener una lectura precisa del orden de 0.005°C, se emplean lentes apropiados.

Referirse a las recomendaciones del proveedor de los termómetros para proceder de acuerdo a ellos en caso de existir burbujas en el bulbo del termómetro así como separaciones en la columna de mercurio.

7.15 En equipos automáticos se procede a mantener constantes -- ambas temperaturas por medio del sistema automático. Una vez logrado esto, por medio de un cronómetro se asegura la estabilidad de dichas temperaturas durante un lapso de 4 minutos; 4 segundos antes de concluir este periodo de 4 minutos, se procede de acuerdo al siguiente: Se toma una lectura final cuando el cronómetro registre 1 minutos, entendiéndose que 4 minutos correspondieron al periodo de



## SENER-DGN

estabilización automática y 9 minutos al período posterior a la incineración.

7.16 Se procede a quemar la muestra, manteniendo oprimido el botón de ignición durante 4 ó 5 segundos, accionando al mismo tiempo el cronómetro. En caso de no contar con equipo de control de temperatura automático se procede en forma manual, controlando los flujos de agua fría y caliente para mantener la temperatura del agua de la camisa igual ó ligeramente menor que la temperatura del agua de la cubeta del calorímetro.

Cuando el sistema esté alcanzando su temperatura final de equilibrio, debe mantenerse la temperatura en la camisa con variaciones máximas de  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ , de la temperatura del agua de la cubeta del calorímetro.

7.17 Anotar la lectura final máxima de acuerdo al instructivo del aparato que se esté empleando, ya que en algunos se registra una sola lectura final después de un tiempo establecido.

7.18 En aparatos no automáticos se recomienda lecturas a los 30, 45, 60, 75, 90 y 105 segundos, después cada 30 segundos hasta que la temperatura permanezca constante durante 5 minutos.

7.19 Desalojar el contenido de agua de la camisa oprimiendo el botón de purga, apagar el equipo y asegurar que el agitador de agua, el bulbo del termómetro de registro de la cubeta y el elemento primario de medición del aparato queden fuera de la cubeta del calorímetro.

7.20 Levantar el termómetro antes de abrir el calorímetro; abrir el calorímetro, desconectar los electrodos, sacar la bomba de la cubeta y abrir la válvula de escape de la bomba lentamente para evitar un flujo de escape violento de residuos de la combustión. Sacar la bomba verificando que la combustión haya sido completa, en caso contrario repetir la determinación.

7.21 Se transfiere el contenido de la bomba a un vaso de precipitado y se lavan las paredes de la bomba, la tapa, los electrodos y el crisol, con una pizeta de agua destilada y se filtra el lavado.

7.22 Titular el filtrado con la solución del carbonato de sodio usando como indicador anaranjado de metilo, hasta neutralizar la solución teniendo en cuenta que 1 cm<sup>3</sup> de solución de carbonato gastado en la titulación equivale a 1 caloría.



## SECOFI - DGN

7.2, Medir los restos de alambre no quemado y restar de los cm  
iniciales.

## 8 CALCULOS

8.1 Calibrar el aparato usando la siguiente fórmula:

$$W = \frac{HG + e_1 + e_2}{T}$$

EN DONDE:

- W = Equivalente de agua del calorímetro empleado, en cal/°C .  
H = Poder de combustión del ácido benzoico, en cal/g (valor constante = 6318 cal/g).  
G = Peso del ácido benzoico en g .  
T = Elevación de temperatura neta corregida en °C; y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$T = t_f - t_i$$

EN DONDE:

- $t_f$  = Temperatura máxima final, en °C corregida de acuerdo a la escala de error del termómetro (indicada por el fabricante).  
 $t_i$  = Temperatura en el momento de encendido, en °C corregida por la escala de error del termómetro.  
 $e_1$  = Corrección para el calor de formación del ácido nítrico, en calorías .

$$e_1 = \frac{C_1 N}{0.0725}$$

EN DONDE:

- $C_1$  = Solución básica valorada empleada en la titulación en cm<sup>3</sup>.  
N = Normalidad de la solución alcalina.  
 $e_1$  =  $C_1$  si se emplea solución de carbonato de sodio 0.0725 N.  
 $e_2$  = Corrección para el calor de combustión del alambre de encendido en calorías.



SECRETARÍA - DGN

NOI-AA-33-1985

8/10

$$e_3 = K C_3$$

EN DONDE:

K = Equivalente térmico del alambre utilizado (proporcionado por el proveedor).

C<sub>3</sub> = Alambre de ignición consumido durante el encendido, en cm.

8.2 El poder calorífico superior P.C.S. en (cal/g) se calcula con la siguiente fórmula:

$$PCS = \frac{TW - e_1 - e_2 - e_3}{m}$$

EN DONDE:

e<sub>2</sub> = Corrección para el calor de formación del ácido sulfúrico en calorías; se obtiene con la siguiente fórmula:

$$e_2 = 14 C_2 m$$

EN DONDE:

14 = Factor de conversión para el calor de formación del ácido sulfúrico, para el cálculo de azufre en la muestra, en %.

C<sub>2</sub> = Azufre en la muestra, en %.

m = Peso de la muestra, en g.

8.3 Cálculo del poder calorífico inferior o neto PCI en (cal/g); se calcula con la siguiente fórmula:

$$PCI = PCS - 10.30 (\% h \times 9)$$

EN DONDE:

10.30 = Factor de conversión de los BTU del agua resultante de la combustión del hidrógeno, más la humedad del combustible, por unidad de peso del combustible.

h = % H total.

$$\% \text{ Total} = \frac{\% \text{ de materia volátil}}{15}$$

% de materia volátil = 100 - % de cenizas.

15 = Valor empírico.

9 = Factor de conversión que toma en cuenta el calor latente de vaporización del agua (varía según la presión).



## SECOFI - DGN

## 9 REPRODUCCIÓN DE LA PRUEBA

9.1 La diferencia máxima permisible en el resultado de pruebas efectuadas no debe exceder de 27.5 cal/cm; en caso contrario se repite la serie.

## 10 APENDICE

## 10.1 Observaciones.

10.1.1 El área donde se efectúa la determinación no debe verse afectada por cambios de temperatura y de presión atmosférica.

10.1.2 El aparato debe calibrarse cada mes si el uso del mismo es continuo; de otra forma, debe calibrarse al inicio de una serie de pruebas.

10.1.3 Se debe conocer la equivalencia en cal/cm del alambre utilizado para propósitos de calibración.

## 11 BIBLIOGRAFIA

- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.  
Manual de operación de la planta industrializadora de Residuos Sólidos.  
México, D.F. 1974.
- III CURSO LATINOAMERICANO DE LIMPIEZA URBANA.  
Buenos Aires, Argentina, 1978.
- ING. FRANCISCO ROMERO LUNA.  
Aprovechamiento de los Residuos Sólidos del D.F., en la generación de Energía Eléctrica.  
Tesis Profesional, U.N.A.M.  
México, D.F.
- ING. FILEMÓN BRAVO OLGUÍN.  
Proyecto de un incinerador central con control de contaminantes para la eliminación de basuras de hospitales en el Distrito Federal.  
Tesis Profesional, E.S.I.Q.I.E. I.P.N.  
México, D.F., 1976.  
Páginas de la 21 a la 23.
- ING. ELON AVALOS Y VEZ.  
Calefactores de Vapor.  
Ciencias y Técnica-Serie de Tecnología. I.F.N.  
México, D.F. 1973.  
Páginas de la 34 a la 45.

- BOND, R.G y STRAUB, C.P.  
Handbook of environmental control.  
Volume - II.  
Cleveland, OH. C.R.C. Press, 1973.
- FARR INSTRUMENTS Co.  
Instructivo para el calorímetro adiabático 1241 y 1242  
Manual No. 153.
- ING. RICARDO PEREZ HERRERA.  
Análisis Comparativo de desechos sólidos en el D. F.  
Tesis profesional E.S.I.Q.I.E. I.P.N.  
México, D. F. 1976.

México, D. F., a 9 ABO. 1985



SECOFI - DGN

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS

LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO

10/10



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-AA-24-1984

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION  
DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-  
DETERMINACION DE NITROGENO TOTAL.

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMI-  
NATION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-TOTAL  
NITROGEN DETERMINATION.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

## P R E F A C I O

En la formulación de esta Norma participaron los siguientes organismos:

### SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA

- Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

### DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

- Dirección General de Estudios Prospectivos.
- Dirección General de Programación de Obras y Servicios.
- Comisión de Ecología.



ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINATION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-TOTAL-NITROGEN DETERMINATION.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece el método Kjeldahl para determinar la cantidad de nitrógeno total contenido en los Residuos Sólidos Municipales.

Por este procedimiento se convierten todos los componentes del nitrógeno oxidados tales como nitratos y nitritos a nitrógeno reducido a sulfato de amonio.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-91- Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología.
- NOM-AA-52- Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Preparación de Muestras en Laboratorio para su Análisis.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91-. Además de la siguiente:

3.1 Nitrógeno total

Es la suma de los nitrógenos amoniacal y orgánico presentes en la muestra, conocido como nitrógeno Kjeldahl.

4 RESUMEN DEL METODO

La muestra es digerida en presencia de ácido sulfúrico concentrado, sulfato de potasio y sulfato cúprico hasta desprendimiento de humos blancos y que la solución sea transparente e incolora o de un tono amarillo paja.

El residuo es enfriado, diluido y llevado a condiciones alcalinas para la determinación del amonio.

Referencias:	La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el	Revisiones sucesivas: Cuelceln la NOM-AA-24-1975.
--------------	--	---

El residuo destilado se cuantifica volúmetricamente.

## 5 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene como se indica en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52

## 6 APARATOS Y EQUIPO

Equipo usual de laboratorio además de:

- 6.1 Aparato de digestión Kjeldahl con extractor de humos
- 6.2 Aparato de destilación Kjeldahl
- 6.3 Matraces Kjeldahl de 300 a 1000 cm<sup>3</sup>
- 6.4 Potenciómetro

NOTA: Se requiere de tres matraces Kjeldahl por muestra

## 7 MATERIALES Y REACTIVOS

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado analítico, (A menos que se indique lo contrario), siempre que se mencione agua debe entenderse agua destilada.

### 7.1 Materiales

- 7.1.1 Granalla de zinc de 20 mallas
- 7.1.2 Perlas de vidrio

### 7.2 Reactivos

- 7.2.1 Sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ )
- 7.2.2 Sulfato cúprico ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ )
- 7.2.3 Acido sulfúrico concentrada ( $H_2SO_4$ )
- 7.2.4 Acido salicílico ( $C_7H_6O_4$ )
- 7.2.5 Tiosulfato de sodio cristalino ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ )
- 7.2.6 Alcohol etílico ( $CH_3 - CH_2 - OH$ ) al 95%
- 7.2.7 Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 10 N
- 7.2.8 Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N
- 7.2.9 Solución de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 0.1N

7.2.10 Solución indicadora de anaranjado de metilo (0.1 g de anaranjado de metilo en una solución de 50 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico y 50 cm<sup>3</sup> de agua).

7.2.11 Solución indicadora mixta de rojo de metilo y verde de bromocresol (Pesar 1 g de rojo de metilo y 0.5 g de verde de bromocresol, se disuelven en 100 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico y se lleva a un pH = 4.5).

8 PROCEDIMIENTO

8.1 Digestión

8.1.1 Correr un blanco de agua.

8.1.2 Pesar 0.5 g de muestra y se transfiere a un matraz Kjeldahl.

8.1.3 Agregar 2 g de ácido salicílico y 40 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico concentrado, agitar, hasta que el ácido se incorpore totalmente a la muestra, formándose el ácido nitrososalicílico.

8.1.4 Dejar reposar 30 minutos, y después añadir 10 g de tiosulfato de sodio con el fin de reducir al ácido nitrososalicílico; agitar y dejar reposar por un periodo de 5 minutos.

8.1.5 Transcurrido el tiempo calentar la mezcla a flama baja en el matraz Kjeldahl hasta que no exista desprendimiento de humos blancos y la solución se clarifique. Continuar la digestión durante 30 minutos más.

Retirar el matraz y dejar enfriar a temperatura ambiente.

8.1.6 Añadir 1 g de sulfato cúprico y 10 g de sulfato de potasio llevar a digestión hasta que la solución sea incolora ó de color amarillo paja.

8.1.7 Preparar un matraz Erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup>, dentro del cual se vierten 25 cm<sup>3</sup> de solución de ácido sulfúrico y de 3 a 4 gotas de solución indicadora de anaranjado de metilo y se coloca abajo del condensador de manera que la punta quede en el seno del líquido.

8.1.8 Agregar al matraz Kjeldahl de 4 a 5 granallas de zinc y 10 perlas de vidrio.

8.1.9 Adicionar con cuidado 100 cm<sup>3</sup> de solución de hidróxido de sodio 10 N resbalando por las paredes del cuello del matraz y conectar al destilador.

8.2 Destilación

8.2.1 Encender la parrilla del destilador

8.2.2 Inclinar el matraz y agregar con mucho cuidado 150 cm<sup>3</sup>, de la solución de hidróxido de sodio.

PROCEDIMIENTO

el matraz se calienta hasta que destile todo el amoniaco (Un matraz de 150 cm<sup>3</sup> de destilado se obtiene aproximadamente en 30 minutos).

3.2.3 Colocar el matraz colector del destilado en forma tal que el tubo de vidrio de descarga conectado al condensador quede sobre la boca del matraz. Llenar el matraz con la solución de ácido sulfúrico 0.1N y seguir destilando aproximadamente cinco minutos con el objeto de llenar el tubo de descarga.

3.2.4 Se interrumpe el calentamiento, se retira el matraz colector y se titula con la solución de ácido sulfúrico 0.1N hasta que la solución vire a rosa.

9 CALCULOS

El nitrógeno total en por ciento se calcula con la siguiente fórmula:

$$N_t \text{ en } \% = \frac{(A \cdot N_1 - B \cdot N_2) \times 0.014 \times 100}{M}$$

Donde:

A = Volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado en la recolección del amoniaco destilado.

N<sub>1</sub> = Normalidad del ácido sulfúrico.

B = Volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la neutralización de la solución de ácido sulfúrico.

N<sub>2</sub> = Normalidad de la solución del hidróxido de sodio 0.1N

M = Masa de la muestra en g.

0.014 = Miliequivalente del nitrógeno.

100 = Para relacionar el nitrógeno a por ciento.

10 REPRODUCCION DE LA PRUEBA

La diferencia máxima permisible en el resultado de pruebas efectuadas por duplicado, no debe exceder de 0.3% en caso contrario, se debe repetir la determinación.

Para las cantidades de reactivos y muestras indicadas son de esperar se resultados que varían de 0.5 a 2.5% de nitrógeno total. En residuos sólidos, cuyo contenido de nitrógeno esperado sobrepase el rango mencionado debe variarse la cantidad indicada según convenga.

11 BIBLIOGRAFIA

- American Organization Agriculture Chemistry 1978
- National Formulary 1982
- Productos para uso agropecuario-Fertilizantes-Nitrógeno total-Método del salicílico. NOM-Y-107-1984.

México, D.F., a

19 DE 1984



SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS.

ENRIQUE BAYARDO MORENO.

RGV/ELG, EPI/EEC/osl

SECRETARÍA DE

$$F = \frac{V_o N_1}{V_B N_2} \quad \text{donde:}$$

$V_o$  = Volumen de solución de dicromato de potasio empleado en el blanco en  $\text{cm}^3$ .

$V_B$  = Volumen de sulfato ferroso gastado en la titulación del blanco en  $\text{cm}^3$ .

#### 9 REPRODUCCION DE LA PRUEBA

La diferencia mínima permisible entre dos series de pruebas, no debe exceder de  $\pm 2\%$  en el resultado, en caso contrario repetir la determinación.

#### 10 BIBLIOGRAFIA

- JACKSON, M.L  
Methods of sampling and analysis of solid wastes.
- SWISS FEDERAL INSTITUTE FOR WATER SUPPLY  
Section for solid wastes.  
Methods of sampling and analysis of solid wastes.  
CH - 8600 Düseldorf (Switzerland). 1970.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
Manual de laboratorio de la planta industrializadora de desechos sólidos.  
México, D. F.  
1976.
- ING. RICARDO PEREZ HERRERA  
Análisis de estudios comparativos para desechos sólidos.  
Tesis profesional para obtener título. E.S.I.Q.I.E. I.P.N.  
México, D. F.  
1976.

México, D. F., a 5 AGO. 1985

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS

LIC. CONSUELO SAZZ PUEYO



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-AA-67-1985

PROTECCION AL AMBIENTE - CONTAMINACION  
DEL SUELO - RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES  
- DETERMINACION DE LA RELACION CARBONO/N  
TROGENO.

ENVIRONMENTAL PROTECTION - SOIL CONTAMINA-  
TION - MUNICIPAL SOLID RESIDUES - DETERMI-  
NATION OF THE CARBON/NITROGEN RELATION.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS



SEDESU-DEG

### P R E F A C I O

En la formulación de la presente norma participaron los siguientes organismos:

- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA.  
Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.  
Comisión de Ecología.  
Dirección General de Estudios Prospectivos.





**NORMA OFICIAL MEXICANA**  
**PROTECCION AL AMBIENTE - CONTAMINACION**  
**DEL SUELO - RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES - DETERMINACION DE LA RELACION CARBONO/NITROGENO.**

NOM-AA-67-1985

ENVIRONMENTAL PROTECTION - SOIL CONTAMINATION - MUNICIPAL SOLID RESIDUES - DETERMINATION OF THE CARBON/NITROGEN RELATION.

**1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION**

La presente Norma Oficial Mexicana especifica un método para la determinación de la relación Carbono/Nitrógeno de los Residuos Sólidos Municipales, para planear y diseñar los sistemas adecuados de disposición final de los mismos.

**2 REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-21 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de Materia Orgánica
- NOM-AA-24 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de Nitrógeno Total.
- NOM-AA-52 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Preparación de Muestras en Laboratorio para su análisis.
- NOM-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos - Terminología.

**3 DEFINICIONES**

Para los efectos de esta Norma las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91, además de la siguiente:

**3.1 Relación Carbono/Nitrógeno .**

Es el parámetro utilizado como control de calidad de los residuos sólidos dentro de un sistema, utilizando como base la materia orgánica.

Referencias:

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el

8 AGO. 1985

Revisiones sucesivas:



4 APARATOS Y EQUIPO

Son los utilizados en las determinaciones de Materia Orgánica y Nitrógeno Total.

SECOFI-DGN

5 MATERIALES Y REACTIVOS

Son los utilizados en las determinaciones de Materia Orgánica y Nitrogeno Total.

6 CALCULOS

La relación Carbono/Nitrógeno (C/N) está en función del % de materia orgánica (%M.O.) obtenido de acuerdo a la constante de Jackson y del % de Nitrógeno total (%N).

Para determinar el contenido de carbono se multiplica el % de materia orgánica x 0.58, donde:

0.58 = constante dada por Jackson (Ver Bibliografía).

Por lo tanto, la ecuación para determinar la relación (C/N) es:

$$(C/N) = \frac{(\% M.O.) \times 0.58}{\% N}$$

donde:

% N = % Nitrógeno total obtenido según NOM-AA-24.

(% M.O.) = % Materia orgánica obtenida según norma NOM-AA-21

7 BIBLIOGRAFIA

- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.  
Manuel de Operación de Laboratorio de la Planta Industrializadora de Desechos Sólidos.  
México, D. F.  
1976.
- JACKSON, M.L.  
Análisis Químico de Suelos.  
Ediciones Omega.  
Barcelona, España.  
1970.

México, D. F., a 8 AGO. 1985

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS  
  
LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO

UGA/ELG/SPH/EABC/osl



**SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA OFICIAL MEXICANA**

**NOM-AA-80-1986**

**CONTAMINACION DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS  
MUNICIPALES-DETERMINACION DEL PORCENTAJE  
DE OXIGENO EN MATERIA ORGANICA.**

**SOIL CONTAMINATION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-  
DETERMINATION OF OXYGEN PERCENTAGE IN ORGANIC  
MATTER.**

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**



SOIL CONTAMINATION-MUNICIPAL SOLID RE-  
SIDUES-DETERMINATION OF OXYGEN PERCENTA-  
GE IN ORGANIC MATTER.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

La presente norma especifica un método para la determinación del porcentaje de Oxígeno en Materia Orgánica presente en Residuos Sólidos Municipales, que se evalúa por la transformación a Monóxido de Carbono, que posteriormente reacciona con Pentóxido de Yodo, formando Yodo absorbido en solución alcalina para ser valorada con Tiosulfato de Sodio, con el objeto de diseñar sus sistemas de manejo y disposición final.

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

NOM-AA-52 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Preparación de muestras en el laboratorio para su análisis.

NOM-AA-91 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos - Terminología.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 APARATOS Y EQUIPO

Equipo usual de laboratorio además de:

4.1 Balanza analítica con sensibilidad de 0.001 g.

4.2 Parrilla eléctrica esférica con rebatato, con chaqueta de asbesto, para matraz bola de 500 cm<sup>3</sup>, que alcance una temperatura de 423 K (150 C).

Referencias:

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el

Revisión sucesiva.

14 JUL. 1986



## SECOFI-DGN

4.3 Parrilla con chaqueta de asbesto con regulador de temperatura hasta 1473 K (1200C), para recipiente cilíndrico.

4.4 Cilindro con Nitrógeno seco.

4.5 Matraz bola de tres bocas de 500 cm<sup>3</sup>.

4.6 Tubo de vidrio de 30 cm de longitud con diámetro interior de 3 cm aproximadamente, protegido con material refractario.

4.7 Tubo de vidrio de 30 cm de longitud con diámetro interior de 3 cm aproximadamente.

4.8 Conexiones de vidrio.

## 5 REACTIVOS Y MATERIALES

### 5.1 Reactivos.

Los reactivos que a continuación se mencionan, deben ser grado analítico, a menos que se indique otra cosa; cuando se hable de agua se debe entender agua destilada.

5.1.1 Nitrógeno seco.

5.1.2 Carbón activado.

5.1.3 Pentóxido de yodo.

5.1.4 200 cm<sup>3</sup> de una solución de hidróxido de sodio de concentración  $1 \times 10^{-6}$  N.

5.1.5 100 cm<sup>3</sup> de una solución de tiosulfato de sodio de concentración 0.2N

### 5.2 Material

5.2.1 Piedras de ebullición.

## 6 OBTENCION DE LA MUESTRA

La muestra se toma en cantidad suficiente para efectuar la determinación por duplicado según la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52.



7 PROCEDIMIENTO SECOFI-DGN

- 7.1 En el matraz de tres bocas depositar 4 a 5 g de muestra.
- 7.2 Llenar el tubo de vidrio protegido con carbón activado.
- 7.3 Llenar el tubo de vidrio con una mezcla de pentóxido de yodo y piedras de ebullición.
- 7.4 Conectar el equipo (ver figura 1).
- 7.5 Regular el flujo de Nitrógeno a 50 cm<sup>3</sup>/min.
- 7.6 Encender la parrilla que calienta el carbón, hasta alcanzar la temperatura de 1473 K (1200 C).
- 7.7 Burbujear la fase gaseosa en un volumen de 200 cm<sup>3</sup> de solución de hidróxido de sodio.
- 7.8 Calentar el matraz donde se encuentra la muestra hasta 423K (150C) durante 30 minutos.
- 7.9 Valorar la solución de hidróxido de sodio con tiosulfato de sodio.

8 CALCULOS

El porcentaje de Oxígeno (%) se calcula con la siguiente fórmula:

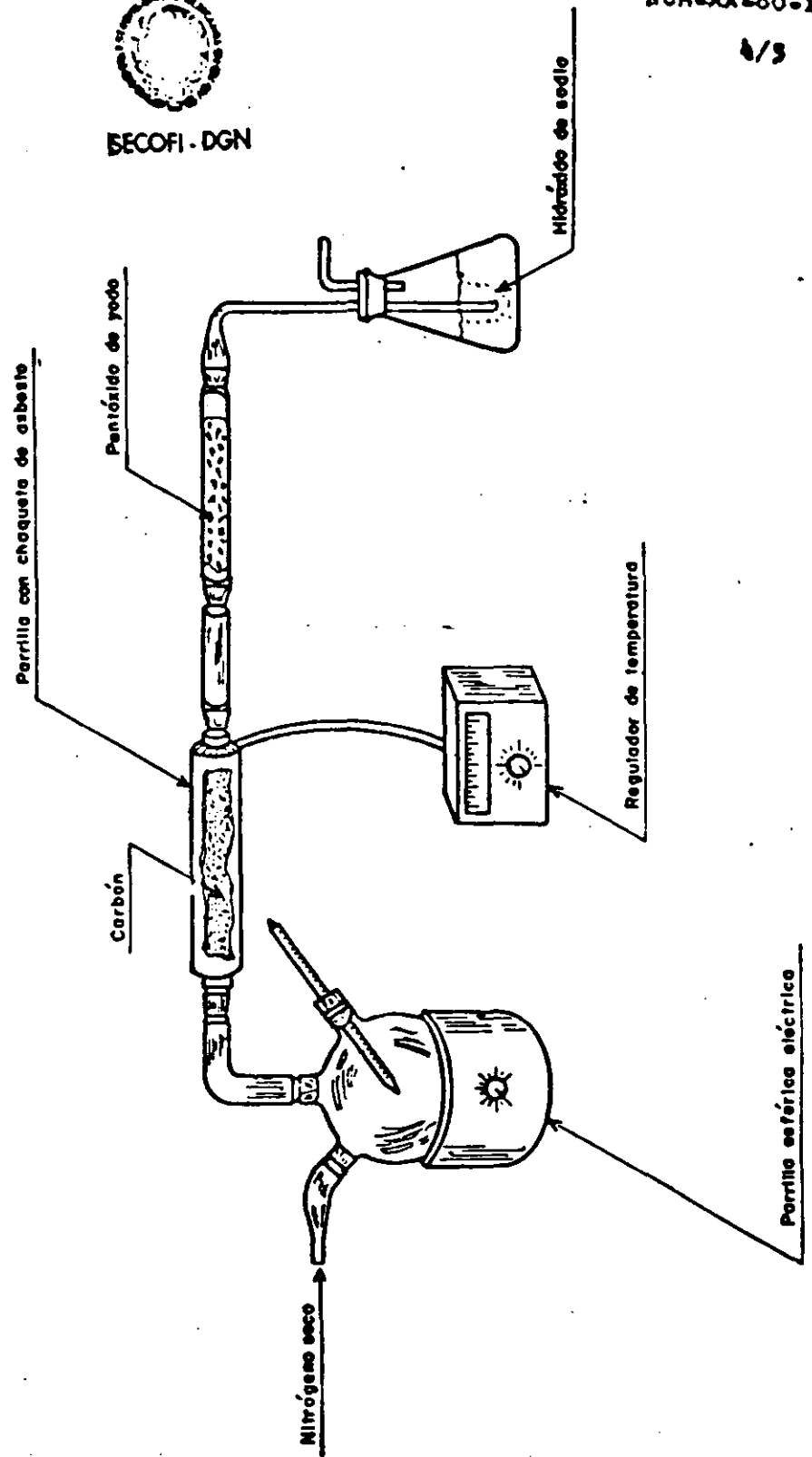
$$\% O = \frac{N_1 V_1}{M_2} (5)(16)(100)$$

en donde:

- N<sub>1</sub> = Normalidad de la solución de Tiosulfato de Sodio.
- V<sub>1</sub> = Volumen consumido de la solución de Tiosulfato de Sodio.
- M<sub>2</sub> = Peso de la muestra de residuo sólido en g.



BECOFI - DGN



Escala: no	<b>EQUIPO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE OXIGENO EN MATERIA ORGANICA</b>	NOM-AA-80-1986
Acot. no		
Dibujó: A. M. T.		<b>Fig 1</b>



## SECOFI - DGN

- 5 = Factor de relación entre los moles de Monóxido de carbon con los moles de Oxígeno.
- 16 = Peso atómico de Oxígeno.
- 100 = Factor de conversión a porcentaje.

## 9 REPRODUCCION DE LA PRUEBA

La diferencia de resultados entre determinaciones efectuadas por duplicado, no debe exceder de 0.1 %; en caso contrario repetir la determinación.

## 10 BIBLIOGRAFIA

Ayres Gilbert N.  
Análisis Químico Cuantitativo.  
Ed. Harla.  
Pág. 168  
1970

México, D.F., a 14 JUL. 1986

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS.

  
LIC. CONSUELO SAIZ PUEYO.

  
JAS/VLGS/EPH/EABC/osl.





SECOH - DGN

P R E F A C I O

En la elaboración de la presente norma, participaron los siguientes organismos:

- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA  
Dirección General de Prevención y Control  
de la Contaminación Ambiental.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
Dirección General de Estudios Prospectivos.  
Comisión de Ecología.

A N E X O B







SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-AA-61-1985

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL SUELO-RESIDUOS  
SOLIDOS MUNICIPALES-DETERMINACION DE LA GENERACION

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINATION-MUNICIPAL  
SOLID RESIDUES-DETERMINATION OF GENERATION.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS



## P R E F A C I O

En la elaboración de esta norma participaron los siguientes organismos:

- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA  
Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.
  
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL .  
Dirección General de Estudios Prospectivos.  
Comisión de Ecología.



ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINATION-  
MUNICIPAL SOLID RESIDUES-DETERMINATION OF  
GENERATION.

## 1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana especifica un método para determinar la generación de residuos sólidos municipales a partir de un muestreo estadístico aleatorio. Para efectos de aplicación de esta norma los residuos sólidos municipales se subdividen en domésticos (que son los generados en casas habitación) y en no domésticos (generados fuera de las casas habitación).

## 2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- NOM-AA-91            Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos-Terminología.
- NOM-AA-15           Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos municipales-Muestreo-Método de cuarteo.

## 3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91 además de:  
FUENTE . Es cualquier establecimiento generador de residuos sólidos incluido dentro de los giros municipales por muestrear.

## 4 APARATOS Y EQUIPO

- Báscula con capacidad mínima de 100 kg y precisión de 10 g o similar.
- Báscula con capacidad mínima de 10 kg y precisión de 1 g o similar.
- Tablas de inventario, tamaño carta u oficio.
- Marcadores de tinta permanente, preferentemente color negro.
- Bolsas de polietileno de 0.70 m x 0.50 m y calibre mínimo del No. 200.
- Ligas de hule de 1.5 mm de ancho.
- Guantes de carnaza.
- Brochas de 0.025 m de ancho.



- Pintura de esmalte color amarillo. SECOFI-DGN
- Papelería y varios (cédula de encuesta, lápices, gomas y otros).
- Tablas de números aleatorios y de las siguientes distribuciones: Normal, "t" de Student, "F" de Fisher; así como la empleada para el rechazo de observaciones, si se aplica para tal efecto, el criterio de Dixon, (ver Apéndice).

NOTA: Lo antes citado está en función del número de personas a participar en el muestreo, así como en la cantidad de estratos socioeconómicos por muestrear y del tamaño de las premuestras.

## 5 GENERACION PER-CAPITA DE RESIDUOS SOLIDOS DOMESTICOS

### 5.1 Procedimiento de campo.

Este parámetro se obtiene con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab-día, a partir de la información obtenida de un muestreo estadístico aleatorio en campo, con duración de ocho días para cada uno de los estratos socioeconómicos de la población.

#### 5.1.1 Selección de riesgo " $\alpha$ "

El riesgo con que se realiza el muestreo se elige con base en los siguientes factores:

- Conocimiento de la localidad.
- Calidad técnica del personal participante.
- Facilidad para realizar el muestreo.
- Características de la localidad a muestrear.
- Exactitud de la báscula por emplear.

#### 5.1.2 Tamaño de la muestra "n"

A partir del riesgo seleccionado ( $\alpha$ ) se adopta un tamaño de muestra por estrato, con base en la siguiente tabla:

<u>Riesgo</u>	<u>Tamaño de la muestra</u>
( $\alpha$ )	(n)
0.05	115
0.10	80
0.20	50





- 5.1.3 Determinar y ubicar el universo de trabajo (de 300 a 500 casas) en un plano actualizado de la localidad en la zona o colonia correspondiente al estrato socioeconómico por muestrear.
- 5.1.4 Contar y numerar en orden progresivo, los elementos del universo de trabajo, para conocer su tamaño.
- 5.1.5 Con base en el tamaño de la muestra y del universo de trabajo, seleccionar aleatoriamente, los elementos de dicho universo que forman parte de la muestra. Para realizar lo anterior, emplear la tabla No. 1 de números aleatorios (ver Apéndice).
- 5.1.6 Identificar físicamente los elementos de la muestra en el universo de trabajo, anotando con pintura amarilla el número aleatorio correspondiente al elemento, en algún lugar visible de la calle donde se encuentra la casa habitación o elemento por muestrear.
- 5.1.7 Recorrer el universo de trabajo, visitando a los habitantes de las casas seleccionadas para la muestra, con el fin de explicarles la razón del muestreo por realizar, así como para captar la información general que se indica en la cédula de encuesta de campo (ver Apéndice). Entregando una bolsa de polietileno.
- 5.1.8 Visitar nuevamente las casas-habitación seleccionadas del universo de trabajo el primer día del período en que se realiza el muestreo, lo más temprano posible, para recoger las bolsas conteniendo los residuos sólidos generados antes de este día. Esto sirve únicamente como una "operación de limpieza", para asegurar que el residuo generado después de ella, corresponda a un día.
- Simultáneamente con la "operación de limpieza", se entrega una nueva bolsa para que se almacenen los residuos generados las siguientes 24 horas; por último, las bolsas ya recogidas conteniendo los residuos se transfieren al equipo de recolección municipal o se llevan al sitio de disposición final.
- 5.1.9 A partir del segundo, hasta el séptimo día del período de muestreo se recogen las bolsas conteniendo los residuos generados el día anterior y a su vez se entrega una nueva bolsa para almacenar los residuos por generar las siguientes 24 horas.
- A la bolsa conteniendo los residuos generados, se le anota el número aleatorio correspondiente, con el fin de identificar los elementos de la muestra.
- El octavo día únicamente se recogen las bolsas con los residuos generados el día anterior.
- 5.1.10 Diariamente después de recoger los residuos sólidos generados el día anterior, se procede a pesar cada elemento anotando su valor en la cédula de encuesta, en el renglón correspondiente al día en que fue generado.



SECOFI-DGN.

5.1.11 Para obtener el valor de la generación per-cápita de residuos sólidos en kg/hab-día correspondiente a la fecha en que fueron generados, se divide el peso de los residuos sólidos entre el número de habitantes de la casa habitación.

## 5.2 Evaluación de resultados.

La evaluación que se presenta, se considera la más adecuada para los fines que se persiguen con este tipo de estudios.

5.2.1 De los siete datos obtenidos de cada casa habitación, durante el período de muestreo; calcular el promedio de generación de residuos "per-cápita". De acuerdo con lo anterior, se obtiene una serie de "n" valores promedio, uno por cada casa habitación incluida en la premuestra.

5.2.2 Ordenar la información obtenida del punto anterior, como a continuación se ilustra:

$$x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_i \leq \dots \leq x_{n-1} \leq x_n$$

Donde:

$x_i$  = Promedio por casa-habitación, de los 7 valores diarios de la generación de residuos per-cápita, obtenidos durante el período de muestreo.

5.2.3 Realizar el análisis de rechazo de observaciones sospechosas, empleando cualquier método o procedimiento que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología considere confiable. En caso de aplicar el criterio de Dixon, se debe realizar lo siguiente:

Calcular el valor del estadístico (r), para las siguientes situaciones:

$$r = \frac{x_n - x_i}{x_n - x_j} \quad \text{Cuando se sospecha del elemento máximo de la premuestra.}$$

$$r = \frac{x_j - x_1}{x_i - x_1} \quad \text{Cuando se sospecha del elemento mínimo de la premuestra.}$$

donde:

n = Número de observaciones o elemento mayor

l = El elemento menor.

i = n - (j-1).

j = Elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados.



Calcular el valor del estadístico permisible ( $r_1 - \alpha/2$ ) correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza establecido y el número de observaciones correspondientes al caso que se trate. Para lograr lo anterior se usa la Tabla No. 2 (Ver Apéndice).

Comparar el valor del estadístico ( $r$ ) con el estadístico permisible ( $r_1 - \alpha/2$ ) con el fin de rechazar o aceptar la observación sospechosa de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\text{Si } r > r_1 - \alpha/2$$

Se rechaza la observación sospechosa.

$$\text{Si } r < r_1 - \alpha/2$$

Se acepta la observación sospechosa.

5.2.4 Una vez rechazadas o aceptadas las observaciones sospechosas, realizar un análisis estadístico de los "n" valores promedio resultantes para obtener la media de la generación per-cápita diaria de los valores promedio por casa habitación y la desviación estandar de ellos como conjunto de valores, con respecto a la media.

5.2.5 Verificar el tamaño de la muestra, calculando el tamaño real de la muestra, con base en la desviación estandar de la muestra, y empleando la distribución "t" de Student (Ver Apéndice).

La determinación del tamaño real de la muestra, se realiza con la siguiente expresión:

$$n_1 = \left( \frac{t \cdot s}{E} \right)^2$$

Donde:

$n_1$  = Tamaño real de la muestra.

$E$  = Error muestral en kg/hab-día, recomendándose emplear un valor comprendido en el siguiente intervalo:

$$0.04 \text{ kg/hab-día} \leq E \leq 0.07 \text{ kg/hab-día}$$

$s$  = Desviación estandar de la muestra.

$t$  = Percentil de la distribución "t" de Student, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.

Sabiendo que ( $n$ ) es el valor de la muestra, se puede encontrar las siguientes situaciones: Si  $n_1 > n$ , entonces  $n_2 = n_1 - n$ ; por lo tanto  $n_2 > 0$ .



El tamaño de la muestra ( $n_1$ ) resulta ser mayor que el tamaño de la premuestra ( $n$ ); por lo que se debe obtener en campo las ( $n_2$ ) observaciones faltantes de la misma zona de estudio de donde se obtuvieron las ( $n_1$ ) observaciones de la premuestra, para cumplir con la confiabilidad deseada para el muestreo.

Para este caso se debe realizar un nuevo análisis estadístico, que tome en cuenta tanto a los ( $n_1$ ) elementos de la premuestra, como a los ( $n_2$ ) elementos faltantes para la muestra.

Si  $n = n_1$  ; entonces  $n_2 = 0$ .

El tamaño de la muestra ( $n_1$ ) es igual al tamaño de la premuestra ( $n$ ), por lo cual no se requieren más elementos ( $n_2$ ) para considerar válido el muestreo. Por ello se acepta el análisis estadístico realizado en el punto anterior.

Si  $n_1 < n$ , entonces  $n_2 < 0$ .

En este caso, el tamaño de la premuestra resulta mayor al de la muestra, tomándose dicho valor como el tamaño real de la muestra, por lo que no deben eliminarse los elementos sobrantes de la premuestra, ya que pueden ampliar en un momento dado el nivel de confianza del muestreo. De acuerdo con lo anterior, los estadísticos obtenidos para la premuestra, se consideran válidos también para la muestra, por lo que no hay necesidad de realizar un nuevo análisis estadístico.

5.2.6 Realizar un análisis de confiabilidad, con el fin de poder aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como los parámetros del universo de trabajo, para el nivel de confianza establecido. Esta fase del procedimiento estadístico consiste en realizar una prueba de hipótesis en dos colas, o bien ya sea en la cola izquierda o en la cola derecha de la distribución empleada para este análisis con el fin de definir la media muestral ( $\bar{X}$ ) es igual o difiere de la media población ( $M$ ). Puede emplearse para este análisis, la tabla No. 4 (Ver Apéndice) correspondiente a la distribución normal.

Esta fase, consiste en el establecimiento de la hipótesis nula  $H_0$  y de la hipótesis alternativa  $H_1$ .

La hipótesis nula a comprobar o rechazar, es que la media muestral, no difiera de la media poblacional.

$$H_0 : \bar{X} = M$$

La hipótesis alternativa es lo contrario de la hipótesis nula, es decir:

$$H_1 : \bar{X} \neq M$$

En caso de aceptarse la hipótesis nula, se concluye que los estadísticos de la muestra, pueden ser tomados como los parámetros del universo de trabajo. Si la hipótesis alternativa se acepta, los estadísticos de la muestra no deben ser tomados como los parámetros del universo de trabajo; por lo que es necesario realizar un nuevo muestreo y desechar el analizado.



5.2.7 Prueba de la razón de varianza (F).

SECOFI-DGN

Esta prueba se emplea para aceptar o rechazar la siguiente hipótesis:

" La media poblacional estimada para un determinado estrato socioeconómico, es igual a las medias poblacionales estimadas de los demás estratos socioeconómicos en que se subdividió la población muestreada."

Lo anterior es con el fin de poder concluir, que en un momento dado se puede emplear un valor promedio de la generación de residuo per-cápita diario, para todos los estratos socioeconómicos de la población muestreada: sólo en los casos en que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología lo considere pertinente, se realizará la prueba de la razón de varianza (F), por lo tanto para un análisis de la información de tipo corriente, no se requiere realizar esta prueba.

La razón (F); se expresa entre dos varianzas poblacionales estimadas independientemente, como sigue:

$$F = \frac{(S_1)^2}{(S_2)^2}$$

Donde el subíndice, indica el número de la muestra y cada  $(S)^2$ , representa la estimación de la varianza poblacional basada en la muestra.

Cuando las dos varianzas poblacionales estimadas sean iguales, la razón (F) debe ser la unidad.

Si (F) no es igual, la diferencia puede ser atribuida al azar (no es significativa), o puede no ser atribuida al azar (es significativa ya sea demasiado grande o demasiado pequeña). Para tomar tales decisiones, debemos confiar en la distribución del estadístico (F).

De acuerdo con lo anterior, la hipótesis para realizar esta prueba, es que las medias poblacionales normalmente distribuidas, de los estratos socioeconómicos sean iguales.

Cuando combinamos las poblaciones de cada estrato en una única población grande, se espera que la media y la varianza de la población grande  $(\mu, \sigma^2)$ , sean iguales a las de las poblaciones originales de los estratos:

$$\mu = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3, \quad \sigma^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

Debe entenderse como "población grande", a la compuesta por las poblaciones de los estratos socioeconómicos muestreados.

La población No. 1, es el universo de trabajo compuesto por el estrato socioeconómico bajo; mientras que la población No. 2, corresponde al universo de trabajo definido por el estrato socioeconómico medio, y así sucesivamente con los demás estratos.

El procedimiento seguido para realizar esta prueba, se describe a continuación:



Calcular la varianza entre clases (o entre muestras) con la siguiente expresión:

SECOFI - DGN

$$(S_1)^2 = \frac{\sum_{i=1}^m n_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2}{m - 1}$$

Donde:

- $m$  = Número de muestras.
- $i$  = Número de la muestra.
- $n_i$  = Tamaño de la muestra extraída de la población "i".
- $\bar{X}_i$  = Media de los elementos de la muestra "i".
- $\bar{X}$  = Media de todos los elementos de la muestra grande.
- $\bar{X}_i - \bar{X}$  = Desviación entre la media de la muestra "i" y la media de la muestra grande
- $(\bar{X}_i - \bar{X})^2$  = Cuadrado de la desviación (variación).  
Calcular la varianza intra clases (o dentro de las muestras individuales) con la siguiente expresión:

$$(S_2)^2 = \frac{\sum_{i=1}^m \left[ \sum_{j=1}^{n_i} (x_j - x_i)^2 \right]}{r - m}$$

Donde:

- $i$  = Número de la muestra.
- $j$  = Número del elemento.
- $x_j$  = Elementos en la muestra "i".
- $r$  = Número de elementos de la muestra grande.

$$(r = \sum_{i=1}^m n_i)$$

Para realizar esta prueba, se emplea la tabla No. 5 (Ver Apéndice) la cual corresponde a la distribución "F" de Fisher.

Sólo en el caso que la diferencia se deba al azar, se trabaja con una generación per-cápita promedio, para todos los estratos socioeconómicos analizados.



## 6 GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS NO DOMESTICOS SECOFI-DGN

### 6.1 Procedimiento.

El valor de esta generación se puede obtener, adecuando el procedimiento descrito en el inciso 5.1 siempre y cuando se pueda determinar confiablemente el tamaño de la muestra con base en la siguiente expresión:

$$n = \left( \frac{Z \sigma}{E} \right)^2$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra, (número de fuentes por muestra).
- E = Error muestral, en kg/fuente-día.
- $\sigma$  = Desviación estandar poblacional, en kg/fuente-día.
- Z = Percentil de la distribución normal, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.

Para aplicar la expresión anterior, se debe definir primero los giros municipales excepto el doméstico, que se pretende muestrear en la localidad.

6.1.2 De no poder determinar la generación de estos residuos conforme a lo descrito en el punto 6,1 ; obtenerla a partir de un balance de materia, del proceso o giro que se trate. Para tal situación se debe conocer lo siguiente:

- Las fronteras del sistema.
- Las actividades que cruzan u ocurren dentro de sus fronteras.
- La generación de residuos sólidos asociada con estas actividades.

Estos residuos se relacionan con el número de clientes, monto de ventas, área de establecimiento o giro municipal.

Sólo en el caso de que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, lo considere conveniente, se le dará a la información, un tratamiento diferente a lo expuesto; en tal caso, la misma Secretaría, establecerá el procedimiento más adecuado.



CEDEULA DE ENCUESTA DE CAMPO PARA EL MUESTREO DE  
GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS

SECOFI-DGN

No. DE MUESTRA \_\_\_\_\_ No. ALEATORIO \_\_\_\_\_

POBLACION \_\_\_\_\_ MUNICIPIO O DELEGACION \_\_\_\_\_ ENTIDAD FED. \_\_\_\_\_

CALLE \_\_\_\_\_ NUM \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_

COLONIA \_\_\_\_\_ NIVEL SOCIOECONOMICO \_\_\_\_\_

HABITANTE POR CASA \_\_\_\_\_ FREC.DEREC. \_\_\_\_\_ TIPO DE RECIPIENTE \_\_\_\_\_

QUE HACE CON LOS RESIDUOS SOLIDOS SI NO PASA EL CAMION? \_\_\_\_\_

SU OPINION SOBRE EL SERVICIO DE RECOLECCION BUENA \_\_\_\_\_ MALA \_\_\_\_\_ REGULAR \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL ENCUESTADOR \_\_\_\_\_

PUESTO QUE DESEMPEÑA \_\_\_\_\_

INSTITUCION O EMPRESA \_\_\_\_\_

No.	FECHA	DIA	PESO DE LOS RESIDUOS	GENERACION PER-CAPITA (kg/Hab/Día)	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					





T A B L A No. 1

SECOFI - DGN

NUMEROS

ALEATORIOS

85967	71152	14511	85285	36009	95892	36962	67835	63114	50162
07483	51453	11649	86348	76431	81594	95858	36738	25014	12400
96281	01898	61414	83325	04231	10604	75339	11730	85423	60598
45174	12074	98551	37895	93547	24769	09404	76548	05393	96770
97366	35941	21225	93629	19574	71565	33433	56087	40875	13351
90474	41459	16812	81542	81652	45554	27931	93994	22375	00953
28599	64109	09497	76235	41383	31555	12639	00619	22909	29563
25254	16210	89717	65997	82667	74624	36343	44018	64732	93589
28765	02760	24359	99410	77319	73408	58993	61098	04393	48245
84725	66576	86944	93296	10061	62454	76810	52975	10324	15457
41059	65456	47679	65810	15941	84502	14493	65515	19251	41642
67434	41045	82830	47517	36937	46728	71183	36345	41404	81110
72766	68816	37643	19559	57550	49620	90460	25640	67257	18671
92079	46784	66125	94932	64451	29275	57669	66658	30818	58353
29187	40350	62533	73603	34075	16451	42885	03448	37390	66328
74220	17612	65522	80607	19184	54164	66962	82310	18163	63495
03795	02407	06098	92917	40434	60502	82175	04470	78754	90775
75065	55558	15520	27038	25471	76107	90832	10819	56797	33751
09161	33015	19155	11715	60551	24909	31594	37774	37953	78637
75707	48092	64998	87080	39333	00767	45637	12538	67439	96514
21333	48660	31286	00086	79889	75532	28704	62844	92337	99695
65626	50061	42539	14812	48895	11195	34335	60492	70650	51108
84380	07359	87891	76755	89604	41372	10837	66992	93183	56520
46479	32072	80083	63668	70930	82654	05359	47196	12452	38234
59647	97197	55147	76639	76971	55928	36441	95141	42333	67883
31416	11231	27904	57383	31852	69137	96667	14315	01007	31929
82065	83436	67914	21465	99605	83114	97865	74440	99622	87912
01850	42762	39202	18582	46214	99228	79541	78298	75404	63648
32315	89276	89502	67138	16165	15984	21466	63830	30475	74729
59383	42703	55158	80380	67067	97155	34160	85019	03257	78140
56089	27632	50967	91373	07736	20436	96130	73483	85332	24384
51705	57285	30392	23660	75841	21931	04295	00875	09114	32101
18914	98902	60199	99275	41967	35208	30357	76772	92656	62318
11965	94089	34803	48941	69709	16784	44642	89761	66864	62803
85251	45111	80936	81781	93248	67677	16496	31924	51315	79921
65121	95986	84844	93873	46352	92183	51152	85378	30490	15974
53972	96642	24199	56080	35450	03482	65953	49521	63719	57615
14509	16594	78883	43772	23093	58645	60257	89250	63266	90850
37700	07688	65533	72176	23611	93993	01848	03910	38552	17472
85466	59392	72727	15473	73295	49759	56157	60477	83284	56567
52969	55663	42312	67842	05673	91878	82736	36563	79540	61940
42746	68315	17514	02878	97291	74651	427725	57894	81434	62041
26149	17336	67726	61876	29971	99294	96664	52817	90039	53211
95589	56319	14563	24071	06916	59555	18195	32280	79367	04224
39114	13217	58999	49952	83021	57709	53105	19295	88318	41626
71392	17625	18993	98283	07229	57269	24209	91139	30715	90064
54684	53645	79246	70183	87731	19185	68541	33519	07223	97433
82442	61001	36658	57444	95338	36602	36052	46719	69428	94012
35751	16778	54588	15257	68403	43564	90976	58504	40512	07725
08159	02564	21416	74944	53049	88749	02865	25772	89653	88714

T A B L A No. 2  
SECOFI-DGN

## CRITERIO PARA RECHAZO DE OBSERVACIONES DISTINTAS

ESTADISTICO	No. DE OBSERVACIONES	PERCENTILES MAXIMOS						
		.70	.80	.90	.95	.98	.99	.995
r 1	3	.584	.781	.886	.941	.976	.988	.994
	4	.471	.560	.579	.765	.846	.889	.926
	5	.373	.451	.557	.642	.729	.780	.821
	6	.318	.386	.482	.550	.644	.698	.740
	7	.261	.344	.434	.507	.586	.637	.680
r 11	8	.318	.385	.479	.554	.631	.683	.725
	9	.288	.352	.441	.512	.587	.635	.677
	10	.265	.325	.409	.477	.651	.597	.63
r 21	11	.391	.442	.517	.576	.638	.679	.713
	12	.370	.419	.490	.546	.605	.642	.675
	13	.351	.399	.457	.521	.578	.615	.649
r 22	14	.370	.421	.492	.546	.602	.641	.674
	15	.353	.402	.472	.525	.579	.616	.647
	16	.333	.386	.454	.507	.559	.595	.624
	17	.325	.373	.438	.490	.542	.577	.605
	18	.314	.361	.424	.475	.527	.561	.589
	19	.304	.350	.412	.462	.514	.547	.575
	20	.295	.340	.401	.450	.502	.535	.562
	21	.287	.331	.391	.440	.491	.524	.551
	22	.280	.323	.382	.430	.481	.514	.541
	23	.274	.316	.374	.421	.472	.505	.532
24	.268	.310	.367	.413	.454	.497	.524	
25	.262	.304	.360	.406	.457	.489	.5	



SECOFI - DGN

T A B L A No. 3

PERCENTILES DE LA DISTRIBUCION "t"

Grados de Libertad	t.60	t.70	t.80	t.90	t.95	t.975	t.99	t.995
1	.325	.727	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	.289	.617	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	.277	.584	.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	.271	.569	.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	.267	.559	.920	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	.265	.553	.906	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	.263	.549	.896	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	.262	.546	.889	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	.261	.543	.883	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	.260	.542	.879	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	.260	.540	.876	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	.259	.539	.873	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	.259	.538	.870	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	.258	.537	.868	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	.258	.536	.866	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	.258	.535	.865	1.337	1.745	2.120	2.583	2.921
17	.257	.534	.863	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	.257	.534	.862	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	.257	.533	.861	.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	.257	.533	.860	.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	.257	.532	.859	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	.256	.532	.858	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	.256	.532	.858	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	.256	.531	.857	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	.256	.531	.856	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	.256	.531	.856	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	.256	.531	.855	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	.256	.530	.855	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	.256	.530	.854	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	.256	.530	.854	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	.255	.529	.851	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	.254	.527	.848	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	.254	.526	.845	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	.253	.524	.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

TABLA 4 DISTRIBUCION NORMAL ACUMULATIVA- VALORES DE  $Z_p$  DE  $1-\alpha/2$



VALORES DE  $Z_p$  CORRESPONDIENTES A  $P$  PARA LA CURVA NORMAL  
 $Z_p$  ES LA VARIABLE NORMAL ESTANDAR

P	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.00	—	-2.33	-2.05	-1.83	-1.75	-1.64	-1.55	-1.48	-1.41	-1.34
.10	-1.28	-1.23	-1.18	-1.13	-1.03	-1.04	-0.99	-0.95	-0.92	-0.88
.20	-0.84	-0.81	-0.77	-0.74	-0.71	-0.67	-0.64	-0.61	-0.58	-0.55
.30	-0.52	-0.50	-0.47	-0.44	-0.41	-0.39	-0.36	-0.33	-0.31	-0.28
.40	-0.25	-0.23	-0.20	-0.18	-0.15	-0.13	-0.10	-0.09	-0.05	-0.03
.50	0.00	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.20	0.23
.60	0.25	0.29	0.31	0.33	0.36	0.39	0.41	0.44	0.47	0.50
.70	0.52	0.55	0.53	0.61	0.64	0.67	0.71	0.74	0.77	0.81
.80	0.84	0.88	0.92	0.95	0.99	1.04	1.08	1.13	1.18	1.23
.90	1.28	1.34	1.41	1.48	1.55	1.64	1.75	1.88	2.05	2.33

VALORES ESPECIALES.

P	.001	.005	.010	.025	.050	.100
$Z_p$	-3.090	-2.576	-2.326	-1.960	-1.645	-1.282

P	.999	.995	.990	.975	.950	.900
$Z_p$	3.090	2.576	2.326	1.960	1.645	1.282

PERCENTILES DE TABLA N° DISTRIBUCION " F "

NOM-AA-61-1985  
15/17

n<sub>1</sub> = grados de libertad del numerador

n <sub>2</sub>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	151.4	197.5	215.7	224.6	230.2	234.0	235.0	238.9	240.5	241.7	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	19.51	17.53	17.15	16.85	16.63	16.47	16.35	16.27	16.21	16.16	16.12	16.08	16.05	16.03	16.01	16.00	15.99	15.98	15.97
3	10.13	9.55	9.23	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.82	8.80	8.78	8.76	8.75	8.74	8.73	8.72	8.71	8.70	8.69
4	7.71	7.24	6.99	6.87	6.78	6.72	6.68	6.65	6.63	6.62	6.61	6.60	6.59	6.58	6.57	6.56	6.55	6.54	6.53
5	6.61	6.20	6.01	5.91	5.83	5.77	5.73	5.70	5.68	5.67	5.66	5.65	5.64	5.63	5.62	5.61	5.60	5.59	5.58
6	5.97	5.61	5.46	5.38	5.32	5.28	5.25	5.23	5.22	5.21	5.20	5.19	5.18	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13	5.12
7	5.59	5.27	5.15	5.08	5.03	5.00	4.97	4.95	4.94	4.93	4.92	4.91	4.90	4.89	4.88	4.87	4.86	4.85	4.84
8	5.22	4.94	4.84	4.78	4.74	4.71	4.69	4.67	4.66	4.65	4.64	4.63	4.62	4.61	4.60	4.59	4.58	4.57	4.56
9	5.12	4.87	4.79	4.74	4.70	4.67	4.65	4.63	4.62	4.61	4.60	4.59	4.58	4.57	4.56	4.55	4.54	4.53	4.52
10	4.95	4.73	4.67	4.63	4.60	4.58	4.56	4.54	4.53	4.52	4.51	4.50	4.49	4.48	4.47	4.46	4.45	4.44	4.43
11	4.84	4.64	4.59	4.56	4.53	4.51	4.49	4.47	4.46	4.45	4.44	4.43	4.42	4.41	4.40	4.39	4.38	4.37	4.36
12	4.75	4.57	4.53	4.50	4.47	4.45	4.43	4.41	4.40	4.39	4.38	4.37	4.36	4.35	4.34	4.33	4.32	4.31	4.30
13	4.67	4.51	4.47	4.44	4.41	4.39	4.37	4.35	4.34	4.33	4.32	4.31	4.30	4.29	4.28	4.27	4.26	4.25	4.24
14	4.60	4.45	4.42	4.39	4.36	4.34	4.32	4.30	4.29	4.28	4.27	4.26	4.25	4.24	4.23	4.22	4.21	4.20	4.19
15	4.54	4.40	4.37	4.34	4.31	4.29	4.27	4.25	4.24	4.23	4.22	4.21	4.20	4.19	4.18	4.17	4.16	4.15	4.14
16	4.49	4.36	4.33	4.30	4.27	4.25	4.23	4.21	4.20	4.19	4.18	4.17	4.16	4.15	4.14	4.13	4.12	4.11	4.10
17	4.45	4.33	4.30	4.27	4.24	4.22	4.20	4.18	4.17	4.16	4.15	4.14	4.13	4.12	4.11	4.10	4.09	4.08	4.07
18	4.41	4.30	4.27	4.24	4.21	4.19	4.17	4.15	4.14	4.13	4.12	4.11	4.10	4.09	4.08	4.07	4.06	4.05	4.04
19	4.38	4.27	4.24	4.21	4.18	4.16	4.14	4.12	4.11	4.10	4.09	4.08	4.07	4.06	4.05	4.04	4.03	4.02	4.01
20	4.35	4.25	4.22	4.19	4.16	4.14	4.12	4.10	4.09	4.08	4.07	4.06	4.05	4.04	4.03	4.02	4.01	4.00	3.99
21	4.32	4.23	4.20	4.17	4.14	4.12	4.10	4.08	4.07	4.06	4.05	4.04	4.03	4.02	4.01	4.00	3.99	3.98	3.97
22	4.30	4.21	4.18	4.15	4.12	4.10	4.08	4.06	4.05	4.04	4.03	4.02	4.01	4.00	3.99	3.98	3.97	3.96	3.95
23	4.28	4.19	4.16	4.13	4.10	4.08	4.06	4.04	4.03	4.02	4.01	4.00	3.99	3.98	3.97	3.96	3.95	3.94	3.93
24	4.25	4.17	4.14	4.11	4.08	4.06	4.04	4.02	4.01	4.00	3.99	3.98	3.97	3.96	3.95	3.94	3.93	3.92	3.91
25	4.23	4.15	4.12	4.09	4.06	4.04	4.02	4.00	3.99	3.98	3.97	3.96	3.95	3.94	3.93	3.92	3.91	3.90	3.89
26	4.21	4.13	4.10	4.07	4.04	4.02	4.00	3.98	3.97	3.96	3.95	3.94	3.93	3.92	3.91	3.90	3.89	3.88	3.87
27	4.19	4.11	4.08	4.05	4.02	4.00	3.98	3.96	3.95	3.94	3.93	3.92	3.91	3.90	3.89	3.88	3.87	3.86	3.85
28	4.17	4.09	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94	3.93	3.92	3.91	3.90	3.89	3.88	3.87	3.86	3.85	3.84	3.83
29	4.15	4.07	4.04	4.01	3.98	3.96	3.94	3.92	3.91	3.90	3.89	3.88	3.87	3.86	3.85	3.84	3.83	3.82	3.81
30	4.13	4.05	4.02	3.99	3.96	3.94	3.92	3.90	3.89	3.88	3.87	3.86	3.85	3.84	3.83	3.82	3.81	3.80	3.79
35	4.07	3.99	3.96	3.93	3.90	3.88	3.86	3.84	3.83	3.82	3.81	3.80	3.79	3.78	3.77	3.76	3.75	3.74	3.73
40	4.03	3.95	3.92	3.89	3.86	3.84	3.82	3.80	3.79	3.78	3.77	3.76	3.75	3.74	3.73	3.72	3.71	3.70	3.69



SECOFI - DGN



SECOFI - DGN

PERCENTILES DE LA DISTRIBUCION F (CONTINUACION)

n<sub>1</sub> = grados de libertad del numerador.

n <sub>2</sub>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	50	120	∞
∞	4.00	3.15	2.75	2.53	2.37	2.23	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.37
100	3.92	3.07	2.63	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
50	3.64	2.83	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00



SECOFI-DGN  
BIBLIOGRAFIA

8

- Bosco Romero., R.J.  
Estudio para la predicción de generación de desechos sólidos.  
Tesis para obtener el título de ingeniero civil-ESIA, I.P.M.  
México, D. F.  
1980.
  
- Dirección General de Ecología Urbana, Subsecretaría de Asentamientos Humanos, SAHOP.  
Normas de proyecto para sistemas de manejo y disposición final de los desechos sólidos.  
México, D. F.  
1978.
  
- Experiencias en campo del personal de la SEDUE.
  
- Wayne W. D.  
Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud.  
Editorial Limusa.  
México, D. F.  
1982.

México, D. F., a

8 AGO. 1985

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS

  
LIC. CONSUELO SÁEZ FUEYO



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA  
NOM-AA-19-1985

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL SUELO-  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-PESO VOLUMETRICO  
"IN SITU".

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-MUNICIPAL  
SOLID RESIDUES- "IN SITU" VOLUMETRIC WEIGHT

DIRECCION GENERAL DE NORMAS





SECOFI - DGN

NOM-AA-19-1985

## P R E F A C I O

En la actualización de la presente norma participaron los siguientes Organismos:

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA

-Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

-Comisión de Ecología

-Dirección General de Programación de Obras y Servicios.



ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-  
MUNICIPAL SOLID RESIDUES-"IN SITU" VOLUME-  
TRIC WEIGHT

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana, establece un método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en el lugar donde se efectuó la operación de "cuarteo".

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

NOI-AA-91	Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología.
NOI-AA-15	Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Muestreo-Método de Cuarteo.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOI-AA-91.

4 DESCRIPCION DE LA OPERACION

Para determinar el peso volumétrico "in situ", se debe tomar los residuos eliminados de la primera operación del cuarteo, la cual se debe realizar según Norma Oficial Mexicana NOI-AA-15.

4.1 Aparatos y equipo

- Básculas de piso con capacidad de 200 kg
- Tambos metálicos de forma cilíndrica, con capacidad de 200 L
- Palas curvas
- Overoles
- Guantes de carraze
- Escobas
- Recojedores
- Botas de hule
- Mascarillas
- Papelería y varios necesarios para la operación (cédula de informe de campo, marcadores, etc.)

4.2 Procedimiento

SECOFI-DGN

Para efectuar esta determinación, se requiere de cuando menos dos personas.

El equipo requerido antes descrito está de acuerdo con el número de personas que participen en la determinación.

Antes de efectuar la determinación se verifica que el recipiente esté limpio y libre de abolladuras; así como también que la báscula esté nivelada. A continuación se pesa el recipiente vacío, tomando este peso como la tara del recipiente.

En caso dado de no conocer la capacidad del recipiente, ésta se determina a partir de las formulaciones aritméticas existentes, según sea la geometría de dicho recipiente.

A continuación, llenar el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados, obtenidos de las partes eliminadas del primer cuarteo según la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-15; golpee el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura de 10 cm.

Nuevamente agregue residuos sólidos hasta el tope, teniendo cuidado de no presionar al colocarlos en el recipiente; esto con el fin de no alterar el peso volumétrico que se pretende determinar.

Se debe tener cuidado de vaciar dentro del recipiente todo el residuo, sin descartar los finos.

Para obtener el peso neto de los residuos sólidos, se pesa el recipiente con estos y se resta el valor de la tara.

Cuando no se tenga suficiente cantidad de residuos sólidos para llenar el recipiente se marca en éste, la altura alcanzada y se determina dicho volumen.

5 CALCULO

El peso volumétrico del residuo sólido se calcula mediante la siguiente fórmula

$$P_v = \frac{P}{V}$$

en donde:

$P_v$  = Peso volumétrico del residuo sólido, en  $kg/m^3$

$P$  = Peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en  $kg$

$V$  = Volumen del recipiente, en  $m^3$

Los resultados obtenidos al realizar la operación que se describe en esta Norma Oficial Mexicana, deben reportarse en la cédula de informe de campo (anexo No. 1).

6 BIBLIOGRAFIA

Instructivo de Campo del Departamento de Desechos Sólidos de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, 1976.

SECOFI-DGN

Experiencias de campo de la Comisión de Ecología del D.D.F. y de la S.D.U.E.

APENDICE

7.1 Anexo No. 1

CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA LA DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO- "IN SITU" DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

Localidad \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Fecha y hora de la determinación: \_\_\_\_\_

Estrato socio-económico muestreado: \_\_\_\_\_

Condiciones climatológicas imperantes durante la determinación \_\_\_\_\_

Capacidad del recipiente \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>

Tara del recipiente \_\_\_\_\_ kg

Capacidad del recipiente, tomada para la determinación \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>

Peso bruto (peso del recipiente con residuos sólidos) \_\_\_\_\_ kg

Peso neto de los residuos sólidos (peso bruto-tara) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ kg

Peso volumétrico "in situ", de los residuos sólidos \_\_\_\_\_ kg/m<sup>3</sup>

Responsable de la determinación:

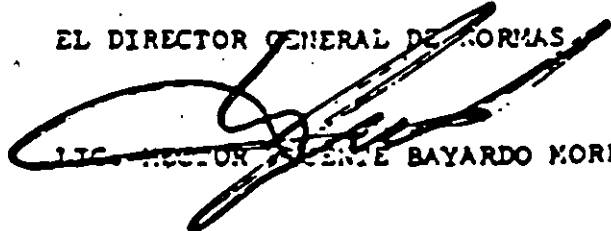
Nombre: \_\_\_\_\_ Cargo \_\_\_\_\_

Dependencia o Institución \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

México, D. F., a 18 MAR. 1995

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS



LIC. HECTOR VICENTE BAYARDO MORENO



**SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA OFICIAL MEXICANA**

**NOM-AA-15-1985**

**PROTECCION AL AMBIENTE - CONTAMINACION  
DEL SUELO - RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPA-  
LES - MUESTREO - METODO DE CUARTEO.**

**ENVIRONMENTAL PROTECTION - SOIL POLLUTION -  
MUNICIPAL SOLID RESIDUES - SAMPLING - QUARTER  
METHOD.**

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**



SECOFI - DGN

NOM-AA-15-1985

## P R E F A C I O

En la formulación de esta norma participaron los siguientes organismos:

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA

-Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

-DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

-Dirección General de Estudios Prospectivos.

-Dirección General de Programación de Obras y Servicios.

-Comisión de Ecología.



NORMA OFICIAL MEXICANA

PROTECCION AL AMBIENTE - CONTAMINACION DEL SUELO - RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES - MUESTREO - METODO DE CUARTEO. NOM-AA-15-1985

ENVIRONMENTAL PROTECTION - SOIL POLLUTION - MUNICIPAL SOLID RESIDUES - SAMPLING - QUARTER METHOD.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana, establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención de especímenes para los análisis en el laboratorio.

Para aquellos residuos sólidos de características homogéneas, no se requiere seguir el procedimiento descrito en esta norma.

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-19 Protección al Ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos Municipales-Peso volumétrico "IN SITU".
NOM-AA-22 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Selección y Cuantificación de Subproductos.
NOM-AA-61 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Generación.
NOM-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las que se establecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91

4 METODO DE CUARTEO

Para el cuarteo, la muestra debe ser representativa de la zona o estrato socioeconómico del área en estudio, obtenida según Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61

4.1 Aparatos y equipo

- Báscula de piso, con capacidad de 200 kg
- Bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.90 m y calibre mínimo del No. 200, para el manejo de los subproductos (tantas como sean necesarias).

Prohibido su reproducción sin autorización del Secretario de Energía y Revisiones técnicas. Esta

## SECOFI-DGN

- Palas curvas
- Bioldos
- Overoles
- Guantes de carnaza
- Escobas
- Botas de hule
- Cascos de seguridad
- Mascarillas protectoras
- Papelería y varios (cédula de informe de campo, marcañores, ligas, etc).

## 4.2 Procedimientos

Para efectuar este método de cuarteo, se requiere la participación de cuando menos tres personas.

El equipo requerido antes descrito, está de acuerdo con el número de personas que participan en el cuarteo.

Para realizar el cuarteo, se toman las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos, resultado del estudio de generación - según la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61-. En ningún caso se toma más de 250 bolsas para efectuar el cuarteo.

El contenido de dichas bolsas, se vacía formando un montón sobre un área plana horizontal de 4 m x 4 m de cemento pulido o similar y bajo techo.

El montón de residuos sólidos se traspalea con pala y/o bioldo, hasta homogeneizarlos, a continuación, se divide en cuatro partes -- aproximadamente iguales A B C y D (Fig. 1), y se eliminan las partes opuestas A y C ó B y D, repitiendo esta operación hasta dejar un mínimo de 50 kg de residuos sólidos con los cuales se debe hacer la selección de subproductos de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana -- NOM-AA-22.

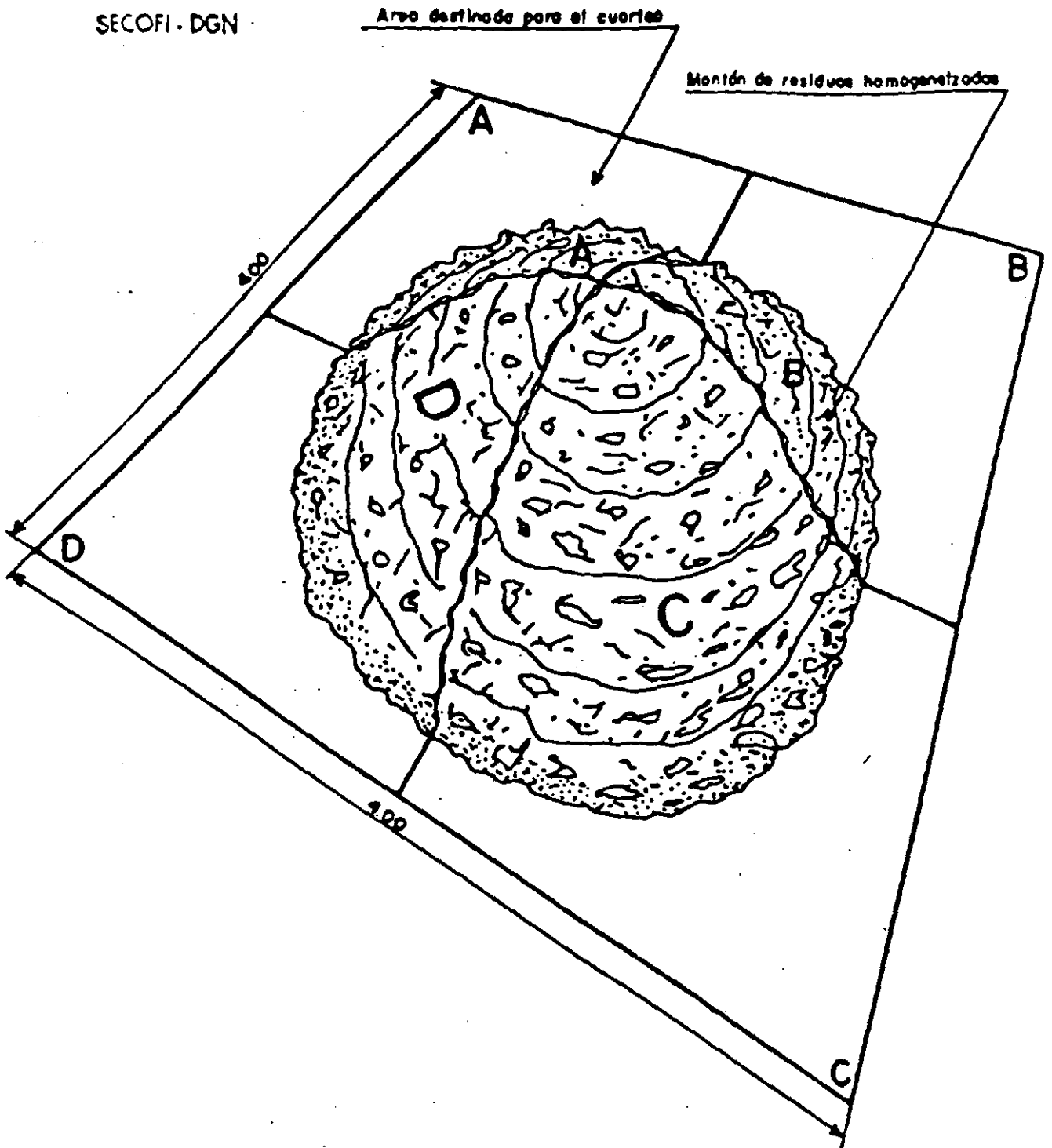
De las partes eliminadas del primer cuarteo, se toman 10 kg aproximadamente de residuos sólidos para los análisis del laboratorio, físicos, químicos y biológicos, con el resto se determina el peso volumétrico de los residuos sólidos "in situ", según Norma Oficial Mexicana NOM-AA-19.

La muestra obtenida para los análisis físicos, químicos y biológicos debe trasladarse al laboratorio en bolsas de polietileno debidamente selladas e identificadas (véase marcado), evitando que queden expuestas al sol durante su transporte, además se debe tener cuidado en el manejo de la bolsa que contiene la muestra para que no sufra ninguna rotura. El tiempo máximo de transporte de la muestra al laboratorio, no debe exceder de 8 horas.





SECOFI - DGN



Escola: no		NOM-AA-15
Acol. m.	CUARTEO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPAL	

SECOFI-DGN

Se han considerado, las cantidades anteriores como óptimas, sin embargo estas pueden variar de acuerdo a las necesidades. Sólo en el caso de que la cantidad de residuos sólidos sea menor a 50 kg, se recomienda repetir la operación de cuarteo.

### 5 MARCADO

La muestra se identifica con una etiqueta, la cual debe contener la siguiente información:

Número de folio de la cédula de informe de campo para el cuarteo, - hora y fecha del envío, localidad, municipio, estado, procedencia - de la muestra (Estrato socioeconómico) temperatura y humedad relativa del ambiente, peso de la muestra en kilogramos, datos del responsable de la toma de muestra y observaciones.

### 6 INFORME DE CAMPO: (Ver cédula en el apéndice)

En el informe debe indicar lo siguiente;

- Localidad, Municipio y Estado
- Fecha y hora del cuarteo
- Procedencia de la muestra (estrato socioeconómico)
- Condiciones climatológicas
- Cantidad de residuos sólidos tomados para el cuarteo, en kg
- Cantidad de residuos sólidos obtenidos para la selección en subproductos, en kg
- Datos del responsable del cuarteo
- Observaciones

### 7 APENDICE

#### CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

No. de  
Folio. \_\_\_\_\_

Localidad \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Fecha y hora del cuarteo \_\_\_\_\_

Procedencia de la Muestra \_\_\_\_\_

SECOFI DGN

Condiciones Climatológicas Imperantes Durante el Cuarteo (describa):

\_\_\_\_\_

Cantidad de Residuos Sólidos para el Cuarteo \_\_\_\_\_ kg

Cantidad de Residuos Sólidos para la Selección de Subproductos \_\_\_\_\_ kg

Cantidad de Residuos Sólidos para los Análisis Físicos, Químicos y Biológicos \_\_\_\_\_

Responsable del Cuarteo:

Nombre:- \_\_\_\_\_ Cargo \_\_\_\_\_

Dependencia o Institución \_\_\_\_\_

Observaciones \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8 BIBLIOGRAFIA

- Journal of the Sanitary Engineering División.-Proceedings of the American Society of Civil Engineers.- "Sample Weights in Solid Waste Composition Studies".- Albert J. Klee and Dennis Carrth. August, 1970.
- Rolle, G. Int. Research Group in Refuse Disposal (IRGR). Information Bulletin 22, 23.- Zurich.- 1954.

México, D.F., a 18 MAR. 1985

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

  
DIRECTOR VICENTE BAYARDO MORENO.



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA  
NOM-AA-22-1985

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL SUELO-  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-SELECCION Y CUANTI-  
FICACION DE SUBPRODUCTOS.

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-MUNICIPAL  
SOLID RESIDUES-BY-PRODUCTS SELECTION AND QUANTIFI-  
CATION.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS



SECOFI - DGN

NOM-AA-22-1985

## P R E F A C I O

En la formulación de la presente norma participaron los siguientes Organismos:

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA

-Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

-Comisión de Ecología

-Dirección General de Programación de Obras y Servicios.



ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-BY-PRODUCTS SELECTION AND QUANTIFICATION.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece la selección y el método para la cuantificación de subproductos contenidos en los Residuos Sólidos Municipales.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología.
- NOM-AA-15 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Muestreo-Método de Cuarteo.
- NOM-B-231 Industria Siderúrgica-Cribas de Laboratorio para Clasificación de Materiales Granulares-Especificaciones.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 APARATOS Y EQUIPO

- Báscula de piso con capacidad de 200 kg
- Balanza granataria con capacidad para 20 kg y sensibilidad de 1 g
- Criba N. 2.00 según Norma Oficial Mexicana NOM-B-231
- Mascarillas
- Recolectores
- Overoles
- Escobas
- Botas de hule
- Guantes de carnaza

Referencia.	La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 8 MAR. 1985	Referencias cruzadas. Esta Norma cancela la NOM-AA-27-1975
-------------	--	--

## SECCION DGN

- Treinta bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.70 m y calibre mínimo de 200
- papelería y varios

El equipo antes descrito esta en función del número de participantes en la determinación que marca esta Norma; se requiere para ello, cuando menos de dos personas.

## 5 SELECCION

## 5.1 Obtención de la Muestra.

La muestra se extrae como se establece en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-15 y se toman como mínimo 50 kg, que procede de las áreas del primer cuarteo que no fueron eliminadas.

## 5.2 Procedimiento.

Con la muestra ya obtenida como se establece en 5.1, se seleccionan los sub productos depositándolos en bolsas de polietileno hasta agotarlos, de acuerdo con la siguiente clasificación:

- Algodón
- Cartón
- Cuero
- Residuo fino (todo material que pase la criba M 2.00 )
- Envase de cartón encerado
- Fibra dura vegetal (esclerénquima)
- Fibras sintéticas
- Hueso
- Hule
- Lata
- Loza y cerámica
- Madera
- Material de construcción
- Material ferroso
- Material no ferroso
- Papel
- Pañal desechable
- Plástico rígido y de película
- Poliuretano
- Poliestireno expandido
- Residuos alimenticios (Véase observaciones)
- Residuos de jardinería
- Trapo
- Vidrio de color



-Vidrio transparente

SECOFI - DGN

-Otros

6 CUANTIFICACION

Los subproductos ya clasificados se pesan por separado en la balanza granataria y se anota el resultado en la hoja de registro.

El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se calcula con la siguiente expresion:

PS = (G1 / G) x 100

En donde:

PS = Porcentaje del subproducto considerado.

G1 = Peso del subproducto considerado, en kg; descontando el peso de la bolsa empleada.

G = Peso total de la muestra (mínimo 50 kg).

El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes, debe ser como mínimo el 98% del peso total de la muestra (G). En caso contrario, se debe repetir la determinación.

7 REPORTE

Los resultados se anotan, como se indica en la hoja de registro (véase apéndice).

8 OBSERVACIONES

- Los cambios en peso durante la determinación, se deben principalmente a la liberación o admisión de humedad.
Se recomienda efectuar la determinación en un lugar cerrado y bajo techo.
Dentro de los residuos sólidos alimenticios se deben incluir todos aquellos residuos de fácil degradación, tales como: vísceras, apéndices o cadáveres de animales.

9 APENDICE

HOJA DE REGISTRO DE CAMPO
SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS.

Localidad \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_
Fecha y hora de análisis \_\_\_\_\_ Peso de la Muestra \_\_\_\_\_ kg
Estrato socioeconómico \_\_\_\_\_ Tara de las bolsas \_\_\_\_\_ kg
Responsable del análisis \_\_\_\_\_ Dependencia o Institución \_\_\_\_\_



## SECOFI - DGN

DEM-AA-22-1985  
4/5

No.	SUBPRODUCTOS	PESO EN Kg	% EN PESO	OBSERVACIONES
1	ALGODON			
2	CARTON			
3	CUERO			
4	RESIDUO FINO QUE PASE LA CRIBA M 2.00			
5	ENVASE DE CARTON ENCERADO			
6	FIBRA DURA VEGETAL (esclerénquima)			
7	FIBRAS SINTETICAS			
8	HUESO			
9	HULE			
10	LATA			
11	LOZA Y CERAMICA			
12	MADERA			
13	MATERIAL DE CONSTRUCCION			
14	MATERIAL FERROSO			
15	MATERIAL NO-FERROSO			
16	PAPEL			
17	PAÑAL DESECHABLE			
18	PLASTICO DE PELICULA			
19	PLASTICO RIGIDO			
20	POLIURETANO			
21	POLIESTIRENO EXPANDIDO			
22	RESIDUOS ALIMENTICIOS			
23	RESIDUOS DE JARDINERIA			
24	TRAPO			
25	VIDRIO DE COLOR			
26	VIDRIO TRANSPARENTE			
27	OTROS			



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-AA-52-1965

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION  
DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-  
PREPARACION DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO  
PARA SU ANALISIS.

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION ---  
MUNICIPAL SOLID RESIDUES-PREPARATION OF SAM-  
PLES IN LABORATORY FOR THEIR ANALYSIS.

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

10 BIBLIOGRAFIA

Instructivo de Campo del Departamento de Desechos Sólidos de la  
Secretaría de Mejoramiento del Ambiente, 1976.



SECOFI-DGN

México, D. F., a 18 MAR. 1985

EL DIRECTOR GENERAL DE NERMAS

LIC. HECTOR VICENTE BAYARDO MORENO

<sup>4/13</sup>  
RGA/ELG/EPH/EAC/mef



SECOFI-DGN

NOM-AA-52-1985

## P R E F A C I O

En la formulación de la presente norma participaron los siguientes Organismos:

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA.

-Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

-Comisión de Ecología

-Dirección General de Programación de Obras y Servicios.



ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-  
MUNICIPAL SOLID RESIDUES-PREPARATION OF  
SAMPLES IN LABORATORY FOR THEIR ANALYSIS.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana, establece el método de preparación de muestras en el laboratorio para su análisis.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología.
- NOM-AA-15 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Muestreo-Método de Cuarteo.
- NOM-AA-16 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de humedad.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 APARATOS Y EQUIPO

- Balanza granataria de 20 kg con sensibilidad de 1 g
- Guantes de carnaza
- Escobilla
- Mascarilla protectora
- Tijeras de jardinero
- Recogedores
- Pala de jardinero
- Lentes protectores
- Molino triturador

Referencias.

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el

18 MAR. 1985

Revisiones sucesivas.

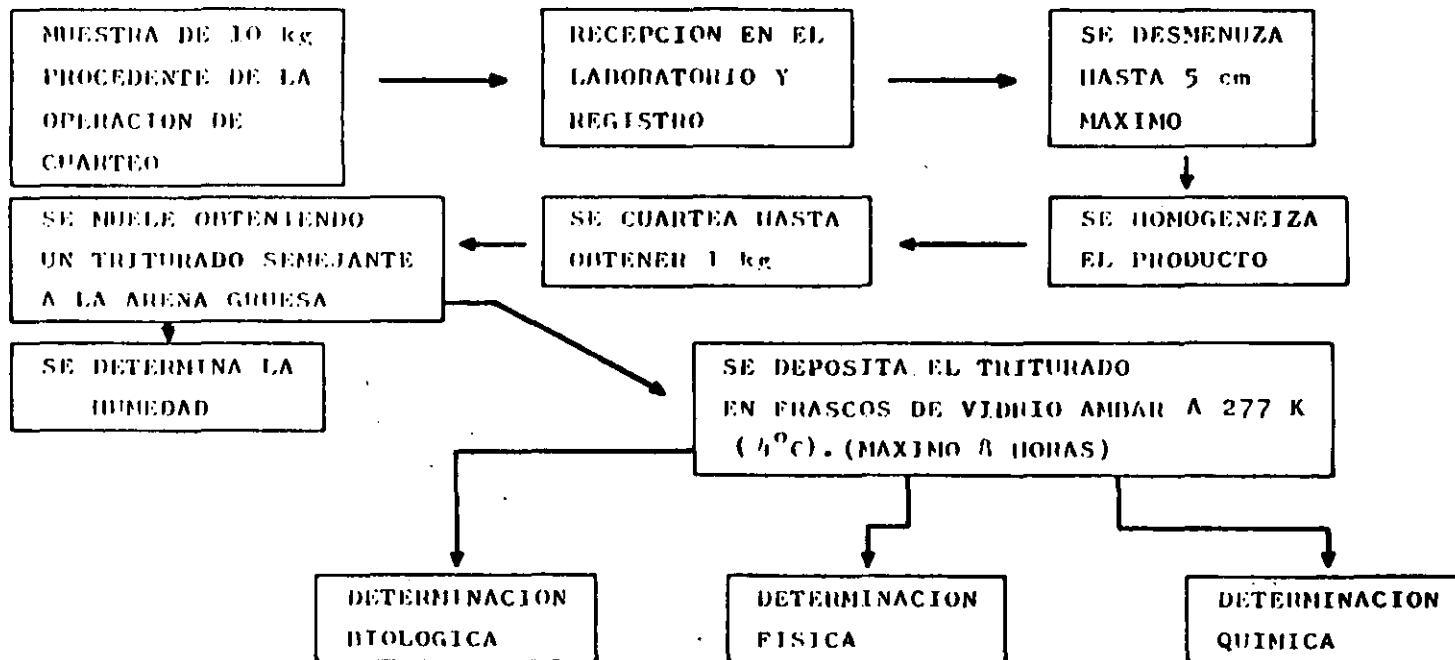


SECOPI - DGN

NOM-AA-52-1985

2 / 3

DIAGRAMA PARA LA PREPARACION DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO.



- Frascos de vidrio de color ámbar y cuello esmerilado de 2 L de capacidad

## 5 PROCEDIMIENTO

Verificar si la muestra está debidamente identificada, de no estarlo, se anota en el reporte del laboratorio.

A continuación se procede a vaciar la muestra de residuos sólidos, en un área limpia y seca del laboratorio: para que con unas tijeras de jardinero se desmenucen tales residuos, hasta un tamaño máximo de 5 cm.

Con una pala de jardinero se homogeneizan los residuos sólidos y mediante el método de cuarteo, se obtiene una muestra representativa de 1 kg, la cual se vierte dentro de un molino triturador para obtener un producto más homogéneo y de tamaño semejante a la arena gruesa. De dicho producto, se toma la cantidad necesaria para realizar inmediatamente la determinación de humedad, según la Norma Oficial Mexicana, NOM-AA-16. El resto del producto obtenido de la molienda, se deposita en frascos de vidrio color ámbar de cuello esmerilado y de 2 L de capacidad, los cuales se almacenan a 277 K (4°C), para realizar las demás determinaciones físicas, químicas y biológicas, en las siguientes ocho horas. (Véase diagrama).

## 6 BIBLIOGRAFIA

- Instructivo de Campo del Departamento de Desechos Sólidos de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, 1975.
- Experiencias de Campo de la S.E.D.U.E.



SECOFI-DGN

México, D.F., a 18 MAR. 1985

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

LIC. HECTOR VICENTE BAYARDO MORENO.



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

**CURSOS ABIERTOS**

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE  
DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Del 7 al 11 de septiembre de 1992

**RECOLECCION**



**ASOCIACION MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS  
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS, A. C.**

**ANGRESPAC**



## METODOS DE RECOLECCION

Atendiendo al grado de especialización de los vehículos recolectores utilizados en la prestación del servicio, los métodos de recolección pueden clasificarse en métodos mecanizados, métodos semimecanizados y métodos manuales. Los métodos mecanizados y semimecanizados normalmente se utilizan en localidades altamente urbanizadas; mientras que los métodos manuales que normalmente se efectúan con equipos no convencionales, son más usuales en zonas deprimidas y de difícil acceso, así como en localidades eminentemente rurales. Ahora bien según el tipo de demanda por atender, se pueden tener dos tipos de métodos de recolección, para demandas de tipo continuo y semicontinuo y para demandas de tipo discreto. De acuerdo con lo anterior, en el medio mexicano se pueden hallar toda la gama de métodos que resultan de la combinación de los dos criterios antes mencionados, aunque predominan los métodos semimecanizados de demanda discreta. Con base en lo antes escrito, se puede decir que un método de recolección está definido por el tipo de demanda exigida y por el grado de tecnificación de los equipos utilizados.

Por otro lado, es importante indicar que el método con el cual se lleva a cabo la recolección viene a ser la parte medular del sistema mismo, ya que el nivel de organización que guarden los métodos de recolección de un determinado sistema, serán el indicador más representativo del nivel de servicio con que se está atendiendo a los usuarios de dicho sistema.

Según las demandas del servicio y el grado de tecnificación de los equipos que está directamente relacionado con el nivel de servicio e inversamente con la participación del usuario mismo en el cumplimiento del servicio, a escala nacional los métodos de recolección se clasifican como sigue:

- Método de Esquina o de Parada Fija (Demanda discreta-semimecanizada con alta participación del usuario).
- Método de Acera (Demanda continua-semimecanizada con mediana participación del usuario).
- Método Intradomiciliario o de llevar y traer (Demanda semicontinua semimecanizada con baja o nula participación del usuario).
- Método de Contenedores (Demanda discreta-mecanizada con alta participación del usuario).

La descripción genérica de estos métodos se presenta a continuación:

1. Descripción Genérica de Métodos de Recolección.

a) Método de Esquina o de Parada Fija.

Se puede decir que es el método más económico, mediante el cual los usuarios del sistema, llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio. Una vez que han llegado hasta el vehículo forman una fila ordenada para que un operador les tome el recipiente, lo entregue a otro que se encuentra dentro de la carrocería del vehículo, el cual vacía su contenido y lo regresa al operario que se lo entregó, para que a su vez se lo devuelva al usuario, el cual después de ser atendido, se retire del vehículo. La operación anterior, se repite tantas veces como sea necesario, hasta atender a todos los usuarios que lo hayan solicitado.

b) Método de Acera.

En este método, el personal operario del vehículo recolector, toma los recipientes con basura que sobre la acera han sido colocados por los usuarios del servicio, para después trasladarse hacia el vehículo recolector, con el fin de vaciar el contenido de dichos recipientes dentro de la tolva o sección de carga de dicho vehículo, regresándolos posteriormente al sitio de la acera de donde los tomaron, para que los usuarios atendidos los introduzcan ya vacíos a sus casas-habitación.

Para que se cumpla debidamente lo antes descrito, se requiere además de un amplio civismo por parte de los usuarios del sistema, que el vehículo recolector transite a bajas velocidades en ambos sentidos de la calle; por consiguiente, es lógico pensar que este método tiene más posibilidades de ser implantado ordenadamente en aquellas localidades que cuenten con calles de doble sentido y de preferencia con camellones.

Este método, además de ser más costoso que el de

esquina, presenta el inconveniente de que animales domésticos y no-domésticos como lo son perros, gatos y ratas entre otros, pueden verse atraídos por los recipientes con basura sobre la acera, pudiendo en un momento dado, dispersarla sobre la misma al buscar su alimento, dando por resultado que la recolección se lleve a cabo en forma más lenta. Para evitar o atenuar este inconveniente, se recomienda el uso de bolsas de polietileno herméticamente cerradas, así como el uso de canastillas elevadas en las aceras donde se colocan los recipientes con los residuos; sin embargo, esto puede involucrar un costo adicional para los usuarios, que no siempre están dispuestos a cubrir.

c) Método de Llevar y Traer o Intradomiciliario. Este método es semejante al anterior, con la variante de que los operarios del vehículo recolector, entran hasta las casas-habitación por los recipientes con basura regresándolos hasta el mismo sitio de donde los tomaron después de haberlos vaciado dentro de la caja del vehículo. Por esto mismo, dicho este método de recolección se considera más costoso que el de acera y aún más que el de esquina.

d) Método de Contenedores. El método de contenedores, es semejante al de esquina en cuanto a que el vehículo recolector debe detenerse en ciertos puntos predeterminados para llevar a cabo la prestación del servicio. Se puede decir que este método es el más adecuado para realizar la recolección en centros de gran generación o de difícil acceso, como pueden ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, tiendas de autoservicio y zonas marginadas, entre otras. La localización de los contenedores, deberá ser de tal manera que el vehículo recolector tenga un fácil acceso a ellos y que además pueda realizar maniobras sin problemas.

Por otro lado, no debe pensarse que invariablemente en todos los casos, estos métodos de recolección se cumplen tal y como fueron descritos, puesto que de una u otra manera siempre existe alguna variante en cuanto al equipo, participación del usuario y número de

empleados que prestan el servicio, por señalar algunas de ellas, que los diferencian de los antes mencionados. Para evitar que tales variantes afecten la concepción y filosofía original de un determinado método de recolección, de tal forma que se pierdan total o parcialmente las características fundamentales del mismo; a manera de establecer una correspondencia lógica entre equipos y métodos de recolección con el tipo de fuentes generadoras por servir, en el cuadro 1 se presentan las recomendaciones del caso.

CUADRO 1 Correspondencia entre Métodos de Recolección, Equipo Emplear y Fuentes Generadoras por Servir.

METODO DE RECOLECCION	EQUIPO CON POSIBILIDAD DE SER EMPLEADO	EQUIPO RECOMENDADO	FUENTES GENERADORAS POR SERVIR
De esquina o Parada Fija.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V. tipo volteo.</li> <li>- V. compactadores de carga lateral.</li> <li>- V. compactadores de carga trasera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V. compactadores de carga lateral.</li> </ul>	Para la recolección de residuos sólidos de tipo doméstico preferentemente en áreas o barrios populares, y en horas matutinas y vespertinas.
De Acera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V. compactadores de carga trasera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V. compactadores de carga trasera.</li> </ul>	Para la recolección en zonas residenciales, preferentemente en calles anchas de alta vialidad y con pavimento; en cualquier turno, se recolecta en todo nocturno en áreas con alto tráfico o de alta participación ciudadana.
De llevar y Traer o Intradomiciliario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V. compactadores de carga trasera, con o sin mecanismos elevadores de contenedores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V. compactadores de carga trasera, con o sin mecanismos elevadores de contenedores.</li> </ul>	Para la recolección en zonas residenciales, con calles anchas así como escuelas, hospitales, restaurantes y otros puntos de generación; en cualquier turno, preferentemente nocturno cuando se presentan las condiciones para ello.
De Contenedores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V. compactadores de carga trasera o lateral, con mecanismo elevador de contenedores.</li> <li>- V. compactadores de carga frontal.</li> <li>- V. roll-on roll-off de distintas características.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V. compactadores de carga frontal de gran volumen.</li> <li>- V. roll-on roll-off de gran capacidad volumétrica y preferentemente con mecanismo de compactación.</li> </ul>	Para recolección en zonas de gran generación y/o de difícil acceso, como hoteles, mercados, hospitales, centros comerciales, tiendas y zonas marginales, en cualquier turno, preferentemente nocturno en hoteles y hostales.

## 2. Descripción Detallada de los Métodos de Recolección.

Con el fin de complementar el cuadro 5.1 del inciso anterior, en donde se describen una serie de recomendaciones para la adecuada implementación de los métodos de recolección, a continuación se presenta la descripción detallada e ilustrada de cada uno de ellos con el vehículo recolector recomendado, detallando incluso, las obligaciones de cada uno de los participantes en el cumplimiento de los mismos.

a) Método de esquina o de parada fija, con Vehículo Compactador de Carga Lateral, y Flotilla Compuesta por el Conductor y dos Operarios (fig. 1).

a.1) Obligaciones del Conductor y su Vehículo:

- No deberá parar exactamente en esquinas, ya que puede propiciar un punto de conflicto, obstruyendo por si mismo, o por medio de los usuarios que acuden para que se les preste el servicio, la circulación de otros vehículos. Por tanto, lo deberá hacer antes de terminar la banqueta de la esquina.
- No deberá ubicarse en sentido contrario a la vialidad establecida.
- Deberá estacionarse donde no existan obstáculos para el cumplimiento del servicio, tales como árboles, postes de alumbrado, señalamientos viales, etc.
- El conductor deberá accionar el mecanismo de compactación, para compactar la basura recolectada por lo menos cada tres paradas fijas, haciéndolo siempre al final de la tercera.
- Deberá cumplir con el Reglamento de Tránsito en vigor.
- El conductor deberá tocar la campana o claxon melódico desde su asiento y respetar la ruta de recolección fijada por sus superiores, negándose a prestar cualquier servicio de tipo especial.

a.2) Obligaciones de los Operarios:

- El operario No. 2 mientras se cumple con el servicio viajará dentro de la caja del vehículo, recibirá el recipiente que el operario No. 1 le entregue, lo deberá vaciar y sellar (para que no de lugar a que el usuario lo sacuda en la calle, dejando los restos sobre el pavimento o la banqueta), para devolverlo a continuación al mismo operario No. 1. Este mismo procedimiento, se llevará a cabo hasta atender al último usuario. Además, este operario No. 2 cada tres paradas, deberá salir de la caja del vehículo, para que se lleve a cabo la compactación de los residuos volviendo a entrar antes de iniciar el tránsito a la siguiente parada.
- El operario No. 1, siempre viajará dentro de la cabina del vehículo durante la prestación del servicio de recolección de basura. Al salir de la cabina, se colocará sobre la banqueta y de frente a la puerta de carga lateral de la caja del vehículo; recibirá por su izquierda, los recipientes de basura por parte de los usuarios del sistema, para entregarlos al operario No. 2 quién los vaciará dentro de la caja de la unidad recolectora, devolviéndoselos ya vacíos, para que a su vez, se los regrese nuevamente a los usuarios por su derecha. Este procedimiento se cumplirá, hasta que se le haya dado servicio al último usuario por atender, después de lo cual dicho usuario No. 1, montará nuevamente a la cabina del vehículo para continuar el viaje a la siguiente parada.

a.3) Obligaciones de los Usuarios:

- Deben colocarse por orden de prioridad de llegada en una sola línea de espera paralela a la guarnición de la banqueta, lo más cercano posible a la unidad de recolección, con el fin de no interrumpir la circulación de los peatones.

- Entregarán sus recipientes con basura al operario No. 1, para después avanzar por su espalda hasta colocarse a su derecha, donde les serán entregados sus recipientes ya vacíos; para después retirarse hacia sus casas-habitación.
- Tendrán que adquirir un recipiente apropiado para el almacenamiento de los residuos sólidos que generan, que además tenga la capacidad adecuada que les permita guardarlos sin problema, hasta el siguiente día en que se deba prestar el servicio de recolección.

b) Método de Acera con Vehículo Compactador de Carga Trasera y Flotilla Compuesta por el Conductor y dos Operarios (fig. 2).

b.1) Obligaciones del Conductor y su Vehículo:

- Deberá transitar a una velocidad suficientemente lenta, para dar tiempo a que los operarios del vehículo, tomen, vacíen y pongan nuevamente en su sitio, todos los recipientes ubicados sobre las calles del barrio o colonia por servir.
- Deberá tocar desde su asiento, la campana o claxon melódico, durante el cumplimiento del servicio en cuestión.
- Tendrá que respetar el Reglamento de Tránsito en vigor.
- Siempre transitará en el carril contiguo a la acera a la que se le da servicio, cuando no sea posible atender ambas aceras con la misma trayectoria.
- Respetará la ruta de recolección fijada por sus superiores.
- No prestará ningún servicio de tipo especial, no especificado en su orden de ruta.



### b.2) Obligaciones de los Operarios:

- Tanto el operario No. 1 como el No. 2, recogerán los recipientes de la acera, los transportarán hasta el vehículo de recolección, los vaciarán y sacudirán dentro de la tolva trasera para evitar que el usuario haga esto último en la acera, dejando residuos en la calle para finalmente colocar los recipientes en el sitio de donde los tomaron.
- Una vez que se haya llenado la tolva de carga del vehículo, el operario No. 1 se colocará de frente a los mandos hidráulicos de la carrocería, para accionarlos a fin de vaciar la tolva y compactar la basura dentro de la caja del vehículo.
- Los operarios del vehículo, viajarán en esta, solamente en los trayectos fuera de las rutas de recolección.

### b.3) Obligaciones de los Usuarios:

- Colocará su recipiente sobre la acera con antelación conveniente (poco antes del paso del vehículo), de acuerdo al horario del servicio de recolección de basura.
- Dispondrá de recipientes en buen estado, para evitar fugas de líquidos o residuos sobre la vía pública.
- Evitará sacudir los recipientes en la vía pública, una vez recibido el servicio, para no dejar residuos sobre el pavimento.
- Recogerá su recipiente inmediatamente después del paso del vehículo recolector.
- El recipiente que empleen para almacenar los residuos que generan, deberá tener la capacidad adecuada para guardarlos sin problema hasta el siguiente día en que se deba prestar el servicio de recolección

### c) Método de Llevar y Traer o Intradomiciliario,

Con Vehículo Compactador de Carga Trasera, y Tripulación Compuesta por el Conductor y de Operarios (fig. 3).

c.1) Obligaciones del Conductor y su Vehículo:

- Deberá hacer alto con su vehículo, frente a la casa-habitación o fuente generadora de residuos sólidos por servir, para dar tiempo a que los operarios del vehículo, tomen, vacíen y pongan nuevamente en su sitio todos los recipientes de la zona o barrio por servir.
- Respetará el Reglamento de Tránsito en vigor, así como la ruta de recolección fijada por sus superiores.
- Siempre transitará en el carril contiguo a la acera a la que se le da servicio.
- No prestará ningún servicio de tipo especial, no especificado en su orden de ruta.

c.2) Obligaciones de los Operarios:

- Tanto para el operario No. 1 como para el operario No. 2, serán las mismas obligaciones que para el método de acera, solo que para este caso, los operarios deberán penetrar hasta la misma casa-habitación o fuente generadora, para tomar el recipiente con basura, llevarlo al vehículo y vaciar su contenido dentro de la tolva de carga del mismo, para finalmente regresar el recipiente ya vacío al sitio donde lo tomaron.

c.3) Obligaciones de los Usuarios:

- Disponer de recipientes en buen estado, para evitar fugas de líquidos o residuos sobre la vía pública.
- El recipiente que usen para almacenar los residuos sólidos que generan deberá tener la

capacidad adecuada para guardarlos sin problema, hasta el siguiente día en que se deba prestar el servicio de recolección.

- El recipiente de basura dentro de la fuente generadora, o casa-habitación, amén de contar con tapa hermética, deberá colocarse en un sitio accesible para el personal de la recolección e inaccesible a personas extrañas, niños, animales domésticos y fauna nociva; además de ser limpiado y atendido diariamente, para evitar la proliferación de insectos y otros vectores biológicos.

d) Método de Contenedores con Equipos Especiales, y Flotilla Compuesta por el Conductor y un solo Operario (fig. 4).

d.1) Obligaciones de Conductor y su Vehículo:

- Deberá hacer alto con su vehículo, junto a los contenedores por atender, dando tiempo a que el operario único de recolección acomode los contenedores frente al mecanismo elevador del vehículo, para después accionar los mandos de dicho mecanismo, y para cumplir con el ciclo "ENGANCHE-ELEVACION-DESCARGA-ATERRIAJE", con cada uno de tales recipientes.
- Respetará el Reglamento de Tránsito en vigor, así como la ruta de recolección fijada por sus superiores.
- Siempre transitará en el carril contiguo a la acera a la que se le da servicio.
- No prestará ningún servicio de tipo especial, no especificado en su orden de ruta.

d.2) Obligaciones del Operario Único:

- Viajará dentro de la cabina del vehículo recolector, saliendo de ella al parar dicho vehículo para cumplir con la prestación del servicio de recolección de basura. Al salir de la cabina, se dirigirá hacia la zona de

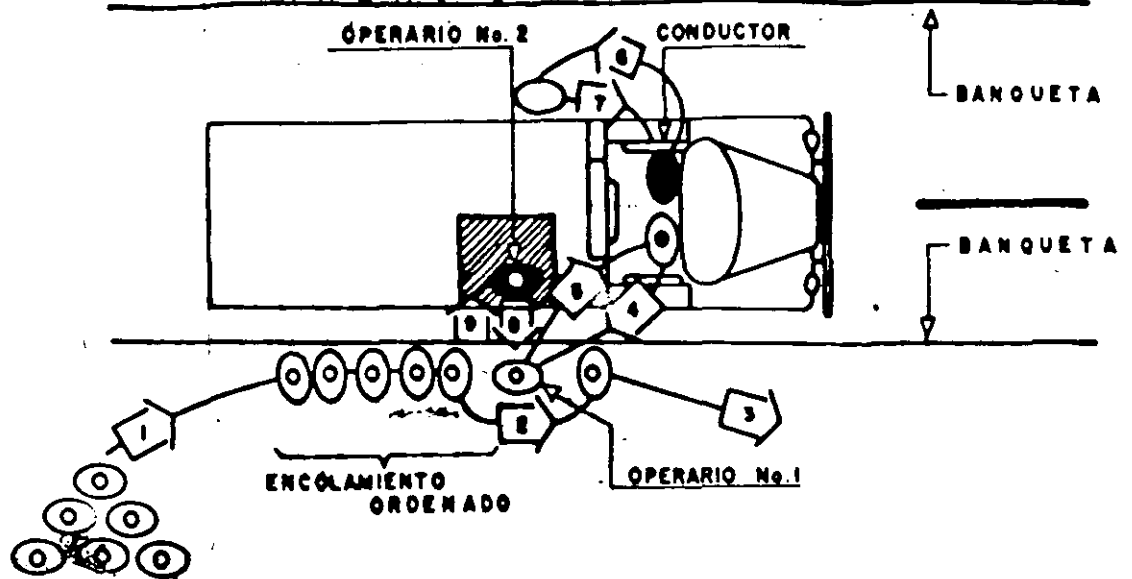
acopio de los contenedores, para conducirlos hasta el frente del mecanismo elevador de vehículo, con el objeto de que tales recipientes sean atendidos; para que una vez vacíos, después de haber sido vaciados dentro de la caja de la unidad de recolección, dicho operario único, los traslade hasta el sitio donde los haya tomado. Este procedimiento se cumplirá hasta que se haya dado servicio al último contenedor por atender, después de lo cual dicho operario montará nuevamente a la cabina del vehículo, para continuar el viaje a la siguiente parada.

d.3) Obligaciones de los Usuarios:

- Dentro de lo que cabe, los responsables del cuidado y vigilancia de los contenedores, deberán cumplir cabalmente, con las recomendaciones indicadas en el inciso (c.3) del punto (c).

# DESCRIPCION GRAFICA DEL METODO DE RECOLECCION DE PARADA FIJA

## A N E X O 1



### S I M B O L O G I A

- Conductor del Vehículo.
- Operario No. 1.
- Operario No. 2.
- Usuarios del Sistema.
- Aproximación de los usuarios con sus recipientes hacia la cola ordenada, para que sean atendidos.
- Circulación del usuario por detrás del Operario No. 1 a quien entregó su recipiente con basura, para recibirlo vacío, de manos del mismo empleado.
- Circulación del usuario una vez atendido hacia su casa habitación, una vez que recibió su recipiente ya vacío de manos del Operario No. 1.
- El Operario No. 1, desmonta de la cabina del vehículo y se dirige hacia el sitio de trabajo.
- Después de atender al último usuario, el Operario No. 1 monta nuevamente a la cabina del vehículo.
- Avance del conductor del vehículo hacia los mandos del mecanismo compactador, para accionar cada tres paradas en promedio.
- Tránsito del conductor hacia la cabina del vehículo después de accionar los mandos del mecanismo compactador.
- El Operario No. 2, sale de la caja del vehículo, cada vez que recibe la indicación del conductor, para que este último accione los mandos del mecanismo compactador.
- Después de que fueron accionados los mandos del mecanismo compactador, el Operario No. 2 entra nuevamente a la caja del vehículo.

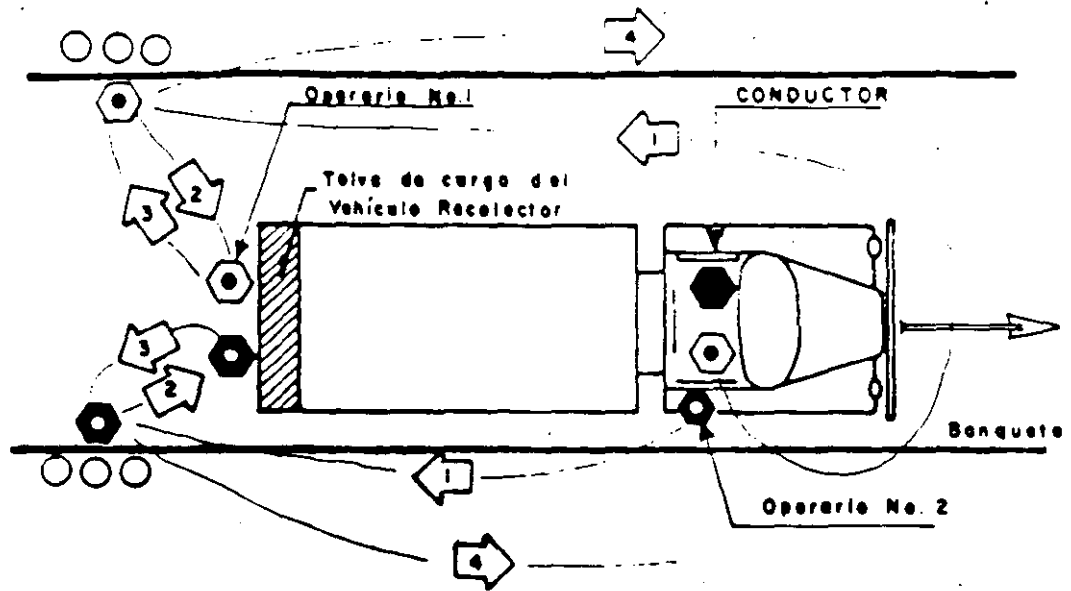
### C O M E N T A R I O S

En este método, el Operario No. 1 recibirá el recipiente del usuario por su izquierda, para posteriormente entregarlo lleno al Operario No. 2, quien se lo entrega vacío, para que a su vez lo entregue por su derecha al usuario que corresponda.

Así mismo, el Operario No. 2 al recibir el recipiente del Operario No. 1, lo vacía y sacude dentro de la caja, para que a continuación se lo entregue al usuario correspondiente.

# Método de recolección de acera

## ANEXO 2



### SIMBOLOGIA

- Conductor del Vehículo
- Operario No. 1.
- Operario No. 2
- Recipientes con Basura.
- Los operarios Nos. 1 y 2, desmontan del vehículo y se dirigen a cumplir con su trabajo.
- Tránsito de los operarios Nos. 1 y 2, hacia el vehículo recolector con los recipientes llenos de basura, para vaciarlos dentro de la tolva de carga de dicho vehículo.
- Tránsito de los Operarios Nos. 1 y 2, con los recipientes vacíos, para colocarlos en el sitio donde los tomaron.
- Tránsito de los Operarios No. 1 y 2, hacia los próximos recipientes que se encuentran sobre la acera.

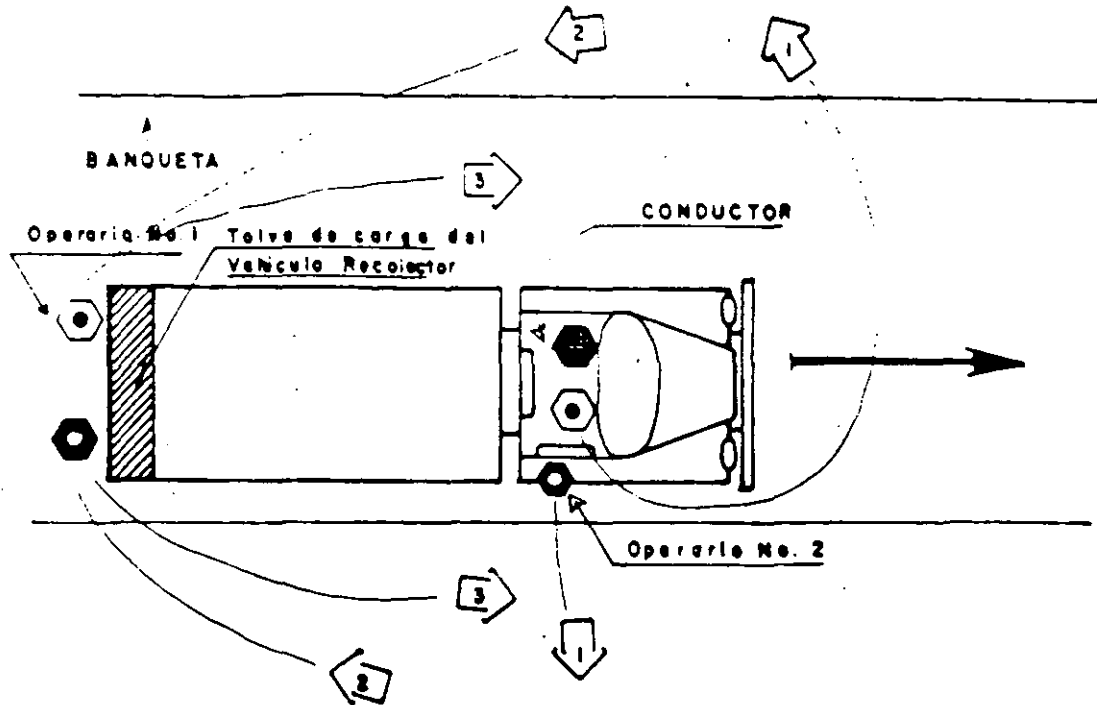
### COMENTARIOS

En este método, las funciones del Operario No. 1, serán las mismas que las del operario No. 2; excepto que el primero, también tendrá como obligación, operar los controles de los mecanismos de compactación de la caja, cuando la tolva de carga se halla saturada con basura.

Asimismo, cuando la visibilidad y características de la red vial, no permitan atacar simultáneamente las dos aceras de la calle; los dos Operarios efectuarán su trabajo sobre la misma acera.

# Grafica del método de llevar y traer o intradomiciliario

## ANEXO 3



### SIMBOLOGIA

- Conductor del Vehículo
- Operario No. 1
- Operario No. 2
- Los Operarios Nos. 1 y 2 desmontan del vehículo y se dirigen hacia el interior de la primera casa-habitación por atender de la ruta, para cumplir con su trabajo.
- Tránsito de los operarios Nos. 1 y 2, hacia el vehículo recolector con los recipientes llenos de basura, extraídos de la casa-habitación en turno, para vaciarlos dentro de la tolva de carga del vehículo.
- Tránsito de los operarios Nos. 1 y 2 con los recipientes vacíos para penetrar nuevamente dentro de la casa-habitación atendida, para colocarlos en el sitio de donde los tomaron; para que a continuación se dirigen hacia la siguiente casa-habitación por servir.

### COMENTARIOS

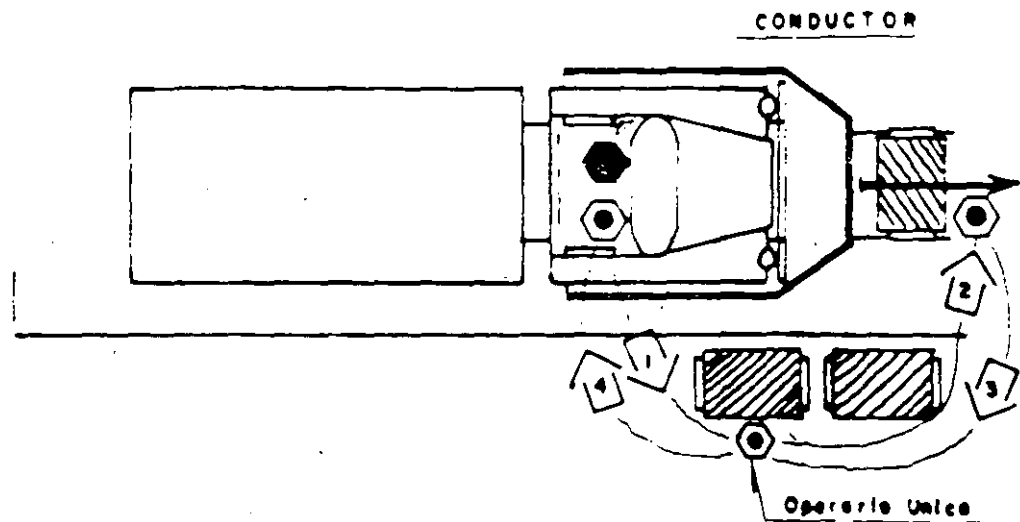
En este método, las funciones del Operario No. 1, serán las mismas que las del Operario No. 2; excepto que el primero, también tendrá como función operar los controles de los mecanismos de compactación de la basura, cuando la tolva de carga se halle saturada con basura.

Asimismo, cuando la vialidad y características de la red vial, no permitan atacar simultáneamente las dos aceras de la calle los dos Operarios efectuarán su trabajo sobre la misma acera.

# Grafica del método de contenedores

ANEXO 4

BANQUETA



## SIMBOLOGIA

- Conductor del Vehículo
- Operario Unico
- Contenedores con Basura.

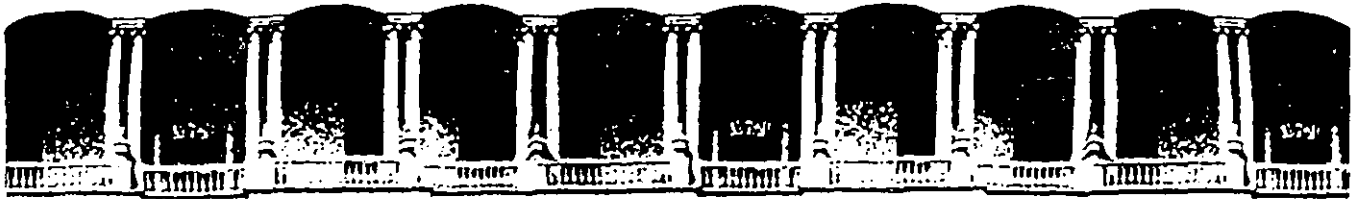
- El Operario Unido, desmonta del vehículo y se dirige al sitio donde se ubican los contenedores.
- El Operario unico, toma el contenedor con basura y lo coloca al frente del vehículo para que sea tomado por el mecanismo - elevador de este último.
- El operario toma el contenedor ya vacío, una vez que con el mecanismo elevador del vehículo se ha vaciado su contenido dentro de la carrocería o caja de dicho vehículo; para dejarlo nuevamente en el sitio donde lo tomó.
- El Operario monta nuevamente a la cabina del vehículo, después que se le dio servicio al último de los contenedores.

## COMENTARIOS.

Aunque para ilustrar este método de recolección, se eligió un vehículo recolector de carga frontal, en esencia es el mismo para cuando se utilizan vehículos de compactadores de carga lateral y de carga trasera con mecanismo elevador de contenedores; diferenciándose únicamente en la ubicación de los contenedores y a la posición del vehículo, así como como en la manera de vaciarlos dentro de la caja del vehículo.

Por otro lado cabe aclarar que cuando se utilicen vehículos tipo roll-on roll-off, solamente se requerirá de la participación del conductor del vehículo.





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

**CURSOS ABIERTOS**

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE  
DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Del 7 al 11 de septiembre de 1992

**RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE  
MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**



**ASOCIACION MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS  
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS, A. C.**

## RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

### 1.- ALMACENAMIENTO.

Se deberá diseñar el recipiente adecuado, para el almacenamiento de los residuos sólidos generados en cada una de las fuentes de tipo municipal detectadas en la localidad en cuestión, tales como: casas-habitación, hoteles, restaurantes, comercios, mercados, hospitales, buses públicas, etc. La capacidad de tales recipientes, deberá diseñarse con base en la generación de residuos sólidos, la frecuencia de recolección de diseño, la frecuencia de falla y el peso volumétrico "in-situ", de acuerdo a la siguiente expresión:

$$V = \frac{(1000) (H) (G) (F_s)}{(PV) (f)}$$

Donde:

V = Volumen del recipiente en litros.

H = Número de generadores de residuos sólidos por fuente.

G = Generación per-cápita diaria de residuos sólidos en kg/generador-día.

PV = Peso volumétrico "in-situ" de los residuos sólidos en kg/m<sup>3</sup>.

f = Frecuencia de recolección medida en días en que se ejecuta la recolección, por siete días de la semana.

FS = Factor de seguridad, el cual depende de la frecuencia de recolección y de las fallas del sistema. En el anexo No. 3 de estos términos de referencia, se presenta una tabla para determinar el factor de seguridad en función de los parámetros antes mencionados.

El almacenamiento de los residuos sólidos de origen doméstico deberá ser manejable, fácil de limpiar, de material durable y su volumen será el necesario para lograr el confinamiento completo de los residuos y evitar derrames; además, la basura deberá permanecer dentro de una envoltura de cualquier material, cuando se mantenga en el recipiente.

Para el caso del almacenamiento de los residuos sólidos unidades habitacionales de varios pisos, o bien en edificios de oficinas, hospitales, grandes almacenes y escuelas de varios niveles entre otros, se deberán diseñar ductos y fosas de almacenamiento o cuartos de contenedores, para dar pie a un manejo adecuado de dichos residuos en tales establecimientos.

## 2.- BARRIDO MANUAL Y/O MECANICO.

Se deberá diseñar el barrido manual y/o mecánico, de acuerdo con el área por servir (de preferencia las principales calles o avenidas y el centro de la localidad, o bien, todas las calles pavimentadas). Para tal diseño se deben delimitar todas las zonas por barrer.

El diseño del barrido consistirá de los siguientes puntos:

- a) Rutas de barrido.
- b) Frecuencia de barrido.
- c) Frecuencia de barrido.
- c) Puntos de concentración del barrido, cuando se hag manualmente.
- d) Rutas de recolección de lo barrido, cuando este sea manual.
- e) Rutas de transporte del barrido.
- f) Equipo y personal necesario para el barrido.

Para determinar el tipo de barrido (manual o mecánico), se deberá realizar una evaluación de los costos horarios de ambas alternativas, para elegir la más económica. El diseño del barrido, se complementará con un plano en donde se muestren a una escala conveniente, el trazo de las rutas. ∴

Los parámetros para el diseño del barrido de calles y espacios públicos, deben obtenerse a partir de los estudios de tiempos y movimientos.

Las rutas de diseño podrán diseñarse por métodos heurísticos o determinísticos. Cuando se adeterminísticamente, se utilizará el Algoritmo del "Cartero Chino"

### 3.- TRANSPORTE Y RECOLECCION.

Se deberá diseñar tanto el transporte y la recolección de los residuos sólidos municipales, de acuerdo con los siguientes lineamientos:

#### a) Selección del Método de Recolección.

Se deberá seleccionar el método de recolección más adecuado a utilizar, tanto para residuos sólidos domésticos, como para los provenientes de otras fuentes de tipo municipal, tales como: comercios, mercados, hoteles, restaurantes y hospitales. La selección del método de recolección por emplear, deberá hacerse, tomando en cuenta los siguientes factores:

- Economía del sistema.
- El método o métodos que prevalecen en la localidad.
- Resistencia al cambio por los usuarios del sistema y/o por los prestadores del servicio.
- Topografía de la localidad.
- Trazo y vialidad establecidas en la localidad.

Los posibles métodos de recolección a seleccionar, serán los que a continuación se enlistan, o bien algún híbrido de ellos que por las características de la localidad en cuestión, así lo justifique:

- De esquina.
- De acera.
- De llevar y traer.
- De contenedores.

Una vez seleccionado el método por emplear, se deberá dar una descripción detallada del mismo, estableciendo las obligaciones del conductor del vehículo, de los recolectores y de los usuarios del sistema.

#### b) Selección del Equipo de Recolección.

Se seleccionará el tipo de equipo para cumplir con el servicio de recolección, con base en los siguientes puntos:

- Método de recolección elegido.
- Economía del sistema.
- Trazo de la localidad.
- Vialidad de la localidad.
- Topografía de la localidad.
- Superficie de rodamiento de las calles de la población.
- Versatilidad del equipo por emplear.

Habiéndose seleccionado el tipo de vehículo por emplear en la recolección de los residuos sólidos municipales, se deberá seleccionar el chasis y la carrocería (caja) más adecuados para la situación particular que presenta la localidad, a partir de las posibles opciones que determine el mercado nacional con respecto a tal equipo. Para lo anterior, se deberán analizar cada uno de los siguientes puntos:

#### b.1 Selección de la Potencia del Motor.

Esta será la necesaria para vencer la resistencia debida a la pendiente de la calle y la resistencia que le puede ofrecer el viento. Dicha potencia, depende del tipo de pavimento de la calle o carretera, del peso bruto del vehículo, de la velocidad que desarrolle el vehículo y del área frontal expuesta al viento.

La potencia, se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$P = 1.013 \quad 0.0037V \quad - \quad [aw + pw + 0.0047 SV^2]$$

Donde:

P = Potencia requerida en H.P.

V = Velocidad promedio del vehículo en km./hr.

a = Coeficiente adimensional que depende del tipo de pavimento donde se transite.

w = Peso bruto total que incluya la carga y el peso propio en kg.

p = Pendiente de la calle o carretera en %.

S = Superficie frontal expuesta al viento en m<sup>2</sup>.

## b.2 Selección del Chasis.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, ha fijado Normas para los vehículos de carga, teniendo en cuenta las cargas admisibles en el proyecto de puentes y alcantarillas en las carreteras.

Estas Normas se refieren a las distancias entre los ejes de los vehículos y las cargas máximas que pueden tolerarse sobre las llantas.

Dentro de estos términos de referencia, se admitirán las siguientes dimensiones máximas que deben tener los vehículos.

Longitud: 12.00 m.

Anchura: 2.60 m.

Altura: 4.00 m.

## b.3 Selección de los Ejes.

La carga que actúa sobre el eje, es función del peso propio del chasis, el peso de la carrocería de recolección y el peso de la basura. Los ejes, trasero y delantero se seleccionarán, con base en la distribución del peso de las cargas sobre cada uno y en función de la capacidad de carga del vehículo considerado.

La capacidad de las muelles debe estimarse deduciendo el peso de los ejes de que se trate, así como el de ruedas, frenos y muelles, del peso total a transmitir por el eje a la superficie de rodamiento, dividiendo entre dos.

## b.4 Revisión del Bastidor.

Considerando la importancia de la función que los miembros del bastidor juegan en la buena operación del vehículo, se deberá revisar el bastidor del chasis elegido en función de sus dimensiones, material y forma del mismo.

La resistencia del bastidor, deberá ser expresada en términos de la resistencia del momento flexionante; éste mide la cantidad de flexión que el bastidor pueda resistir con seguridad sin causarle deformación permanente.

El momento flexionante resistente, se calculará con la siguiente expresión:

$$M_t = (S) (f)$$

Donde:

S = Módulo de sección en cm<sup>3</sup>.

f = Esfuerzo admisible máximo de trabajo del material del bastidor en kg/cm<sup>2</sup>.

Para tal fin, el bastidor semejará una viga doblemente apoyada con un voladizo y carga uniformemente repartida.

#### b.5 Revisión de las Llantas.

Las características de las llantas y su presión de inflado deberán apegarse a lo recomendado por el fabricante para el peso bruto vehicular, con el fin de lograr mayor vida útil y mejor servicio.

#### c) Frecuencia de Recolección.

Se deberá establecer una frecuencia de recolección, para cada zona, sector, estrato socio-económico y/o tipo de fuente generadoras de origen municipal según sea el caso. Esta frecuencia podrá ser diaria o cada dos y tres veces por semana; lo cual dependerá de la generación per-cápita diaria de residuos sólidos y de su contenido orgánico.

#### d) Determinación del Número de Vehículos.

Se realizará un análisis detallado para determinar el número de vehículos recolectores necesarios y de reserva para llevar a cabo la recolección de los residuos sólidos municipales en general; de acuerdo con los siguientes criterios:

##### d.1 Heurísticamente.

$$N = \frac{(P) (G) 1}{(n) (t) (E) f} F + B$$

Donde:

N = Número de vehículos requeridos.

P = Población a servir.

G = Generación per-cápita de residuos sólidos domésticos, kg/hab.día.

n = Número de viajes que puede realizar un vehículo en un turno.

t = Tonelaje recolectado por cada vehículo en un viaje, kg.

E = Factor de eficiencia del llenado del vehículo.

f = Frecuencia de recolección.

B = Tonelaje de basura generado por otras fuentes generadoras no-domésticas.

#### d.2 Determinísticamente.

Se hará estableciendo y resolviendo un problema de programación entera, compuesto por la función económica y sus restricciones, donde el objetivo es minimizar costos y maximizar el equipo. El problema antes descrito, puede ser planteado en otros términos para ser resuelto mediante otros métodos de optimización.

#### e) Diseño del Macroruteo.

Para tal diseño se deberán delimitar las zonas de servicio, despreciando el problema del ruteo individual y tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las fronteras naturales, como vías férreas, carreteras, ríos, parteaguas, barrancas y calles muy transitadas que crucen la población.
- Las diferentes densidades de población y el tipo de residuos sólidos.
- Las diferentes fuentes municipales generadoras de residuos sólidos, además de las casas-habitación.
- Los estratos socio-económicos en que se haya subdividido la localidad.



- Los métodos de recolección que haya sido propuestos para cumplir el servicio de recolección, en la localidad.
- El tiempo y la distancia empleados para un viaje redondo hasta el sitio de disposición final.

Cuando se hayan delimitado las zonas de servicio, se deberán distribuir las unidades de la flotilla de recolección a dichas zonas de servicio, tomando en cuenta los tiempos estándar obtenidos a partir de los estudios de tiempos y movimientos que hayan sido realizados. Dicha distribución podrá hacerse en forma heurística y con métodos determinísticos (Modelo del Transporte).

El empleo de los métodos determinísticos se deberá hacer de acuerdo con los siguientes lineamientos:

MÉTODO DE RECOLECCION	MODELO DETERMINISTICO A EMPLEAR
De llevar y traer.	Algoritmo del "cartero chino"
De parada fija.	Algoritmo para resolver el problema del agente viajero.
De contenedores.	Algoritmos para resolver el problema del agente viajero.

El diseño de las microrutas, deberá plasmarse en forma integrada en un plano de la localidad a buena escala; así como en forma separada, en planos de menor tamaño por zonas o área de recolección, (un plano por zona).



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

**CURSOS ABIERTOS**

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE  
DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Del 7 al 11 de septiembre de 1992

**EQUIPOS DE RECOLECCION Y  
TRANSPORTE PRIMARIO**



**ASOCIACION MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS  
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS, A. C.**

## EQUIPOS DE RECOLECCION Y TRANSPORTE PRIMARIO

Con respecto a los equipos de recolección y transporte primario, es importante indicar la conveniencia de emplear siempre que sea factible, vehículos con carrocerías de gran capacidad, provistos de compactadores para abatir los costos de recolección. Las carrocerías de volteo, aunque son preferidas por localidades con cierta tendencia rural, debido a su versatilidad y menor costo, no son adecuadas para la recolección y transporte de basura doméstica desde el punto de vista de salud pública, debido principalmente a que por el hecho de ser descubiertas y carentes de sello hermético en el fondo, propician el esparcido de residuos y líquidos contenidos en la misma basura, a lo largo de sus recorridos dentro y fuera de sus rutas de operación.

En términos generales, se puede decir que existen carrocerías de carga lateral, trasera y frontal, estos últimos se usan exclusivamente para la carga mecánica de contenedores, mediante un dispositivo consistente en un par de brazos, que ensamblan con el contenedor, elevándolo y vaciándolo por la parte superior de la caja compactadora.

Los vehículos dotados de carrocería de carga trasera de dos ejes, son muy eficientes, pues la recolección se efectúa en forma más cómoda y menos fatigosa para el personal operativo debido a su altura de carga no mayor de 1.20 m.; además, permiten por lo general prescindir de un operario, y así reducir la tripulación del vehículo y los costos de operación.

Ahora bien, debe dejarse bien asentado que no siempre es adecuado el uso de vehículos especializados para la recolección de los residuos sólidos, ya que no en todos los casos la traza urbana brinda las facilidades de acceso, penetración, maniobrabilidad y pendiente, requeridas para la utilización y máximo aprovechamiento de tales vehículos. En muchos casos la utilización de unidades de las consideradas como no convencionales, pueden dar mejores resultados tanto en costo como en rendimiento y eficiencia, que los obtenidos con el uso de unidades recolectoras especializadas. Al respecto, debe entenderse como unidad no-convencional de recolección, todo aquel vehículo utilizado para la prestación de este servicio, en sustitución de cualquier equipo de recolección considerado como especializado. De esta manera, desde un carretón movido por una cuadrilla de peones hasta un vehículo tipo volteo, pueden constituir una unidad de recolección no-convencional. Normalmente, este tipo de unidades se utilizan en zonas sin caminos de penetración, o bien en todas aquellas de difícil acceso.

Por otro lado, también debe indicarse que cualquier vehículo ya de por sí especializado para la prestación del servicio de recolección de basura, puede tecnificarse aun más, si se le adaptan mecanismos para el uso de contenedores.

Con base en todo lo anterior, los equipos de recolección pueden ser clasificados de acuerdo con el siguiente criterio:

- Equipos recolectores de alta especialización o tecnificación:

Son todos aquellos que por adaptación o por diseño original, están capacitados para realizar maniobras de carga y descarga de contenedores.

- Equipos especializados para la recolección de residuos sólidos:

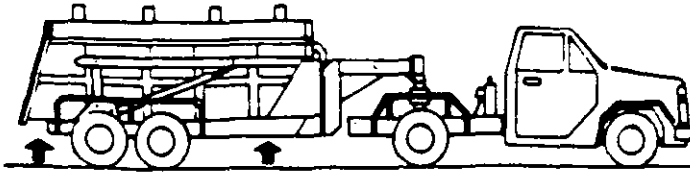
Son aquellos que por su diseño original, están capacitados para la prestación del servicio de recolección de basura con cierta comodidad, como lo son todos los vehículos compactadores de carga trasera y lateral; y algunos otros de carga lateral sin mecanismos de compactación pero con placa empujadora de basura.

- Equipos no-convencionales para la recolección de residuos sólidos:

Será cualquier vehículo utilizado para la prestación del servicio en cuestión que no presente las características mencionadas para los equipos especializados y de alta tecnificación.

A continuación se presenta una breve descripción de los equipos de recolección de basura más comúnmente usados en el medio mexicano, atendiendo a la clasificación antes descrita.

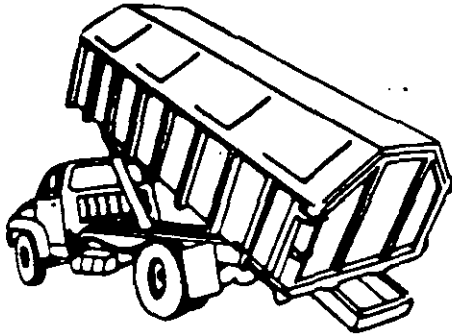
**EQUIPOS RECOLECTORES DE ALTA ESPECIALIZACION  
O TECNIFICACION**



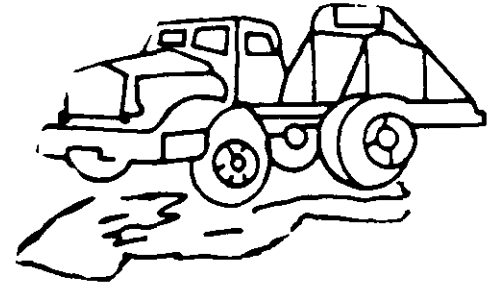
SISTEMA CAMION-CONTENEDOR  
DE ARRASTRE



SISTEMA CAMION-CONTENEDOR  
DE GATO HIDRAULICO



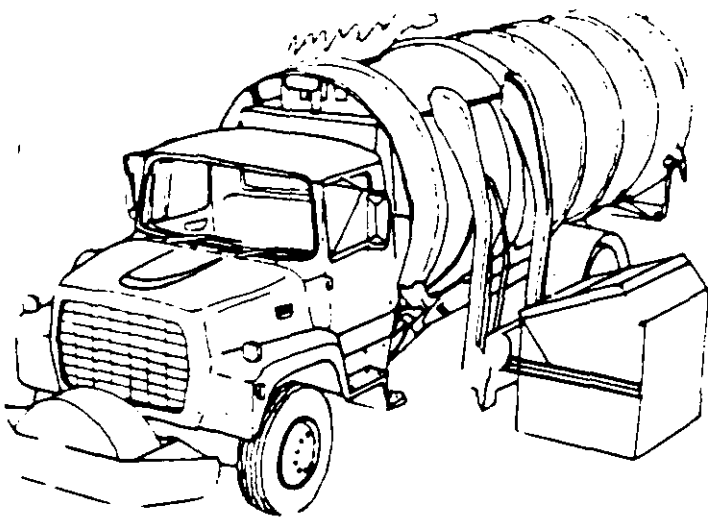
SISTEMA CAMION-CONTENEDOR TIPO  
ROLL ON-ROLL OFF



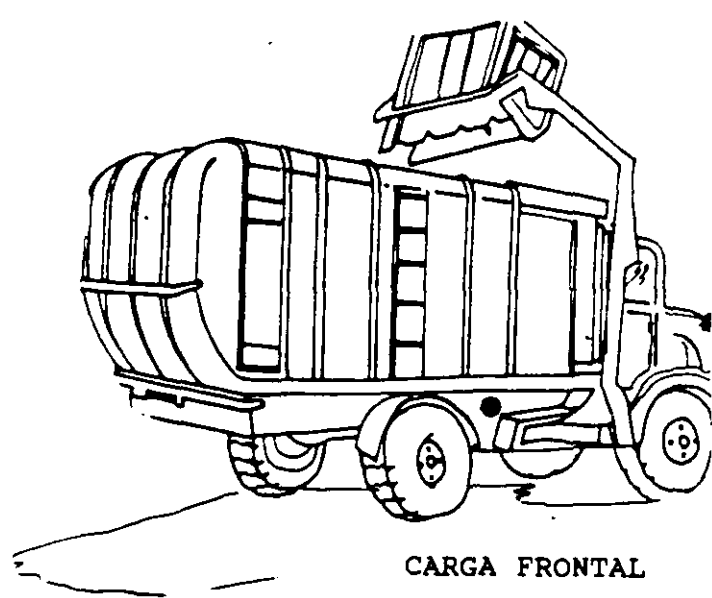
SISTEMA DE CAMION-CONTENEDOR  
DE GRUA

#### SISTEMA DE RECOLECCION POR CONTENEDORES ALTAMENTE ESPECIALIZADOS

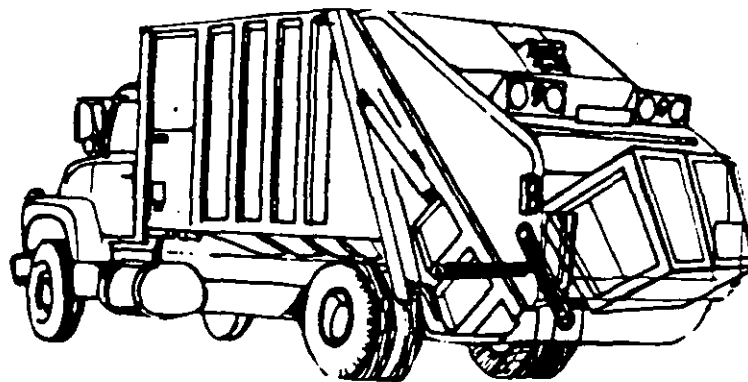
Estos sistemas están diseñados para atender la demanda del servicio, exclusivamente a través de la utilización de contenedores. Son equipos altamente tecnificados donde la variante radica casi exclusivamente en cuanto al mecanismo empleado para la carga y descarga de contenedores, cuya capacidad normalmente es muy alta. (De 6m<sup>3</sup> hasta 24m<sup>3</sup>). Cuando se usan adecuadamente, su eficiencia de recolección es muy alta. Estos sistemas no son recomendables para la recolección domiciliaria con métodos tradicionales, solo cuando no se cuenta con un acceso adecuado y/o en zonas de gran generación. Su utilización también es recomendable en mercados, hospitales, tiendas de autoservicio, multifamiliares de gran tamaño, industrias, etc. La diferencia básica con respecto a los vehículos compactadores de carga trasera, frontal o lateral con mecanismos para contenedores, radica en el tamaño de los contenedores por atender, ya que normalmente un sistema como los indicados, manejan contenedores de 2 a 5 veces más grandes que los que pueden atender vehículos con mecanismo de contenedores adaptado; amén de que estos últimos después de atender al contenedor lo dejan nuevamente en su sitio, mientras que los sistemas altamente especializados sustituyen un contenedor lleno por uno vacío.



CARGA LATERAL



CARGA FRONTAL



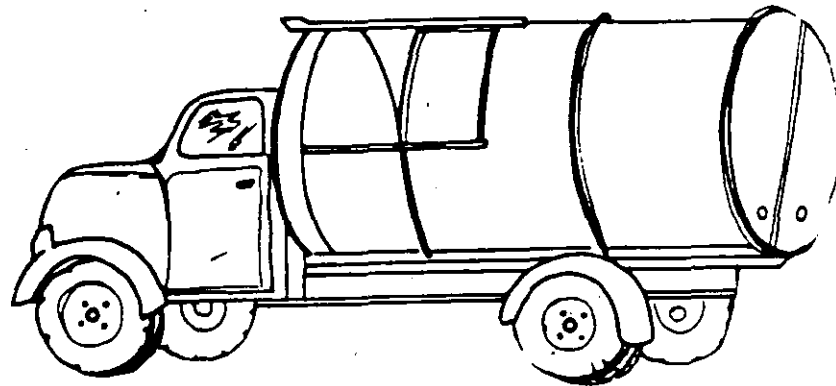
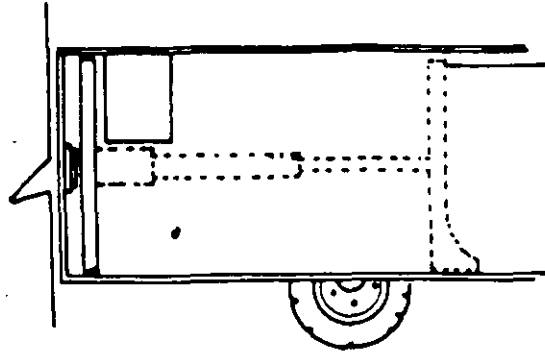
CARGA TRASERA

**VEHICULOS COMPACTADORES CON MECANISMOS DE CARGA  
TRASERA, FRONTAL Y LATERAL.**

Estos vehículos son generalmente de 12 a 30 m<sup>3</sup> de capacidad volumétrica con mecanismo de carga y descarga de contenedores, cuya capacidad varía desde uno hasta seis metros cúbicos, según la potencia de dicho mecanismo. Su eficiencia de recolección es muy alta cuando se usa adecuadamente, por lo que no debe ser utilizado en la recolección domiciliaria con los métodos tradicionales de esquina, acera o de llevar y traer. Su principal uso es para la recolección de basura en centros de gran generación como mercados, multifamiliares, unidades habitacionales y supermercados, etc.

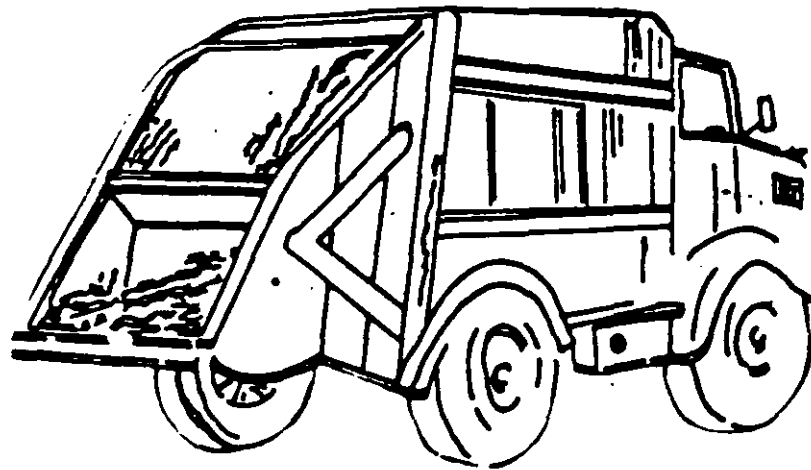
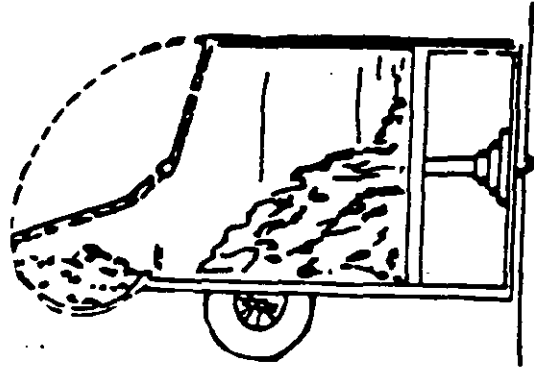
**EQUIPOS ESPECIALIZADOS PARA LA RECOLECCION  
DE RESIDUOS SOLIDOS**





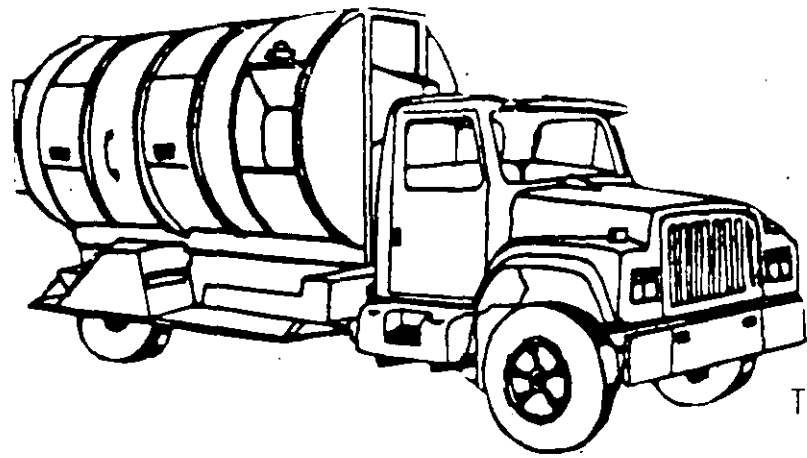
#### VEHICULOS COMPACTADORES DE CARGA LATERAL.

Pueden ser de caja cuadrada o cilíndrica con mecanismo de compactación. La carga de basura se hace lateralmente. Su capacidad de carga varía normalmente de 10 a 16 m<sup>3</sup>, pudiendo en algunos casos ser más elevada. Su principal ventaja es que cuenta con un mecanismo sencillo de compactación, amén de que se le puede adaptar un mecanismo para la carga y descarga de contenedores. Su principal desventaja es que la altura de carga y su diseño obligan a que un empleado viaje dentro de la caja para recibir la basura, por lo que la compactación no se hace con la regularidad debida.



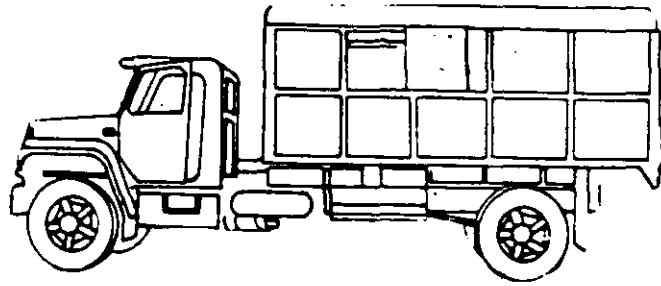
#### VEHICULO COMPACTADOR DE CARGA TRASERA

*En este tipo de vehículos la carga de basura se hace a través de una tolva que se encuentra ubicada en la parte posterior de la carrocería, son de 10 a 20 m<sup>3</sup> de capacidad, con equipo opcional para carga de contenedores. Sus principales ventajas son que la altura de carga es baja, que los operarios no tienen acceso a la basura para "pepenarla" una vez que el mecanismo compactador de carga se ha hecho funcionar, y que puede atender contenedores pequeños en su ruta de recolección.*



TUBULAR

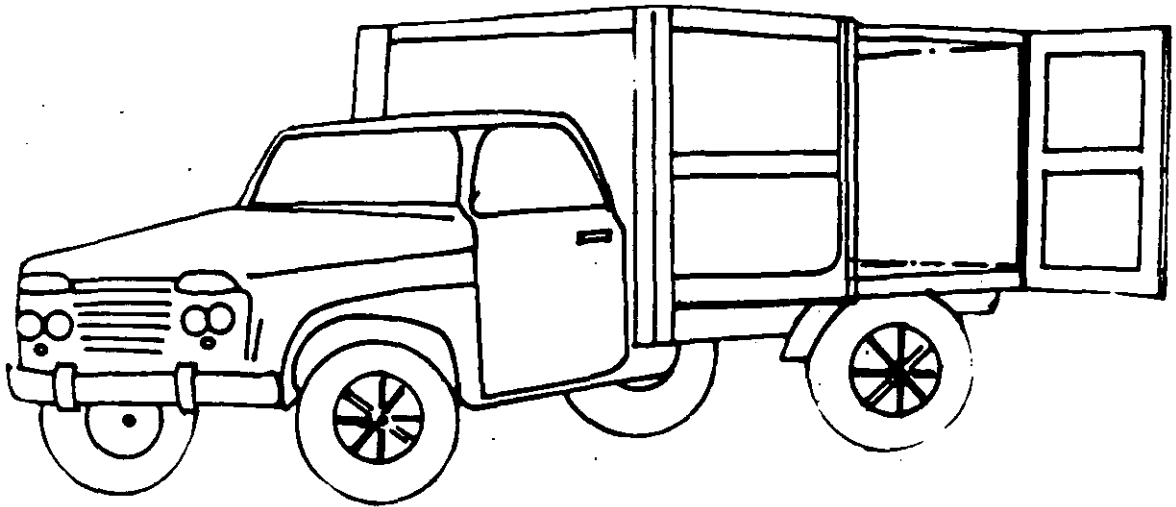
RECTANGULAR



VEHICULOS SIN MECANISMO DE COMPACTACION  
DE CARGA LATERAL O TRASERA

*La utilización de este tipo de vehículos cada día se hace más frecuente, por los altos costos de inversión y mantenimiento del equipo especializado. Su capacidad normalmente varía de 8 a 16 m<sup>3</sup> de capacidad. La carga de basura se hace en la mayoría de los casos en forma lateral, aunque para ciertas cajas es mejor hacerlo por la parte trasera. Su diferencia con respecto a los vehículos con mecanismos de compactación, radica básicamente en la carencia justamente de tales mecanismos.*

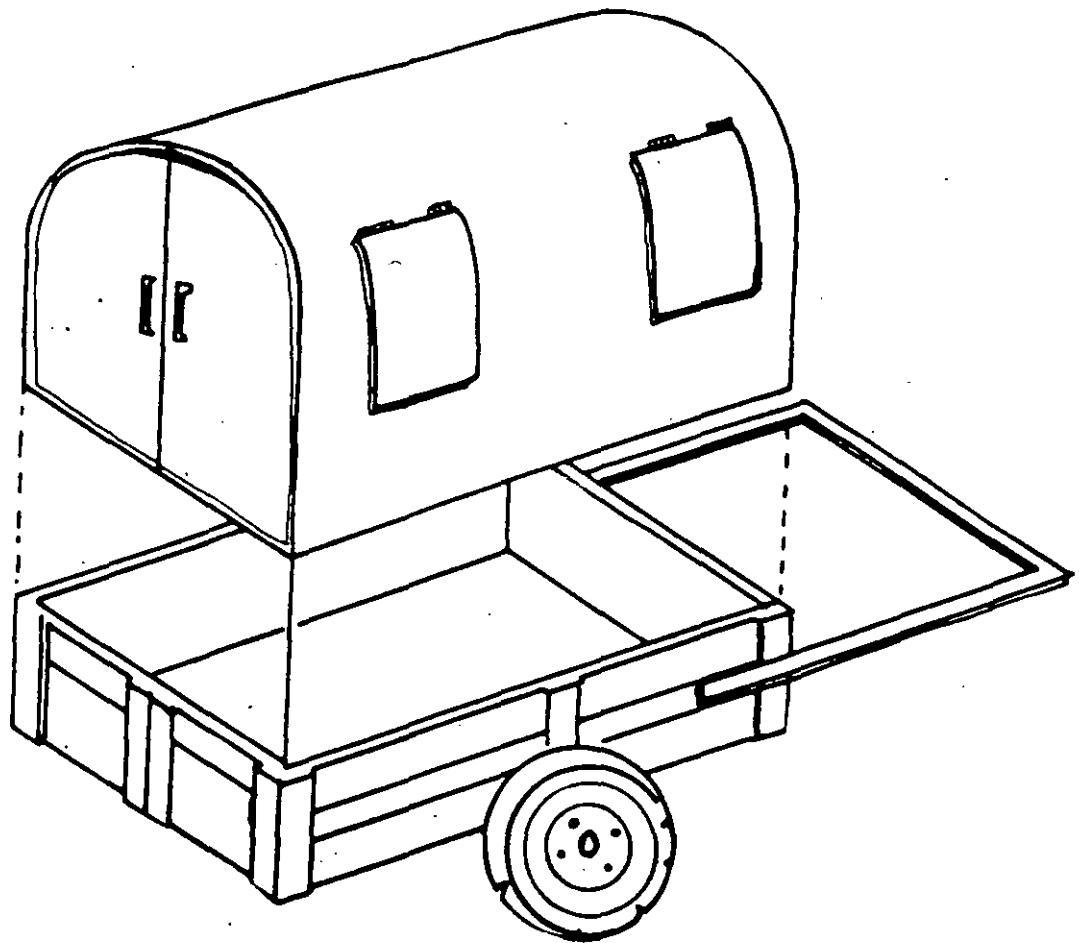
*El bajo costo de inversión y los reducidos requerimientos económicos y de mano de obra especializada para su mantenimiento, son sus principales ventajas. Su principal desventaja es la disminución en cuanto al tonelaje de basura que puede transportar, ya que por la falta de mecanismo de compactación, el peso volumétrica alcanzado dentro de la carrocería por los residuos, difícilmente rebasa los 350 kg/m<sup>3</sup>. No es recomendable adaptar a este tipo de vehículos mecanismos para la carga y descarga de contenedores, por la falta de dicho mecanismo de compactación.*



#### VEHICULOS TIPO VOLTEO DE GRAN CAPACIDAD

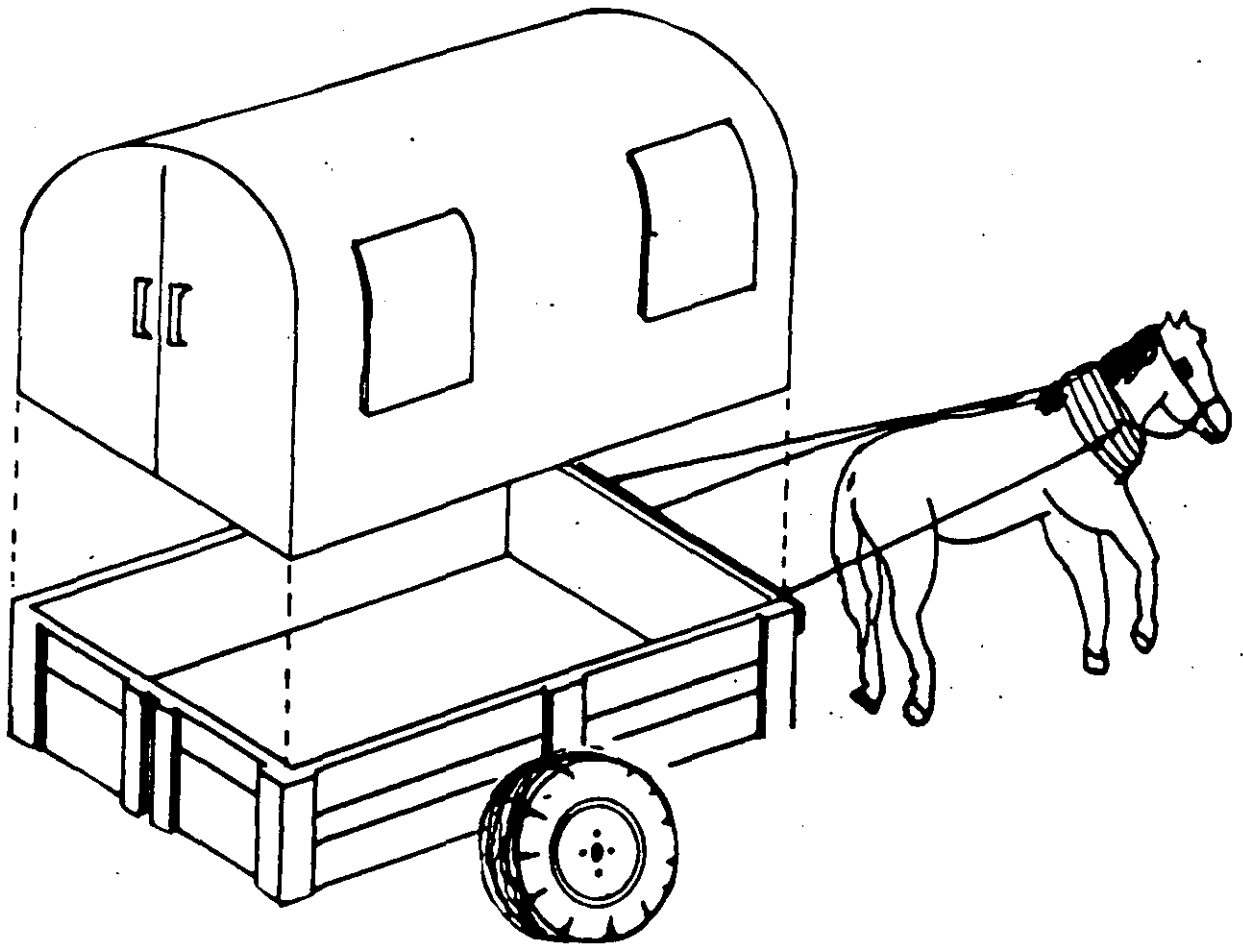
*Estos vehículos con mecanismos de descarga tipo volteo, cuentan en la mayoría de los casos con puertas laterales para facilitar la carga dentro de la carrocería del vehículo así como con extensiones para alimentar su capacidad volumétrica y aprovechar la gran capacidad de soporte de carga del chasis. Las principales ventajas son: su bajo costo comparado con un camión más tecnificado que la descarga por volteo por muchas ocasiones es mucho más rápida que cuando se tienen cajas fijas. Las desventajas obvias son las siguientes: la altura de carga es muy elevada, el acomodo de la basura dentro de la caja es manual, se requiere de un empleado adicional en la cuadrilla de trabajo. Así mismo, al adicionarle a la caja volumen hacia arriba, se eleva el centro de gravedad por encima de las especificaciones de diseño.*

4.3.- EQUIPOS NO-CONVENCIONALES PARA LA RECOLECCION  
DE RESIDUOS SOLIDOS



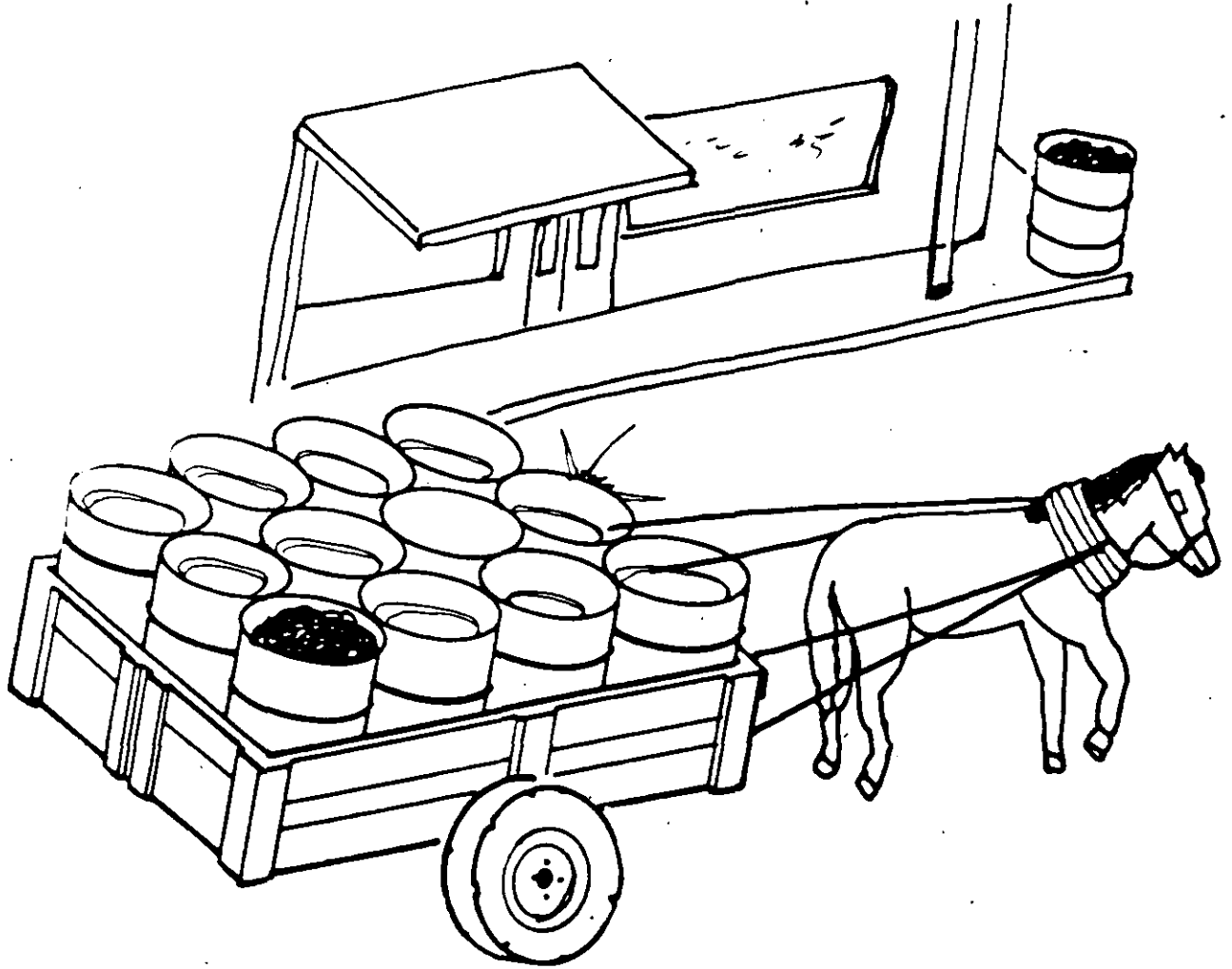
### CARRETA DE MANO

*Carreta de mano con capacidad aproximada de 1 a 1.5 m<sup>3</sup>, que si hace dos viajes en ocho horas en zonas de baja producción de basura, podría dar servicio a 1000 a 1500 habitantes. El problema principal consiste en su baja velocidad de traslado, por lo que su uso es conveniente solo en zonas cercanas a los sitios de disposición final o de transferencia.*



### CARRETA DE MULAS

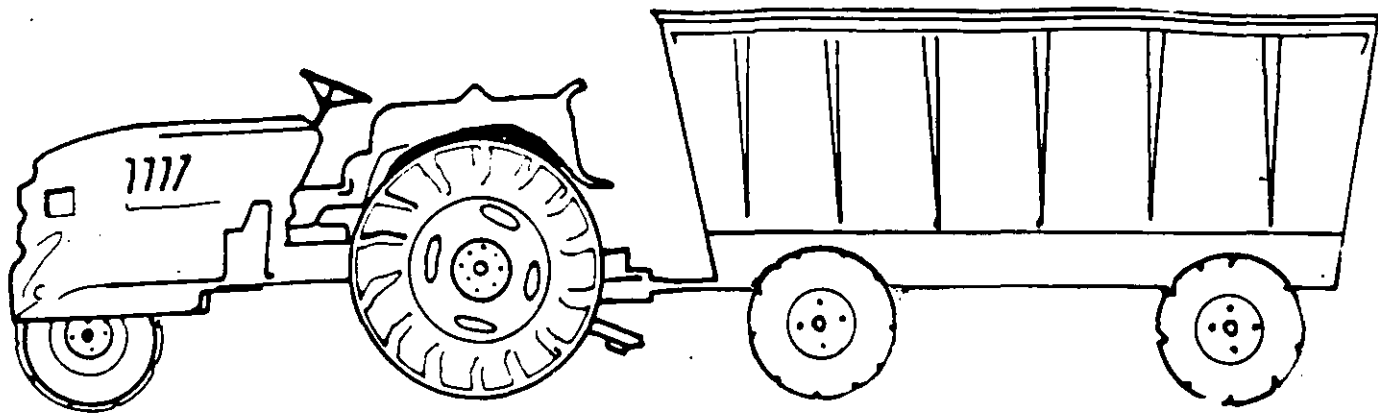
*Carreta de mulas, con capacidad aproximada de 2 a 3 m<sup>3</sup>. Puede usarse para unos 2000 o 3000 habitantes y tiene las mismas desventajas que la carreta de mano, por lo que si se utiliza sin un sistema de transferencia la hace muy ineficiente. Un sistema común de transferencia es el de un remolque mayor capacidad que es jalado por un tractor.*



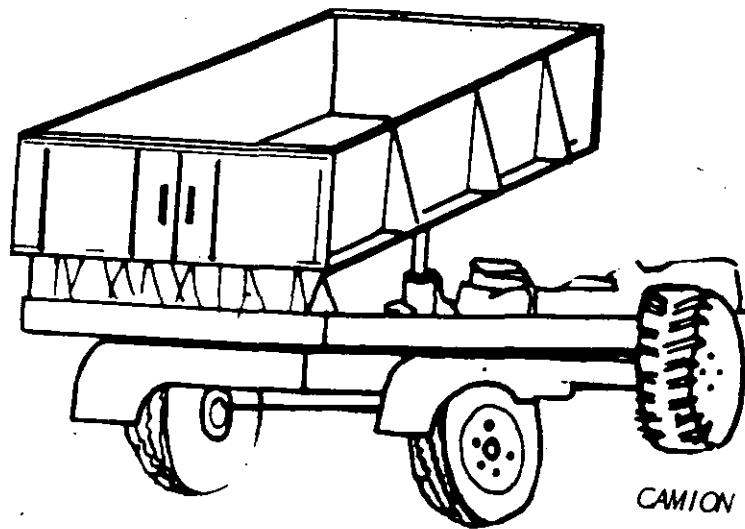
### CARRETA DE MULAS CON BARRILES INTERCAMBIABLES

*Sistema de 12 barriles intercambiables de 200 lts. con un total de - 2.4 m<sup>3</sup> de capacidad. Si hace dos viajes al día, podría dar servicio de 2000 a 3000 habitantes. El sistema consiste en tener barriles estratégicamente distribuidos en la zona para que la gente deposite en ellos su basura. La carreta sale en la mañana con barriles vacíos y aseados y los va cambiando por barriles llenos.*





CAMION DE REDILAS



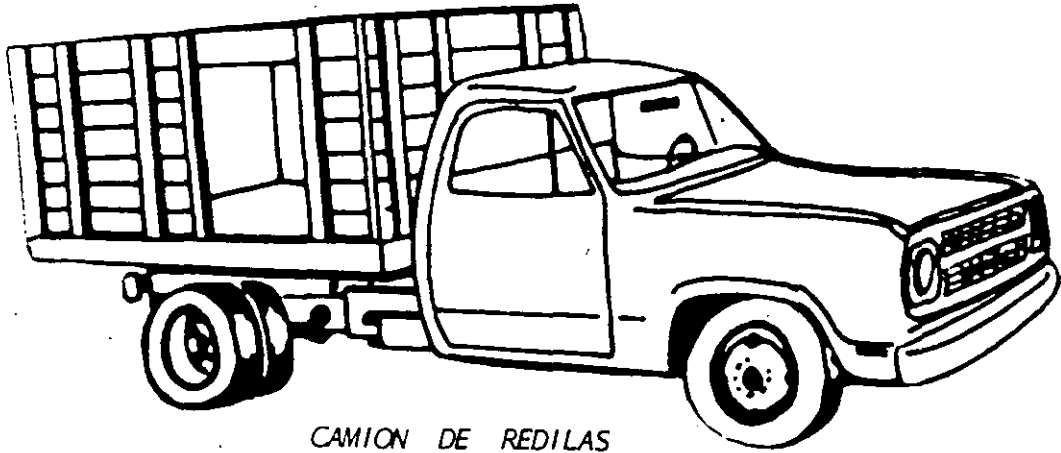
CAMION DE VOLTEO

### TRACTOR AGRICOLA Y REMOLQUE

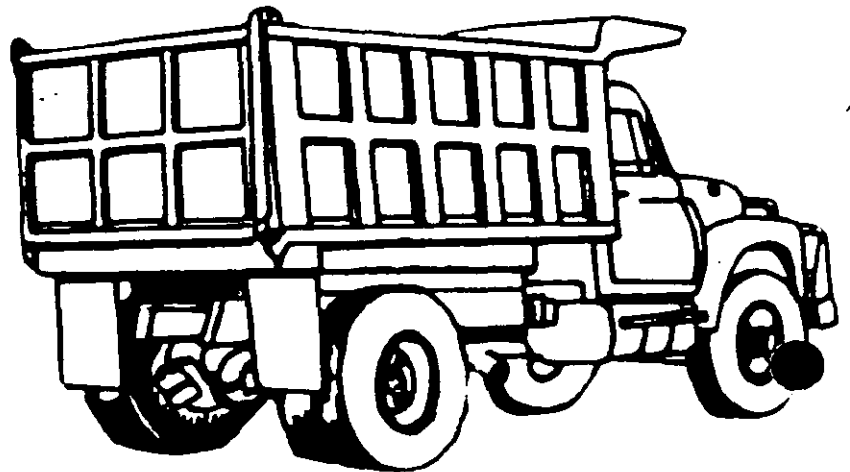
*Tractor agrícola con cargador frontal y remolque de 6 m<sup>3</sup>.*

*En pequeñas localidades el tractor puede servir como recolector y al mismo tiempo como una máquina que en el relleno sanitario realice las principales tareas de acomodar la basura y cubrirla, ya que la única función que no puede cumplir es la de excavar.*

*El remolque tiene un sistema de volteo hidráulico.*



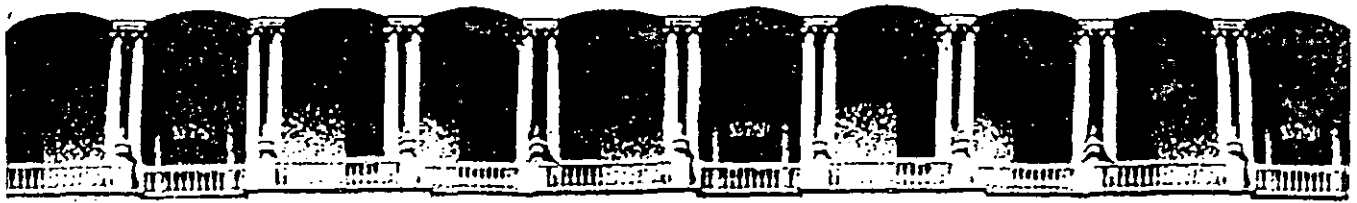
CAMION DE REDILAS



CAMION DE VOLTEO

#### VEHICULOS DE VOLTEO Y DE REDILAS

Estos vehículos ocasionalmente se emplean para cumplir con el servicio de recolección de basura, a falta de equipos más tecnificados o debido a que se adaptan más adecuadamente a las características físicas de la localidad por servir y al tipo de actividades y servicios que en general se brinda a la comunidad. Su capacidad puede variar desde 6 hasta 10 ó 12 m<sup>3</sup>, aunque los más usuales son de 7 y 8 m<sup>3</sup>. Se estima que un vehículo de 6 m<sup>3</sup> de capacidad, puede atender hasta 6000 habitantes en promedio, sobre todo en localidades eminentemente rurales. Su principal desventaja, es la elevada altura de carga, lo que obliga a contar con un obrero adicional que viaje dentro de la caja para ayudar a cumplir con la función de carga de basura.



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

**CURSOS ABIERTOS**

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE  
DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Del 7 al 11 de septiembre de 1992

**SELECCION DE EQUIPOS DE RECOLECCION**



**ASOCIACION MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS  
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS, A. C.**

AMGRESAG

## SELECCION DE LOS EQUIPOS DE RECOLECCION.

No solo el escaso o nulo mantenimiento preventivo y correctivo de un equipo de recolección, es la única causa del estado deplorable que guardan algunos vehículos en muchas localidades; ya que una selección de carrocerías de recolección inadecuada para cierto chasis ó viceversa, es otra de las causas más importantes. De lo anterior se desprende el hecho de que la selección adecuada de un vehículo de recolección, depende de la aplicación de algunos principios de la física y de la ingeniería, y no de las características del equipo que el fabricante quiera hacer resaltar.

Tomando en cuenta que la selección del equipo de recolección y transporte es uno de los puntos más importantes en el diseño del sistema, se debe hacer mención que la problemática no solo radica en seleccionar indiscriminadamente el chasis y carrocería adecuados al método de recolección por instrumentar, ya que el problema tiene un trasfondo tecnológico y social que muchas veces no es considerado en su justa dimensión; dicho trasfondo se debe al hecho de que la mayoría de los vehículos convencionales diseñados para la recolección y transporte de la basura, han sido fabricados para condiciones tecnológicas y sociales prevalecientes en países desarrollados. En estos países con alto grado de desarrollo, se tiene abundancia de capital con intereses más bajos, lo contrario de lo que sucede en países en desarrollo como es el caso de México; de lo anterior puede desprenderse que los países desarrollados deben tender a contar con métodos y sistemas con altas inversiones y poco uso de mano de obra, mientras que los países menos desarrollados deberían tender a usar equipos y métodos no convencionales que con menos inversión, que hagan un uso extensivo de la mano de obra.

Lo anterior no solo se justifica desde el punto de vista estrictamente de costos, sino que ya intervienen consideraciones macroeconómicas como son la salida de divisas por concepto de importación de maquinaria, el desarrollo de la industria nacional y el proporcionar trabajo a los desempleados, aliviando así presiones sociales internas. El problema consiste en decidir cual es la tecnología apropiada para una cierta región o ciudad.

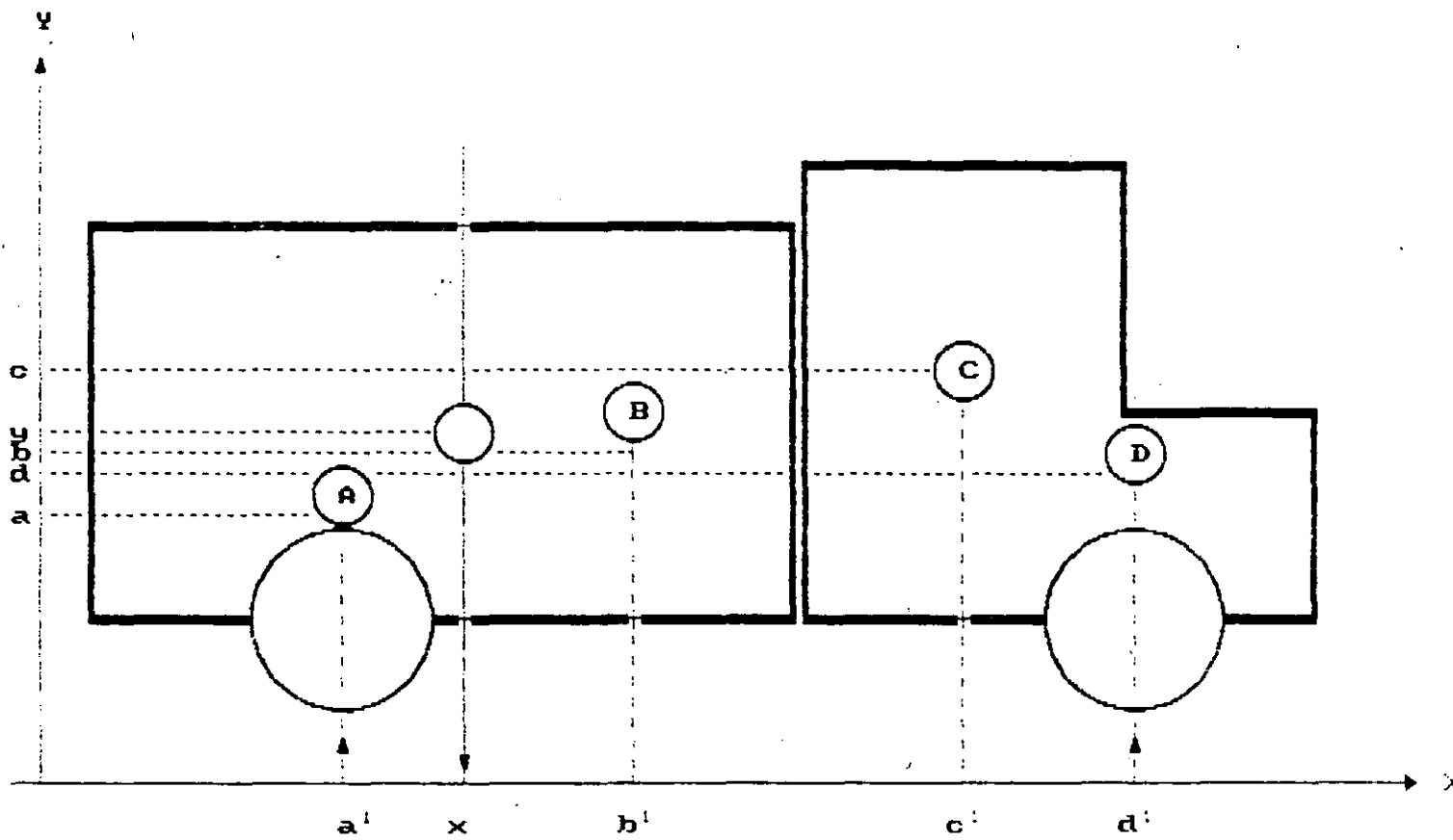
Con base en lo antes comentado, es claro el hecho de que se requiere de técnicas claras y precisas que nos ayuden a realizar una adecuada selección vehicular, así como una detallada revisión de sus elementos mecánicos más

importantes. Para responder a esta inquietud, a continuación se presenta en forma resumida una metodología que permite en principio, mediante análisis de descargas sobre los ejes vehiculares, elegir la combinación chasis-cabina más adecuada para el trabajo por realizar; para después llevar a cabo la revisión mecánica del vehículo, mediante la aplicación de ciertos principios de la física.

#### 1. Selección Vehicular.

Consiste en realizar un análisis de descargas vehiculares de las diferentes combinaciones chasis-carrocería que ofrezca el mercado nacional para contar con el tipo de vehículo requerido para efectuar la recolección de la basura, según sea el método elegido para tal fin. Para efectuar este análisis se debe considerar que el peso de la unidad se transmite al piso a través de los ejes de la misma. Así mismo, es necesario contar con el peso de la carrocería y del chasis, para determinar el tonelaje que puede transportar la unidad sin exceder la capacidad de carga de sus elementos mecánicos ni los esfuerzos que deben ser transmitidos a la carpeta de rodamiento.

Lo más importante de éste análisis, consiste en determinar los centros de gravedad de la carrocería para las condiciones de carga nula y carga última, para después distribuir las descargas a cada uno de los ejes del vehículo. Se supone que en el centro de gravedad se estará ejerciendo el peso de la unidad con o sin basura, según sea el caso. Para hallar los centros de gravedad, se puede aplicar el método de los momentos que se describe a continuación:



$$Y = \frac{Aa + Bb + Cc + Dd}{A + B + C + D}$$

$$X = \frac{Aa' + Bb' + Cc' + Dd'}{A + B + C + D}$$

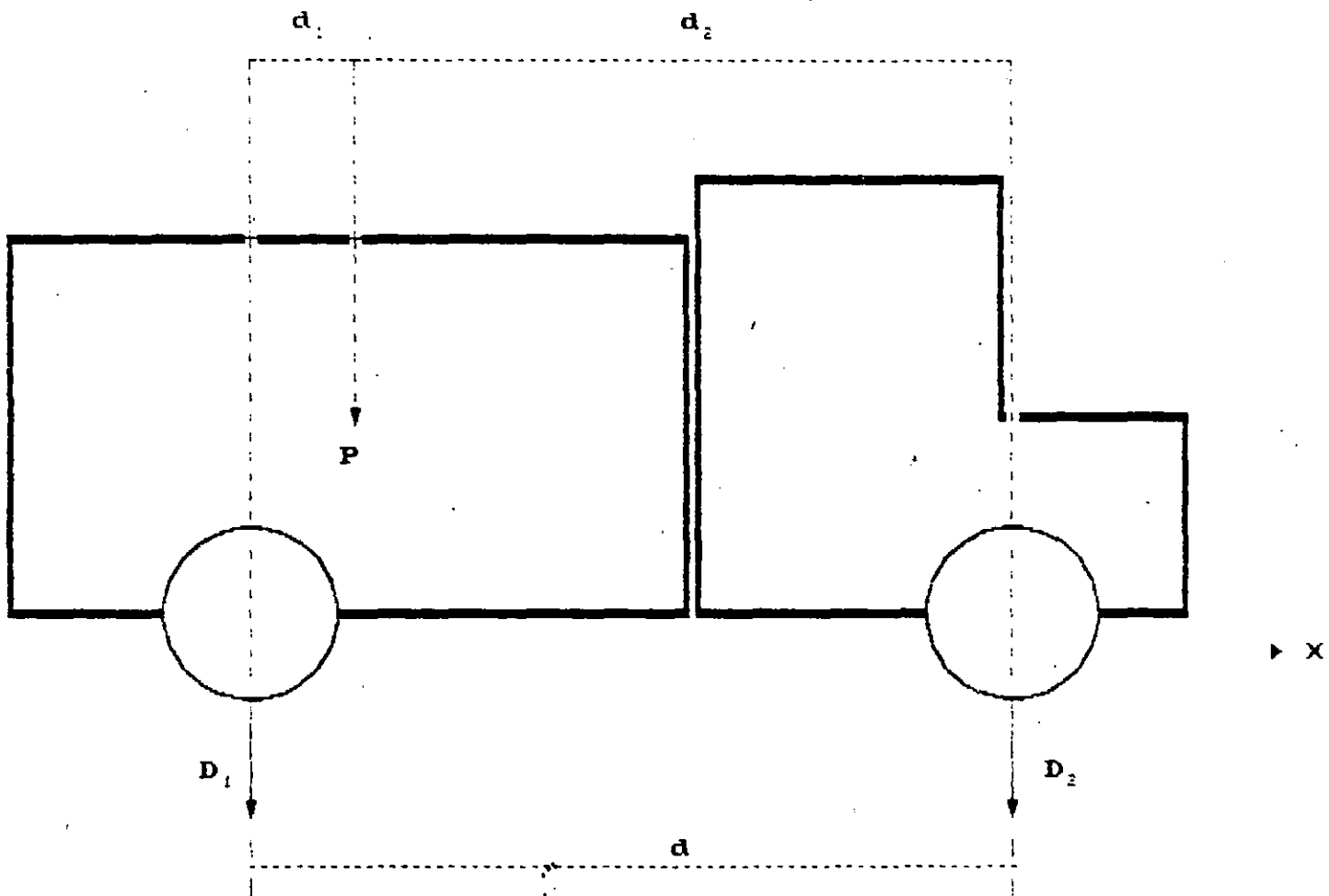
Donde:

A, B, C y D: Peso de los diferentes polígonos que integran el vehículo.

a, b, c y d: Distancia de los Centros de Gravedad de los polígonos con respecto al eje "y".

a', b', c' y d': Distancia de los Centros de Gravedad de los polígonos con respecto al eje "x".

La determinación de descargas a los ejes del vehículo, se realiza como a continuación se indica.





$$D1 = \frac{(P)(d2)}{(d)}$$

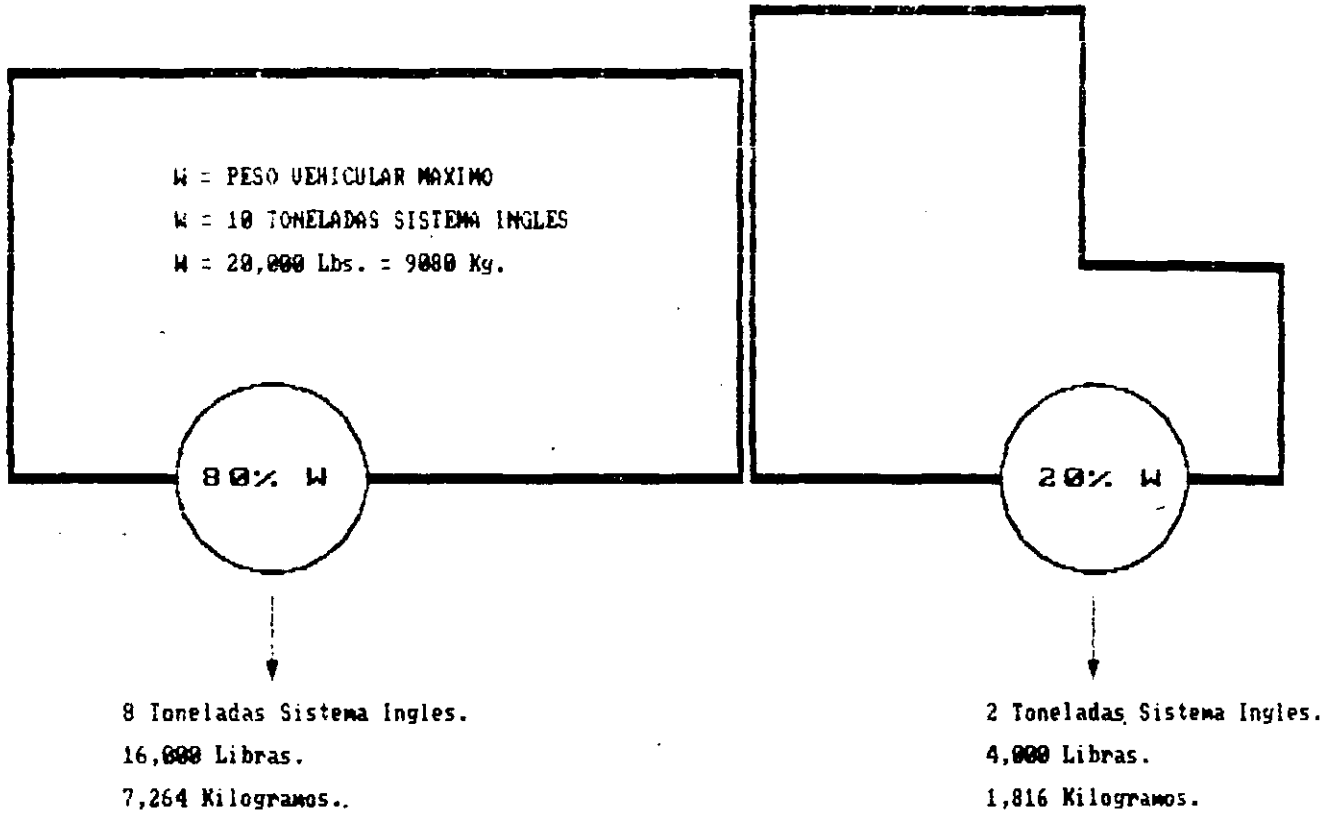
$$D2 = \frac{(P)(d1)}{(d)}$$

donde:

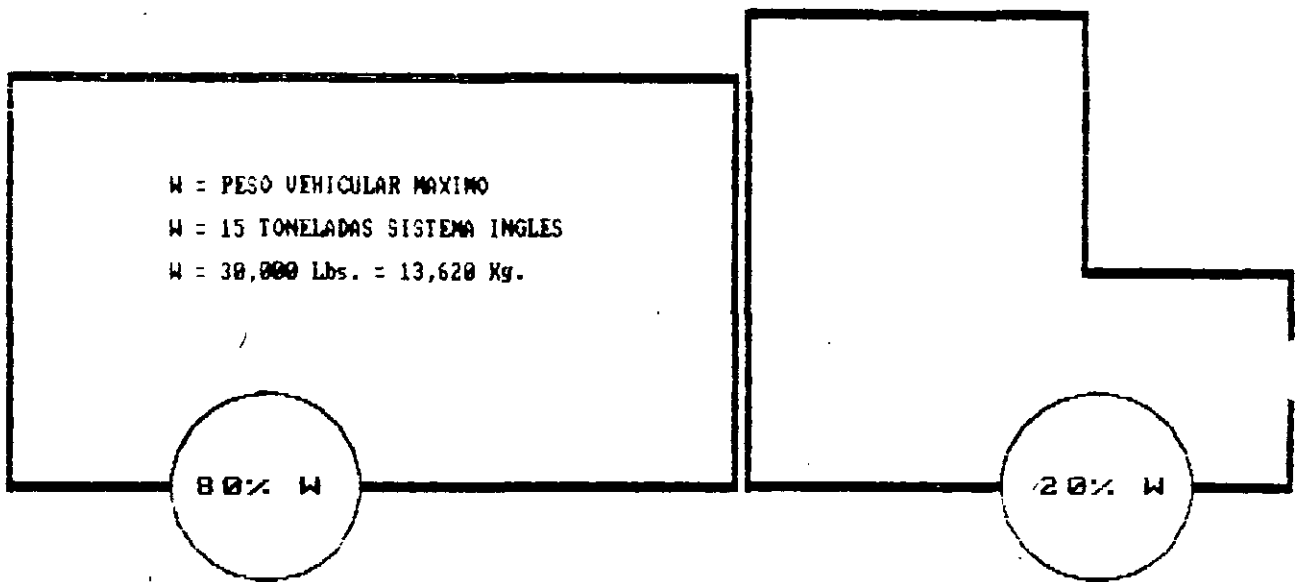
- P: Peso considerado según la carga correspondiente para la condición elegida (ton.).
- D1: Descarga vehicular en el eje trasero (ton.).
- D2: Descarga vehicular en el eje delantero (ton.).
- d1: Distancia del Centro de Gravedad al eje trasero (m.).
- d2: Distancia del Centro de Gravedad al eje delantero (m.).
- d: Distancia entre ejes (m.).

Finalmente se debe indicar que para normar las descargas vehiculares, se recomienda utilizar las especificaciones de la American Association of State Highway Officials (AASHO), según se indica en las siguientes figuras:

NORMAS PARA DESCARGAS VEHICULARES DE UN  
CAMION CON UN SOLO EJE TRASERO.  
( NORMA H-10)



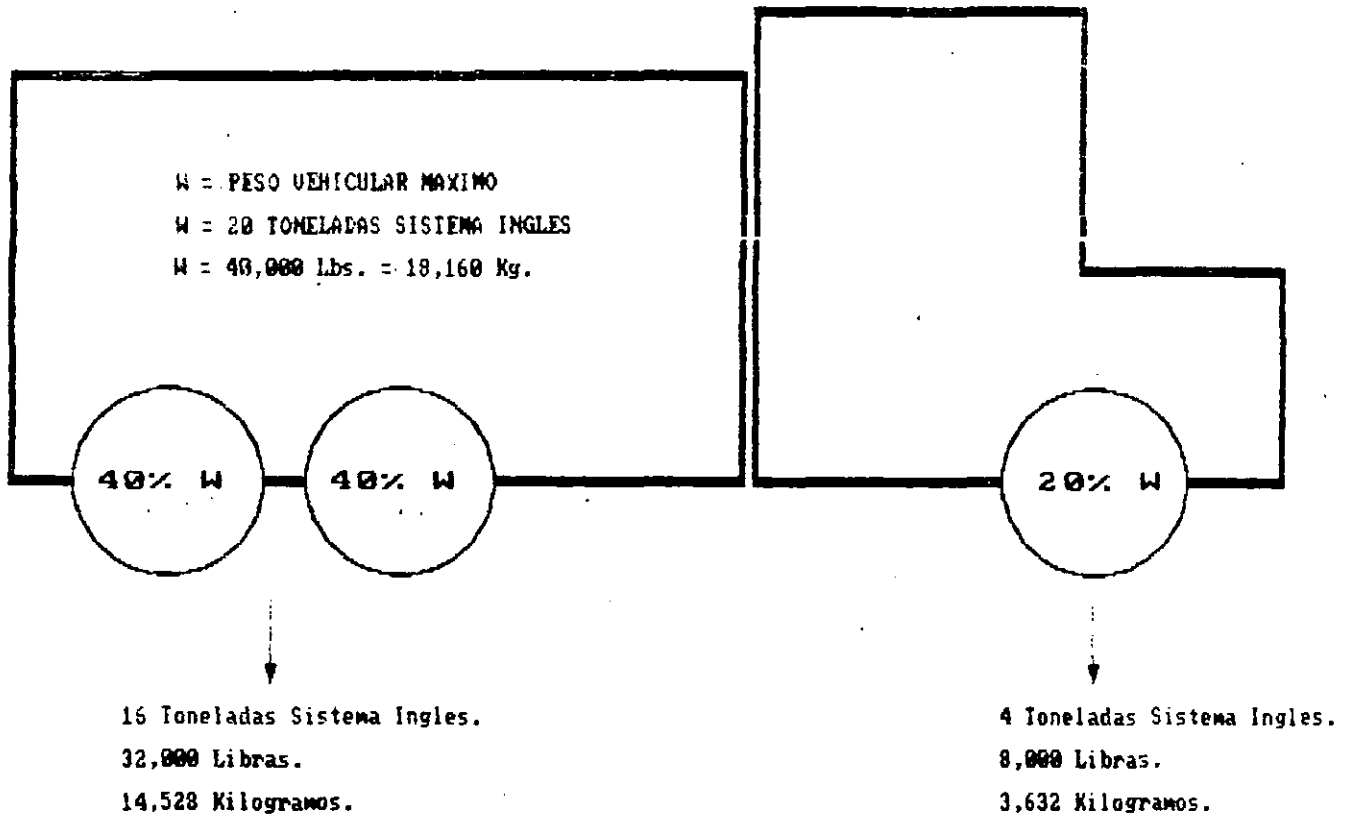
NORMAS PARA DESCARGAS VEHICULARES DE UN  
CAMION CON UN SOLO EJE TRASERO.  
( NORMA H-15)



12 Toneladas Sistema Ingles.  
24,000 Libras.  
10,896 Kilogramos.

3 Toneladas Sistema Ingles.  
6,000 Libras.  
2,724 kilogramos.

NORMAS PARA DESCARGAS VEHICULARES DE UN  
CAMION CON EJE TRASERO TANDEM  
( NORMA H-20 )



## 2. Revisión Vehicular.

### a) Revisión del Motor.

El elemento fundamental del vehículo es el motor, a través del cual la energía térmica se transforma en energía mecánica, para que mediante un sistema de transmisión en la zona de contacto de las llantas con el pavimento el vehículo se ponga en movimiento.

Por otro lado, el tamaño de la máquina y su potencia, son función del peso bruto total, del área frontal, del tipo de superficie de rodamiento, de la pendiente a vencer y de la velocidad de tránsito.

Considerando los factores antes descritos se ha encontrado la siguiente fórmula empírica para calcular la potencia del motor.

$$P = 1.013 ( 0.0037V ( aW pW + 0.0047 S^2 ) )$$

Donde:

P = Potencia requerida en HP.

V = Velocidad del vehículo en km/hr.

a = Coeficiente adimensional que es función del tipo de pavimento donde se transite.

W = Peso bruto total que incluye peso propio más carga de basura.

p = Pendiente de la calle o carretera esperada en %.

S = Superficie frontal expuesta en m<sup>2</sup>.

### b) Revisión de la Capacidad de los muelles.

La función de los muelles, es soportar las cargas aplicadas a los ejes a la vez de amortiguar el efecto de los choques de las llantas con baches, topes, etc. Sin la adecuada capacidad de los muelles, las llantas y el chasis se arruinan en corto tiempo.

La revisión se efectúa, restando a la descarga en el eje considerado, el peso de los propios muelles, ejes y ruedas, dividiendo este resultado entre dos.

Cap. muelles descarga en eje-peso (muelles+eje+rueda)

- c) Revisión de la Capacidad de los Ejes.  
Los ejes sirven para soportar las descargas vehiculares y transmitir las a la carpeta de rodamiento.

La revisión se efectúa, restando a la descarga en el eje considerado, el peso propio de los mismos ejes y las ruedas.

Capac. Eje (Descarga en Eje) - (Peso Eje y Ruedas)

- d) Revisión del Bastidor.  
La resistencia de un bastidor depende de las dimensiones, material y forma del mismo. Se expresa en términos de la resistencia al momento flexionante, ó sea a la cantidad de flexión que el bastidor puede resistir con seguridad sin causarle deformación permanente.

El momento flexionante resistente se calcula según:

$$M = S \times F$$

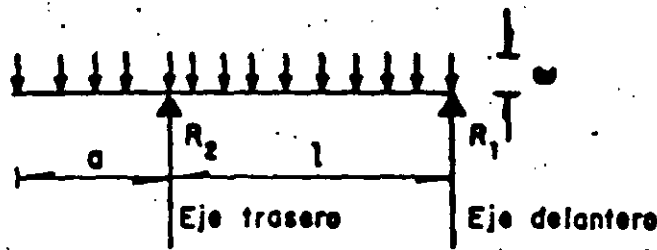
Donde:

F = Esfuerzo máximo de trabajo del material del bastidor en kg/cm<sup>2</sup>.

S = Módulo de sección en cm<sup>3</sup>.

El bastidor puede revisarse como una viga doblemente apoyada con un voladizo y carga uniformemente repartida.

Las fórmulas para el cálculo de los momentos máximos positivos y negativos, las reacciones en los ejes, así como el diagrama de momentos para las condiciones de cargas descritas, se presentan a continuación.



Momento máximo positivo

$$M_f = \frac{w}{8l^2} (l+a)^2 (l-a)^2$$

Momento máximo negativo

$$M_{(-)} = \frac{wa^2}{2}$$

Descarga sobre el eje delantero

$$R_1 = \frac{w}{2l} (l^2 - a^2)$$

Descarga sobre el eje trasero

$$R_2 = \frac{w}{2l} (l+a)^2$$

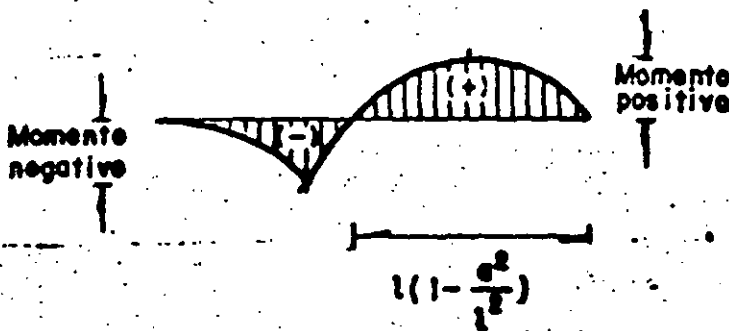


Diagrama de momentos

e) Revisión de las Llantas.

Las características de las llantas y su presión de inflado deben apegarse a lo recomendado por el fabricante para el peso bruto vehicular.

Las llantas sufren más daño, la mayoría de las veces, debido a un mal manejo que por malas condiciones del camino. Por lo anterior se considera pertinente incluir aquí, algunas reglas que el conductor debe guardar para una mayor vida de las llantas.

Evitar altas velocidades sobre caminos de terracería con baches, cuando se transita al sitio de disposición final.

Evitar "montarse" sobre las banquetas, tratando de hacer más cortas las vueltas.

Evitar transitar sobre el hombro de la carpeta asfáltica en el acotamiento con una sola llanta de las dobles del eje trasero.

Evitar el uso inapropiado y brusco de los frenos.

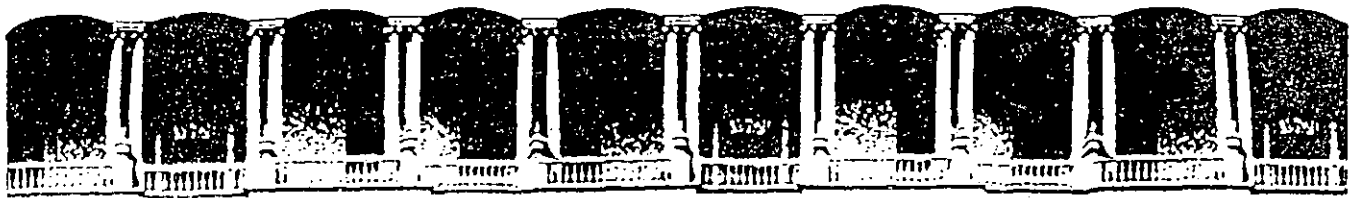
Evitar acelerar y desembragar rápidamente de manera que las llantas resbalen sobre el pavimento al empezar a rodar.

Evitar una distribución impropia o desbalanceada de la carga de basura.

f) Revisión de Dimensiones.

Como ejemplo pondremos el caso particular de la Ciudad de México, en donde el Departamento del Distrito Federal en 1976, dictó normas que determinan las dimensiones máximas que deben tener los vehículos en su longitud (12.00 m.), altura (4.00 m.) y anchura (2.60 m.); mismas que no deben ser excedidas. Entonces la revisión de la combinación chasis-caja, debe incluir la verificación de las dimensiones antes indicadas.





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

**CURSOS ABIERTOS**

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE  
DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

Del 7 al 11 de septiembre de 1992

**DIÑO DE RUTAS DE RECOLECCION**



**ASOCIACION MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS  
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS, A. C.**

ANGRES PAC

## INTRODUCCION.

Una fase importantísima de cualquier sistema de recolección de residuos sólidos, es la que comunmente se conoce como el mi- croruteo, el cual no es otra cosa que el recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos recolectores en los sectores de la localidad donde han sido asignados; con el fin de recolectar en la mejor forma posible los residuos generados por los habitantes de dicho sector.

El diseño de microrutas, debe hacerse con base en una serie de factores variables de acuerdo con la localidad en cuestión, los cuales se encúncian a continuación.

- . Traza urbana de localidad
- . Topografía de la localidad
- . Ancho y tipo de las calles
- . Método de recolección
- . Equipo de recolección
- . Densidad de población
- . Generación de residuos sólidos

Ahora bien caba aclarar que un mal diseño de la microrutas de recolección, trae aparejados graves daños al sistema de recolección, entre los cuales, se pueden citar los siguientes: Desperdicio del equipo y personal de la recolección de los residuos; reducción en la cobertura del servicio de recolección; Incremento de los costos del servicio de limpia; y por último la proliferación de tiraderos clandestinos a cielo abierto, en diferentes puntos de la localidad.

Por todo lo anterior, se deberá poner especial interés en diseñar adecuadamente las microrutas de recolección de basura - para cualquier localidad , si se pretende operar un servicio de recolección eficientemente.

#### MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE LA MICRORUTAS.

En forma general , se puede decir que existen tres métodos - para el diseño de las microrutas de recolección de residuos sólidos , los cuales son los siguientes :

- . Diseño de microrutas, con base en el juicio y experiencia del proyectista.
- . Métodos Heurísticos
- . Modelos Determinísticos

Actualmente en el medio mexicano, el método más empleado para el diseño de las microrutas , es con base en el juicio y experiencia del proyectista ; aunque en la mayoría de los casos quien determina la ruta de recolección, es el Jefe de Limpia , o bien los choferes de los vehículos recolectores , quienes - hacen las veces de "proyectistas" . Obviamente que el criterio y experiencia tanto de los choferes como del jefe de limpia , no es el mejor, por lo que las rutas de recolección diseñadas por tales "proyectistas " dejan mucho que desear en cuanto al aspecto técnico; aunado a lo anterior , está el hecho que generalmente las rutas que establecen los choferes de los vehículos recolectores atienden "casualmente" a todas aquellas casas habitación , comercios y cualquier tipo de fuentes generadoras que proporcionen un buen pago extra , por el servicio de reco-

lección (propina) . Ahora bien, aunque el proyectista , fuera en realidad una persona con criterio y experiencia en el área en cuestión, es muy difícil que pueda evaluar correctamente - todas las variables que entran en el diseño de las rutas de recolección.

Por todo lo anterior, es obvio que el método de diseño antes descrito, es el más ineficiente y por tanto el menos recomendable de cuantos existen actualmente .

En cuanto a los métodos heurísticos, se puede decir que son aproximados y que se basan generalmente en el sentido común del proyectista y en ciertas reglas de "dedo" . Aparentemente , requiere de un mínimo de tiempo , recursos económicos y materiales , además de que varios autores consideran que son adaptables a un amplio rango de problemas.

Las principales reglas de "dedo" , empleadas para el diseño de las rutas de recolección por métodos heurísticos son las siguientes :

- Sentido de circulación
- Minimizar vueltas a la izquierda
- Iniciar la ruta lo más cercano al lugar de encierro
- Eliminar vueltas en "U"
- Evitar la recolección en calles de tránsito parado durante horas pico.

Aunque es cierto el hecho de que los métodos heurísticos para el diseño de las micro-rutas de recolección de basura, son más eficientes y dan mejores resultados que las diseñadas con base en la experiencia del proyectista ; también es cierto que tampoco son los más recomendables ya que es muy difícil que se obtengan rutas óptimas con tales métodos.

Por último los métodos determinísticos son los más recomendables ya que en ellos, se pueden involucrar todos los parámetros que con cierto peso inciden en el diseño de las rutas de recolección de basura. Además con este tipo de métodos ; si se obtienen rutas óptimas de recolección de basura. Ahora bien dos de los más importantes métodos determinísticos para el diseño de las micro-rutas , son los siguientes algoritmos:

- Algoritmo de Little para resolver el problema del agente viajero.
- Algoritmo del cartero chino

El primero de ellos se aplica en los casos en que la demanda es discreta; y el segundo, es ideal para los casos en que la demanda es continua o semicontinua . De acuerdo con esto último, el algoritmo que resuelve el problema del agente viajero , se debe emplear cuando el método de recolección es exclusivamente de esquina ó para fija; mientras que con el algoritmo del cartero chino , se diseñarán las rutas cuando se cuente con la localidad con un método de recolección tipo acera ó intradomiciliaria o bien alguna de sus variantes . Caba aclarar que este último algoritmo, también se puede emplear para el diseño de las rutas de barrido manual y mecánico.

#### Algoritmo de Little para resolver el Problema del Agente Viajero

El vehículo de recolección debe partir vacío desde su sitio de encierro, al centro de la red, y principiar a recolectar basura en las paradas fijas de recolección " $a_1$ ", " $a_2$ ", ..., " $a_n$ " y se han -  
 supuesto al vehículo disponible para iniciar la recolección a un tiempo arbitrariamente nulo, la recolección en las paradas debe

ejecutarse en todas ellas sin excusa. El tiempo necesario del vehículo para ir de "a<sub>i</sub>" a "a<sub>j</sub>" es : T (a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub>) que puede ser o no puede ser el mismo que T(a<sub>j</sub>, a<sub>i</sub>) dependiendo si la calle es de doble sentido o de un sólo sentido de circulación. El tiempo para efectuar la recolección es una parada "a<sub>k</sub>" es "t<sub>k</sub>"

Se supone que todos los tiempos de tránsito en la ruta y de recolección de basura son conocidos con certeza.

Debe localizarse entonces un camino denominado óptimo, en el cual cada parada de recolección sea visitada al menos una sola vez y el tiempo empleado en recorrerlo sea mínimo.

Este camino deberá minimizar la siguiente función objetivo:

$$Z = t_0 + \sum_{k=1}^{\xi} \left\{ t(a_{k-1}, a_k) + t_k \right\}$$

donde:

t<sub>0</sub> = Tiempo requerido para revisar el vehículo en el sitio de encierro.

ξ = Sitio de disposición final de la basura

Todo camino a<sub>0</sub>, a<sub>1</sub>, ..., a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub>, ... a<sub>n</sub>, a<sub>ξ</sub> es un conjunto de pares ordenados que se nota :

$$H = \left\{ (a_0, a_1) \dots (a_i, a_j) \dots (a_n, a_\xi) \right\}$$

Entonces al par ordenado (a<sub>i</sub>, a<sub>j</sub>) le corresponde la actividad siguiente : inmediatamente de terminar la recolección de

basura en "a<sub>j</sub>".

Podrá entonces lograrse un arreglo de elementos  $T(a_i, a_j)$  en una matriz de  $(n + 1) \times (n + 1)$  si se incluyen en el sitio de encierro y el sitio de disposición final, cuando los puntos de inicio y fin de la ruta están obligados por la vialidad, o tan sólo de  $(n \times n)$  elementos cuando no exista esta restricción y se deje en libertad al algoritmo de elegirlos.

Cuando en la zona estudiada se presentan problemas ocasionados por la topografía debido a desniveles importantes o bien calles con tránsito intenso, o en fin, problemas de cualquier otra índole, la matriz de tiempos estará en disposición de tomar en cuenta todas estas características, afectando los tiempos de tránsito dentro de la ruta por coeficientes que representen convenientemente a tales problemas; si no se desea este procedimiento, puede hacerse una valuación directa de tales tiempos observados en la realidad.

La matriz entonces quedará :

		Al destino "j"						
		a <sub>i</sub>	a <sub>j</sub>	...	a <sub>n-1</sub>	a <sub>n</sub>		
Del destino "i"	a <sub>i</sub>	∞	t(a <sub>i</sub> , a <sub>j</sub> )	...	t(a <sub>i</sub> , a <sub>n-1</sub> )	t(a <sub>i</sub> , a <sub>n</sub> )		
	a <sub>j</sub>	t(a <sub>j</sub> , a <sub>i</sub> )	∞	...	t(a <sub>j</sub> , a <sub>n-1</sub> )	t(a <sub>j</sub> , a <sub>n</sub> )		
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
		a <sub>n-1</sub>	t(a <sub>n-1</sub> , a <sub>i</sub> )	t(a <sub>n-1</sub> , a <sub>j</sub> )	...	∞	...	t(a <sub>n-1</sub> , a <sub>n</sub> )
		a <sub>n</sub>	t(a <sub>n</sub> , a <sub>i</sub> )	t(a <sub>n</sub> , a <sub>j</sub> )	t(a <sub>n</sub> , a <sub>n-1</sub> )	∞	∞	∞

= T

Por lo anterior se hace ver que cada camino potencial  $H$ , corresponde una combinación única de elementos en la matriz en cada uno de los cuales aparece exactamente un elemento de cada fila y cada columna, con lo que se consigue enumerar todos los caminos potenciales al hacer todas las combinaciones posibles.

Se ha supuesto que en todo  $t(a_i, a_j)$  donde  $a_i = a_j$ ,  $t = \infty$ , esto implica que el tiempo empleado en ir de cualquier parada fija y regresar a la misma parada es muy grande, sin embargo es aconsejable para una geometría de calles y una vialidad dada, valuarlo, si es posible.

El tiempo empleado en un camino  $H$ , es la suma de los elementos de la matriz, señalados por  $H$  y están representados por:

$Z(H)$ , entonces:

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

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

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

Si representamos por  $X, Y, \bar{Y}$  todos los nodos del árbol, por



por  $W(X)$  representamos una cota inferior de los tiempos de los viajes de  $X$  puede escribirse :

$$Z(H) \geq W(X)$$

para  $H$ , un camino de  $X$

Ahora, si se resta una constante "r" de cada elemento de una fila de la matriz de tiempos, el tiempo de cualquier camino bajo la nueva matriz es "r" menos que la original. Esto se debe a que cualquier camino debe contener uno y solamente un elemento de la fila. El procedimiento de restar el elemento menor de una fila de cada elemento en la fila se denominará reducción. Una matriz con elementos todos positivos y al menos un cero en cada fila y cada columna se denominará matriz reducida.

Un renglón con un solo cero, identifica mediante este cero al arco por donde es posible que pase la ruta.

Se dice entonces que si  $Z(H)$  es el tiempo empleado en un camino  $H$  bajo una matriz antes de la reducción y  $Z_1(H)$  al tiempo bajo la matriz después de la reducción y " $\sum r$ " la suma de las constantes usadas en hacer la reducción, pueden escribirse :

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

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

La separación del conjunto de todos los caminos en dos subconjuntos

tos mutuamente excluyentes se representan por la ramificación de un árbol. El primer nodo de este árbol contiene a todos los caminos obviamente, el nodo que contiene a  $a_i, a_j$ , representa todos los caminos que no incluyen al par de paradas fijas. Si el nodo  $(a_i, a_j)$  se ramifica, hacia los nodos  $(a_k, a_l)$  y  $(a_k, a_l)$ , esto significa que el nodo  $(a_k, a_l)$  representa a todos los caminos que incluyen a  $(a_i, a_j)$  pero no a  $(a_k, a_l)$ , mientras que  $(a_k, a_l)$  representa a todos los caminos que incluyen a  $(a_i, a_j)$  y  $(a_k, a_l)$ .

Cuando un nodo  $X$  se ramifica en dos nodos, el nodo con la totalidad nueva de pares de paradas fijas se representará por  $Y$  y el nodo con los pares de paradas fijas nuevas prohibidas por  $\bar{Y}$ .

Durante el tratamiento del algoritmo conviene evitar la formación de circuitos por lo que al final de cada elección de un arco del árbol  $H$  deberá sustituirse de la matriz original el valor de  $t(a_i, a_j)$  por el de  $t(a_j, a_i)$ .

### Algoritmo del Cartero Chino.

El problema del cartero chino, consiste en encontrar un recorrido continuo a través de una red que representa una zona limitada de un asentamiento humano, pasando por cada calle cuando menos una vez, de tal manera que la distancia recorrida sea mínima.

El problema formal consiste en minimizar :

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda(a_i, a_j) \chi(a_i, a_j)$$

donde :

$n$  = Es el número de nodos de la red

$l(i, j)$  es la longitud del arco  $U_k = (a_i, a_j)$

$X(i, j)$  es el número de veces que el arco " $U_k$ " se incluye en el viaje.

Sujeto a las restricciones siguientes :

Primera Restricción :

$$\sum_{k=1}^n X(k, i) - \sum_{k=1}^n X(i, k) = 0$$

Que se denomina la ecuación de continuidad y que consiste en lograr que:

$$( \text{entra} ) - ( \text{sale} ) = 0$$

Segunda restricción:

$$X(i, j) + X(j, i) \geq 1 \text{ para todo arco } "U_k"$$

que expresa que por cada arco  $U_k = (a_i, a_j)$  debe ser recorrido cuando menos una vez.

Tercera restricción:

$X(i, j) \geq 0$  y además  $X(i, j)$  pertenecen al conjunto de los enteros.

Tomando en cuenta lo anterior, varios investigadores han desarrollado algoritmos para resolver tal problema.

El concepto en que se han basado, consiste en el hecho de que una red que contenga nodos nones no puede encontrarse un trazo continuo que recorra todos los arcos, entonces el problema se convierte en uno en donde se deben encontrar los arcos que es necesario añadir para que los nodos nones se transformen en pares.

## B I B L I O G R A F I A

- \* Vidales Albarrán Humberto , Sánchez Gómez Jorge, López Sánchez Felipe ; " Diseño de Macro y Microrutas de Recolección de Basura Doméstica " Instituto de Ingeniería , U.N.A.M. , 1977
  
- \* Vidales Albarrán Humberto , Lara T.J. , Boscó R.R. , - "Aplicación del Problema del Cartero Chino para Resolver Rutas de Recolección de Basura y de Barrido Mecánico " ; Instituto de Ingeniería , U.N.A.M. , Junio 1980.
  
- \* Zepeda Porras Francisco , " Diseño del Servicio de Recolección de Basura " .
  
- \* Unda Opaso Francisco, Salinas Cordero S. " Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Pública " , - UTEHA, 1a. Edición 1969.



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

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE**

**DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**METODOLOGIA PARA DETERMINAR LA UBICACION**

**DE**

**ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

**RICARDO ESTRADA  
FELIPE SANCHEZ**

**SEPTIEMBRE 1992**

## METODOLOGIA PARA DETERMINAR LA UBICACION DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS, CONSIDERANDO LA AFECTACION QUE PUEDAN GENERAR AL ENTORNO URBANO

JORGE SANCHEZ GOMEZ  
DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS  
D.G.S.U./S.G.O./D.S.F.  
SAN ANTONIO ABAD No. 122, 6o. PISO  
COL. TRANSITO, C.P. 06620

### RESUMEN

En este trabajo, se presenta la descripción de una metodología que tiene como objetivo, llevar a cabo una adecuada toma de decisiones en la selección de sitios para la ubicación de estaciones de transferencia en zonas urbanas (ETRS), considerando tanto los aspectos de tipo económico y de productividad del sistema, como los de tipo ambiental y de salud pública que pueden derivarse de una operación inadecuada, incluyendo también los relacionados con la infraestructura urbana y el bienestar de la población.

Para tomar en cuenta los aspectos relacionados con la economía y productividad del sistema, se propone la definición de una región factible para ubicar estaciones de transferencia, la cual se estructura uniendo una serie de puntos obtenidos mediante el ajuste del centro de gravedad geográfico de la región por servir, que resultan de considerar una serie de variables urbano-ambientales, de entre las cuales se pueden mencionar a la densidad poblacional, las pendientes del terreno y los tipos de vialidad a utilizar.

En relación a los aspectos de impacto al entorno urbano, se identifican las características físicas de tipo general que reúne cualquier sitio donde pueda ubicarse una "ETRS", y que por sí mismos aseguren una atenuación de los impactantes hacia el entorno urbano. Estas características son: distancia de amortiguamiento, vientos, superficie, acceso al sitio y pendiente del terreno. Así mismo, se define como elementos del entorno urbano los siguientes aspectos: salud, ambiente, bienestar e infraestructura urbana.

Con ambos conjuntos de variables, se estructura una matriz general de contribución proporcional, para considerar el probable deterioro que cada uno de los impactantes potenciales pueden tener sobre los elementos del entorno. A continuación, se determina una "matriz de pagos" por cada sitio incluido en la "región factible", mediante la multiplicación de dicha matriz de contribución por la matriz de calificación de cada sitio, la cual se obtiene aplicando una "función de sensibilidad" para cada impactante, obteniéndose un valor entre "0" y "1" para todos los casos, en donde el "0" indica un deterioro potencial nulo y el "1" un deterioro potencial máximo.

Estas matrices de pagos, se conciben como un JUEGO entre el "HOMBRE" representado por la "ETRS" y su "ENTORNO URBANO", cuya solución puede hallarse mediante la Ingeniería de sistemas, requiriéndose para ello, la transformación a un problema lineal, mediante el método de Neumann-Dantzig, que al ser resuelto con técnicas de programación lineal, posibilita la elección del mejor sitio, el cual será aquel cuyo valor de la función objetivo sea el menor, resultando por tanto, un valor mínimo para el juego y asegurando con ello un menor deterioro potencial al entorno urbano.

### INTRODUCCION

El acelerado crecimiento poblacional de los asentamientos humanos, trae como consecuencia inmediata, una demanda de servicios que normalmente se cubren a un ritmo mucho más pausado de como se da este crecimiento. Esto es debido a que la regularización de los servicios después de la explosión poblacional, es un fenómeno típico de nuestra realidad urbana, el cual se ha venido presentando con mayor incidencia a partir de la década de los 60's, acrecentándose a últimas fechas. Aunado a lo anterior, las dificultades de orden geográfico-urbano para proporcionar los servicios en forma adecuada, complican aún más la problemática, elevando los costos de inversión y agravando la gestión socio-política, que normalmente acompaña a este tipo de procesos.

Un caso que ilustra a la perfección la problemática antes mencionada, lo ejemplifica la necesidad de establecer Estaciones de Transferencia de Residuos Sólidos (ETRS), cerca de zonas urbanas

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

En el pasado, la elección del sitio para la ubicación de una "ETRS", no implicaba mayor problema debido a que las condiciones ambientales de la Cd. de México, no presentaban los niveles tan críticos que se registran en la actualidad, aún de que el interés por los temas relacionados con la ecología, no propiciaban la inquietud poblacional que ahora provocan, por lo que mediante sencillos análisis donde se cuidaba principalmente que la instalación estuviera dentro de la zona por servir, se definía la ubicación de este tipo de instalaciones, haciendo caso omiso de las afectaciones que al entorno urbano/ambiental, pudiera generar.

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

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

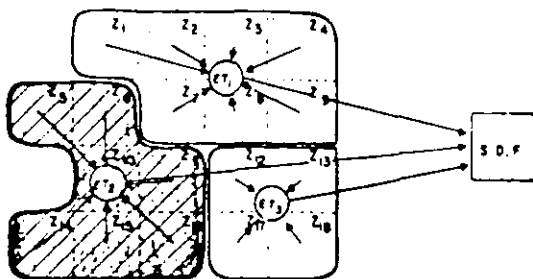
Una "ETRS", es el conjunto de equipos e instalaciones en donde se hace el transbordo de basura de un vehículo recolector a otro vehículo con mucho mayor capacidad de carga, el cual transportará dichos residuos hasta su destino final.

El objetivo básico de las instalaciones de transferencia, es incrementar la eficiencia global del servicio de recolección de residuos sólidos, a través de la economía que se logra tanto al disminuir los costos y tiempos de transporte, como en la disminución del tiempo ocioso de la mano de obra y de los equipos disponibles. En la Fig. 1, se ilustra en forma gráfica la función de una Estación de Transferencia.

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

las instalaciones de transferencia para eficientizar los sistemas de recolección de estos residuos.

DESCRIPCION GRAFICA DE LA FUNCION DE UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA



CLAVES:

- Z: ZONA DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS
- ET: ESTACION DE TRANSFERENCIA
- SDF: SITIO DE DISPOSICION FINAL

Fig. No. 1

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

De lo anterior se deduce que se deberá definir una región factible donde pueda instalarse la "ETRS", considerando las alteraciones que el centro de gravedad geográfico pueda sufrir, por restricciones obligadas del sistema, como lo es la ubicación de los sitios de encierro de los equipos de recolección; o bien, las desviaciones o desplazamientos que pudiera sufrir al agregar a las variables geográficas, otro tipo de variables, como son: la densidad de población, la generación de los residuos sólidos, las pendientes promedio del terreno, la traza urbana de la localidad, la cercanía con áreas forestales, o cualquier otra que puede ser de consideración según sean las características de la localidad que se trate.

La determinación del Centro de Gravedad Geográfico (C.G.G.), implica la definición de las zonas o sectores de recolección, el cálculo de su superficie y de sus coordenadas centrales en un sistema cartesiano; para después determinar los momentos de transporte de cada una de las zonas o sectores; es decir, la distancia de los centros de gravedad de ellas hasta los ejes cartesianos, por la superficie que ocupa la mancha urbana en cada una de dichas zonas o sectores. Los momentos resultantes divididos entre la superficie total de la mancha urbana, serán las coordenadas del centro de gravedad de toda la región considerada.

La descripción gráfica de esta metodología, se presenta en la Fig. No. 2.

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

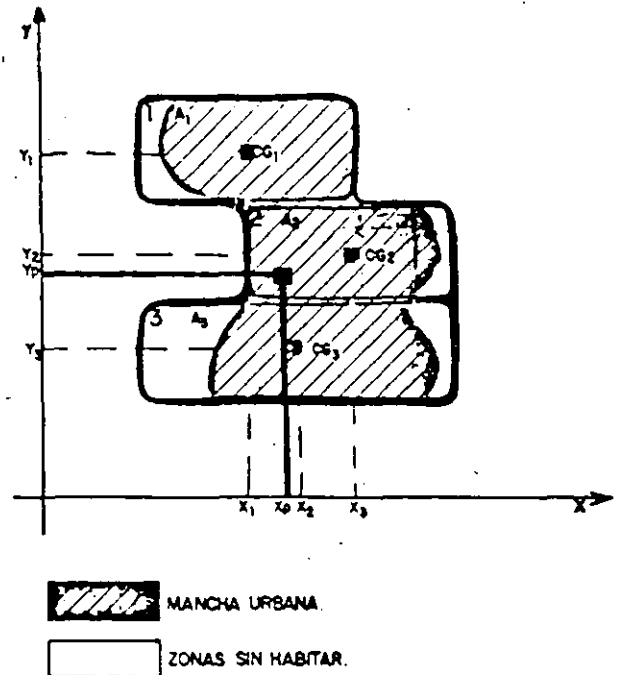


Fig. No. 2

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

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

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

Donde:

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

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



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

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

Donde:

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

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

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

m: No. de variables consideradas en el análisis.

En la tabla No. 1 se presenta la descripción del factor de ajuste del centro de gravedad, para diferentes variables urbanas.

Agregar este tipo de variables dentro del análisis para definir la región donde debe ser ubicada la "ETRS", permitirá que la elección del sitio, se haga implícitamente de manera racional, lo cual es difícil de lograr cuando se considera únicamente, la variable geográfica; ya que por lo regular las actividades que se dan en el asentamiento humano, son tan disímiles y de orden tan diverso, que le dan una gran heterogeneidad, tanto a su densidad poblacional, como a su distribución geográfica y socioeconómica, amén de las propias diferencias que trae consigo el desarrollo urbano y la dotación de infraestructura para la prestación de los servicios públicos.

Es claro entonces, que se obtendrá un centro de gravedad por cada variable complementaria que se agregue al análisis para la definición de la Región Factible, la cual se determinará entonces, conectando los centros de gravedad de cada una de las variables consideradas en el análisis, obteniéndose por tanto un polígono cerrado. En la fig. No. 3, se presenta la descripción de un ejemplo hipotético, para ilustrar lo antes comentado.

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

TIPO DE VARIABLE	FORMULACION DEL FACTOR DE AJUSTE	DESCRIPCION DE LA FORMULACION
GEOGRAFICA	f = 1	EL FACTOR ES IGUAL A LA UNIDAD
POBLACIONAL	f = D	EL FACTOR ES IGUAL A LA DENSIDAD DE POBLACION EXPRESADA EN HAB./HA.
POR GENERACION DE RESIDUOS	f = D * G	EL FACTOR ES EL PRODUCTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION EN HAB./HA. POR LA GENERACION PER CAPITA DE RESIDUOS EN LOS MUNICIPIALES EN KG/HAB.-DIA
POR VIALIDAD	f = D * G * B	EL FACTOR ES EL PRODUCTO DEL FACTOR ANTERIOR, MULTIPLICADO POR EL NO. AUTOMOVILES DE LA CATEGORIA A Y B DETECTADAS. LA CATEGORIA A SON LOS AUTOMOVILES QUE SE MANEJE EN LA VIALIDAD POR UN KM. EN LA VIALIDAD SI NO DE CARRETERAS Y EL TRANSITO EN HORAS PICO.
POR PENDIENTES DEL TERRENO	f = B * G * P	EL FACTOR ES EL PRODUCTO DEL FACTOR ANTERIOR PARA LA VARIABLE REFERENTE A LA GENERACION DE RESIDUOS, MULTIPLICADO POR EL NO. AUTOMOVILES DE LA CATEGORIA A Y B DETECTADAS EN EL DIVI...

TABLA No. 1.

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

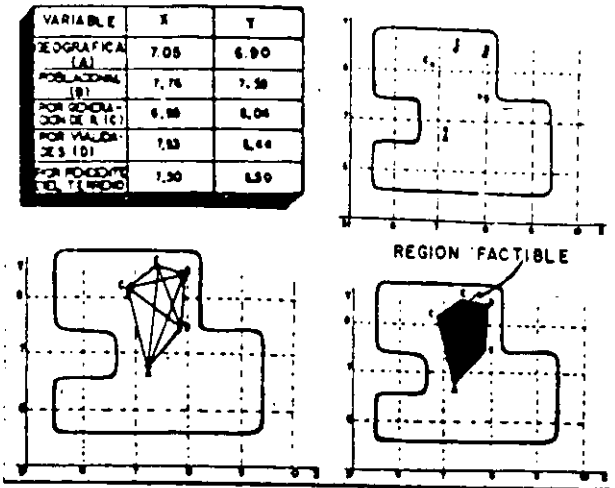


Fig. No. 3

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

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

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

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

Cuando no exista sitio alguno dentro de la Región Factible, deberán trazarse círculos concéntricos a partir del centroide del polígono que define dicha región, de manera tal que la vaya envolviendo hasta encontrar uno o más sitios, para proceder a su revisión y análisis, como se indica en la fig. No. 4. En teoría, el sitio con mayor viabilidad desde el punto de vista económico, será aquel que se halle más cerca de los límites de la Región Factible.

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

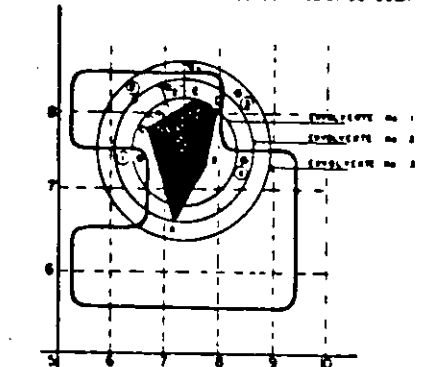


Fig. No. 4.

## EVALUACION Y SELECCION DE SITIOS

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

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

Donde:

- ZI: Costo de transportación de los residuos sólidos desde los sectores de generación "k", hasta el sitio "l", propuesto para ubicar la "ETRS".
- Ck: Costo unitario de la tonelada de residuos sólidos recolectada en el sector "k".
- P(k): Tonelaje de basura generada en el sector "k".
- D(k,l): Distancia promedio entre el centro de gravedad del sector "k" y el sitio "l".

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

A pesar de que este tipo de análisis asegure encontrar la solución óptima en términos de productividad, en ocasiones no resulta ser suficiente para tomar la decisión sobre la mejor ubicación que debe tener una "ETRS", ya que hay otros aspectos de tipo social, político, ambiental, de salud pública y de percepción ciudadana, que son importantes de considerar.

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

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

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

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

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

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

- AMBIENTE: Emisión de agentes contaminantes físicos, químicos y biológicos, que puedan llegar a contaminar el ambiente en general, en especial al aire y al suelo.
- SALUD: Generación de polvos, microorganismos y otros agentes físicos, químicos y biológicos, que pueden ir directamente al ser humano y a sus animales domésticos; o bien, dispersarse sobre los elementos del ambiente, en ocasiones en concentraciones por encima de los niveles normativos.
- BIENESTAR:
  - Generación de polvos, ruido y olores.
  - Alto flujo vehicular sobre vialidades secundarias.
  - Dispersión de residuos sólidos en el ambiente.
  - Afectación de la estética por las actividades propias de la instalación.
- INFRAESTRUCTURA URBANA: Afectación de la infraestructura vial (carpetas asfálticas, banquetas, guarniciones, mobiliario urbano, etc.).
  - Incremento de accidentes.
  - Deterioro de la infraestructura hidráulica.
  - Incremento del mantenimiento en los servicios complementarios.

De acuerdo con el listado anterior, las características propias de los sitios que puedan tener una cierta ingerencia para que los agentes de riesgo antes anotados, sean menores y más fácilmente controlables, se indica a continuación:

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

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

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

Aunque existen varios métodos para resolver un determinado se propuso utilizar el de Neumann-Bantzig, el cual lo tra en un problema lineal que puede ser resuelto por cualquier algoritmos existentes para ello.

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

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

La "MATRIZ DE CONTRIBUCIONES PROPORCIONALES" que se presenta en la tabla No. 2, relaciona los dos conjuntos de variables, valuando el impacto que cada una de las acciones del "HOMBRE" tiene sobre cada uno de los elementos del "ENTORNO". Por ejemplo, una escasa distancia de amortiguamiento puede alterar de algún modo el Bienestar de la población circundante, así como afectar la salud de los mismos; mientras que las incidencias de los vientos, pueden también afectar el bienestar de la población, así como deteriorar e impactar al ambiente.

Esta matriz que será la misma para cualquier sitio que se pretenda analizar, se construyó promediando los valores de contribución reportados por diferentes profesionistas con distintas especialidades, tanto del ramo de la Ingeniería, como de las ciencias sociales. En todo caso, si no se está de acuerdo con los valores reportados en la tabla No. 2, éstos pueden ser modificados aplicando el criterio que se crea más conveniente. La afectación de los elementos del "ENTORNO" por los impactantes considerados, presentan los siguientes porcentajes:

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

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

IMPACTANTES ELEM. URBANOS	DISTANCIA DE AMORT.	VIENTOS	PENDS. ACCESO	ACCESOS VIALES	SUPERFICIE	Z	(%)
BIENESTAR	0.6	0.3	0.2	0.3	0.3	1.7	0.34
AMBIENTE	-	0.3	0.4	0.1	0.1	0.9	0.18
INFRAESTRUCTURA URBANA	-	-	0.1	0.6	0.5	1.2	0.24
SALUD	0.4	0.4	0.3	-	0.1	1.2	0.24
<b>Z</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1.00</b>

TABLA No. 2

La segunda "MATRIZ DE CALIFICACION" de los impactantes, la cual será específica para cada uno de los sitios que se incluyan en el análisis, se construyó a partir de la evaluación de las características de los sitios considerados, mediante la aplicación de ciertas funciones de sensibilidad, cuyos tipos y límites se fijaron con base en el comportamiento del impactante y tomando como fundamento la normatividad y criterios de efectación ambiental.

Los tipos de función, fundamentos de límites y expresiones matemáticas que identifican a las funciones de sensibilidad utilizadas, se presentan en la tabla No. 3, mientras que en las figuras de la 5 a la 9 se ilustran en forma gráfica dichas funciones, así como sus valores numéricos.

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

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

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

TIPO, CARACTERISTICAS Y FUNDAMENTOS DE LAS FUNCIONES DE SENSIBILIDAD PROPUESTAS

IMPACTANTE POTENCIAL	TIPO DE FUNCION	FUNDAMENTOS DE LIMITES	EXPRESION DE LIMITES
Distancia de Amortiguamiento	Límite	La EPA recomienda una distancia mínima de 50 m. A distancias iguales o mayores a 200 m. se asignó una calificación de 0.	$f(x) = 1 - \frac{x}{200}, 0 < x < 200$ $f(x) = 1 \quad x < 50$ $f(x) = 0 \quad x > 200$
Vientos	Límite	La calificación asignada corresponde al porcentaje de días con vientos desfavorables que inciden en cada sitio, entre el número de días del año.	$f(x) = \frac{x}{365}, 0 < x < 365$
Pendientes de acceso	Límite	Pendientes menores de 3% no afectan (calif. = 0). Pendientes mayores del 12% son fuertemente impactantes (calif. = 1). A la pendiente del 6% se le asignó una calificación de 0.25.	$f(x) = \frac{0.75x}{9}, 0 < x < 12$ $f(x) = 1 \quad x > 12$
Accesos Viales	Límite	Cuando se tenga un solo acceso se asignó una calif. = 0.75. Cuando se tengan dos y tres accesos se asignaron calificaciones respectivas de 0.5 y 0.25.	$f(x) = 1 - \frac{x}{4}, 0 < x < 4$
Superficie	Límite	Cuando la relación de área necesaria entre área disponible sea de 0.75, se asignó una calif. = 0. Cuando la relación sea de 0.8, se asignó una calif. = 1.	$f(x) = \frac{x}{0.6} - 0.25, 0.2 < x < 0.6$ $f(x) = 1 \quad x > 0.8$ $f(x) = 0 \quad x < 0.2$

TABLA No. 3

FUNCION DE SENSIBILIDAD  
DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO

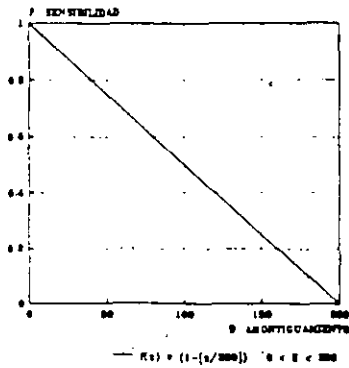


Fig. No. 5

FUNCION DE SENSIBILIDAD  
VIENTOS

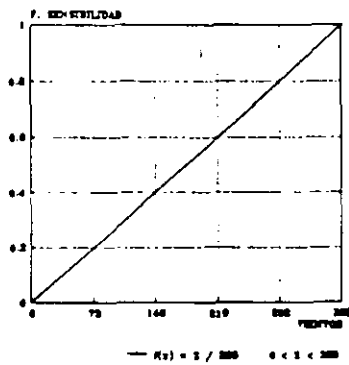


Fig. No. 6

FUNCION DE SENSIBILIDAD  
PENDIENTES

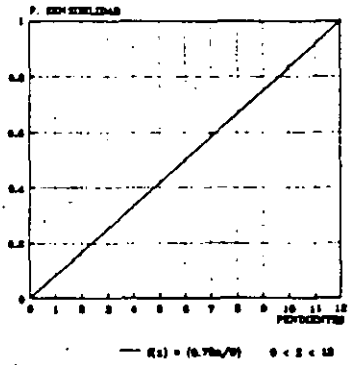


Fig. No. 7

FUNCION DE SENSIBILIDAD  
ACCESOS

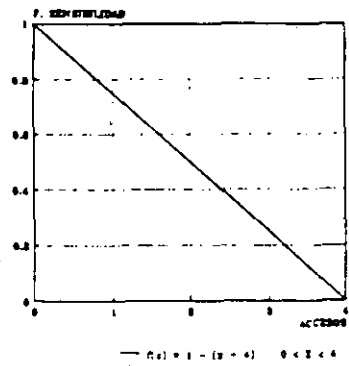


Fig. No. 8

FUNCION DE SENSIBILIDAD  
SUPERFICIE

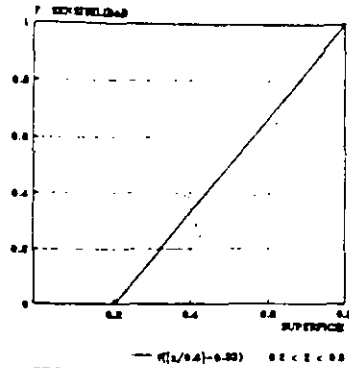


Fig. No. 9

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

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

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

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

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

**RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA METODOLOGIA DE SELECCION DE SITIOS PARA UBICACION DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

A partir de la Aplicación en diferentes oportunidades de la metodología de Selección de Sitios para la ubicación de Estaciones de Transferencia en Areas Urbanas que se describió en los Capítulos anteriores y considerando las recomendaciones del Experimentado Consultor de la OPS/QMS Ing. Francisco Zepeda Porras, a continuación se presenta en forma resumida una serie de recomendaciones generales, tendientes a mejorar la metodología antes referida:

- 1.- Continuar con la aplicación de la metodología citada, con el fin de enriquecerla y mejorarla, además de fortalecer criterios e asignación y calificación de los impactos sobre los elementos del entorno urbano, con el fin de reducir la subjetividad que pudieran incluir, sobre todo en lo que se refiere a los aspectos socioculturales, representados por el elemento "BIENESTAR".

## BIBLIOGRAFIA

- 2.- Incluir dentro de la definición de la Región factible, variables que tomen en cuenta no solamente los aspectos urbano-demográficos, sino también los relacionados con la salud, el ambiente y los factores sociales y económicos.

- 3.- Jerarquizar numéricamente para cada uno de los sitios a evaluar, la importancia intrínseca que los diferentes impactantes considerados tienen entre sí; para afectar con dicha jerarquización, el valor de la calificación de los impactantes, que fue determinado con las "FUNCIONES DE SENSIBILIDAD".

Lo anterior es con el fin de ser más precisos en el análisis, ya que un cierto impactante puede ser vital en un determinado sitio, mientras que para otro, el mismo impactante puede ser de poca trascendencia, por lo que se logra mayor precisión en la calificación de los impactantes, aplicar el valor de importancia que tales impactantes tengan en realidad para cada uno de los sitios.

El procedimiento para establecer la importancia que tienen para cada sitio los impactantes considerados, establece la necesidad de formar una matriz de  $n \times n$ ; con los "n" impactantes incluidos tanto en renglones como en columnas, para definir los valores de la misma, mediante la comparación de cada uno de los impactantes contra todos los demás, asignando el valor de "1" al impactante dominante, "0" al impactante dominado y "0.5" cuando hay igualdad de importancia. El valor jerárquico de cada impactante por sitio, se obtendrá sacando los porcentajes de las sumas parciales de cada impactante con respecto al total, de dichas sumas parciales.

- 4.- Jerarquizar la importancia de los elementos del entorno urbano, para cada uno de los sitios por evaluar, considerando la conformación y la distribución de cada uno de tales elementos presentes en el entorno de dichos sitios. Por ejemplo, para el BIENESTAR, el entorno podría clasificarse en tres factores fundamentales: Casas-Habitación, Escuelas y Hospitales. A cada uno se le puede dar un valor porcentual, dependiendo de la jerarquía que entre estos factores puede darse. A continuación cada uno de estos valores jerárquicos, puede subdividirse según su importancia, para considerar la integración que estos tienen a su vez por Alto, Medio y Bajo; así mismo el factor Escuelas, puede también separarse en Escuelas Preescolares y de Educación Básica, Escuelas de Educación Intermedia y Escuelas de Educación Superior; finalmente el factor Hospitales, puede ser desagregado en Hospitales de 1er., 2do y 3er Orden. El valor que el elemento BIENESTAR tendrá para cada uno de los sitios, se obtiene a partir de la sumas parciales de los valores con que cada subelemento haya resultado. Este valor se afectará por el porcentaje de la importancia que el elemento tiene con respecto a los otros. Con el resultado del producto se efectarán los valores del renglón de dicho elemento en la "MATRIZ DE CONTRIBUCION PROPORCIONAL".

- 5.- Llevar a cabo investigaciones apegadas a la realidad, con el fin de medir para distintos esquemas de operación de "ETRS", el deterioro que hace los elementos del entorno urbano, tiene cada uno de los diferentes impactantes. Lo anterior servirá para establecer y definir con cierto conocimiento y detalle, cuáles deben ser las distancias de amortiguamiento a las que los diferentes impactantes ya no representan ningún riesgo para el entorno urbano.

"ESTRATEGIAS Y PROGRAMACION"; F.J.Guillen, Dirección de Estudios Secundarios, S.H.C.P.; México., 1964.

"IMPACTO AMBIENTAL EN LA SELECCION DE SITIOS PARA DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES"; Sánchez Gómez J., López Sánchez P. y López Garrido P. A., Congreso de la AMCAA, Tlaxcala, Tlax., Agosto, 1985.

"PROTOCOLO DE INVESTIGACION SOBRE LOS IMPACTANTES DE INSTALACIONES DE TRANSFERENCIA DE BARROS O RELLENOS SANITARIOS SOBRE LA SALUD DE LA POBLACION"; Zepeda Porras Fco., OPS/OMS, 1991.

"EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LOS PROYECTOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES"; Sánchez Gómez J.; Trabajo de Grado / UNAM, México 1979.

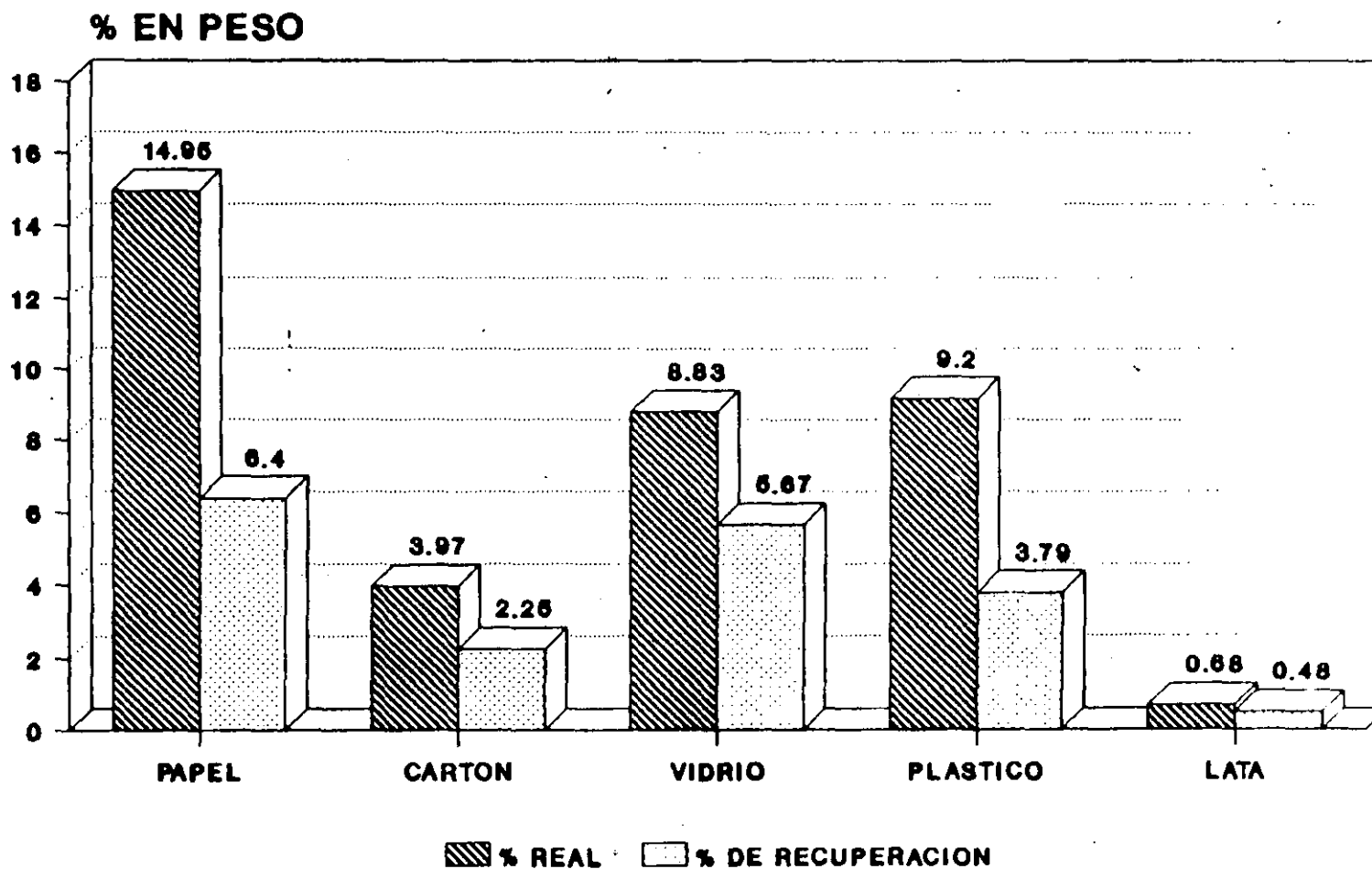
"INTRODUCCION A LA PROGRAMACION LINEAL Y A LA TEORIA DE LOS JUEGOS"; S. Vajda, ELDEBA, Argentina 1990.

"EVALUACION Y SELECCION DE SITIOS PARA LA UBICACION DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA EN ZONAS URBANAS, CON BASE EN EL IMPACTO AL ENTORNO URBANO QUE PUEDEN GENERAR"; Sánchez Gómez J.; 1er. Congreso Nacional ANCRESPAC; México, D.F., Octubre 1991.

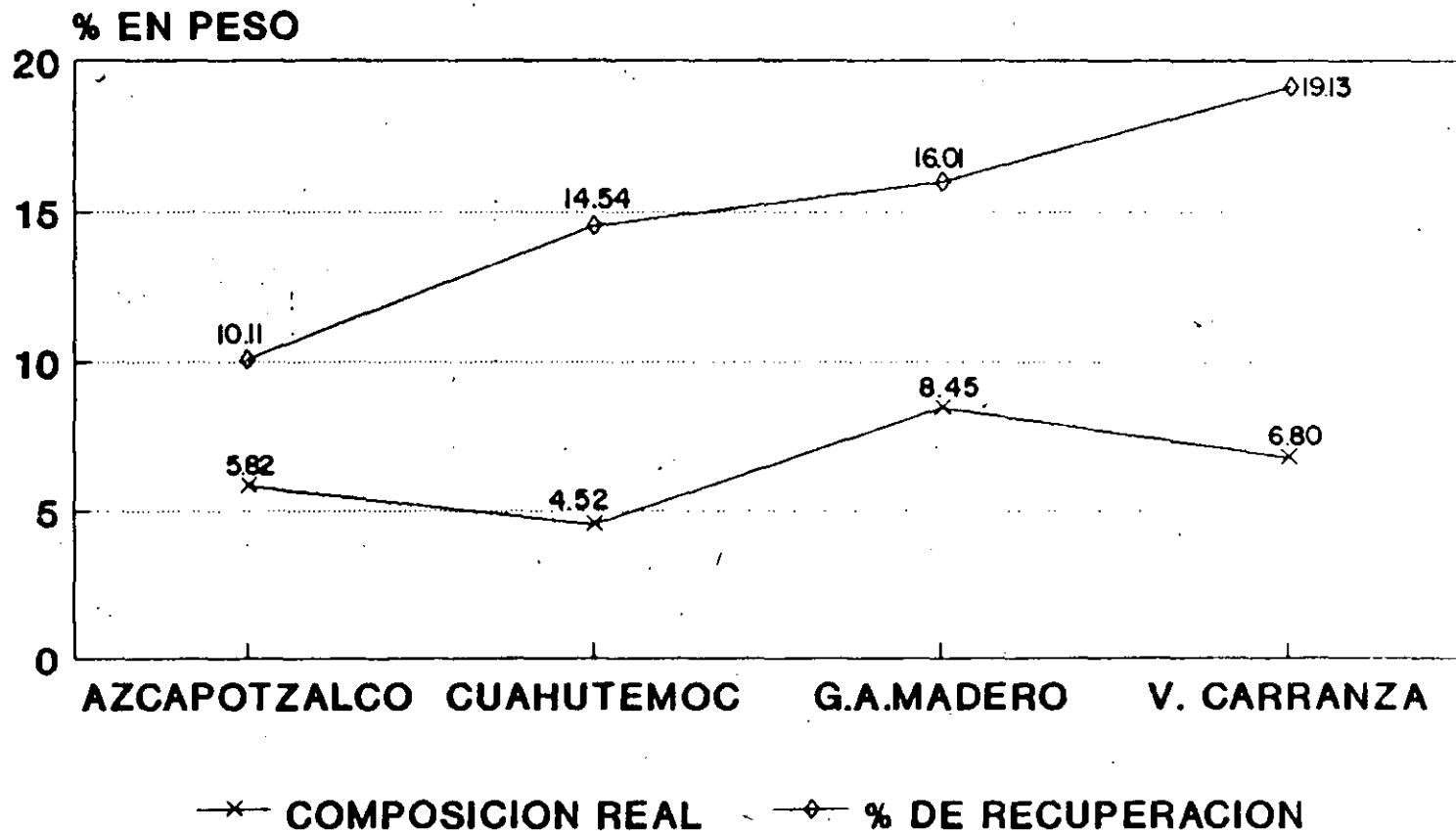
# NORMATIVIDAD EMPLEADA EN LOS TRABAJOS DE CAMPO

- NOM-AA-61-1985 Determinación de la Generación.
- NOM-AA-15-1985 Método de Cuarteo.
- NOM-AA-19-1985 Determinación de Peso Volumétrico.
- NOM-AA-22-1985 Selección y cuantificación de Subproductos.

# ANALISIS COMPARATIVO DEL POTENCIAL DE RECICLAMIENTO

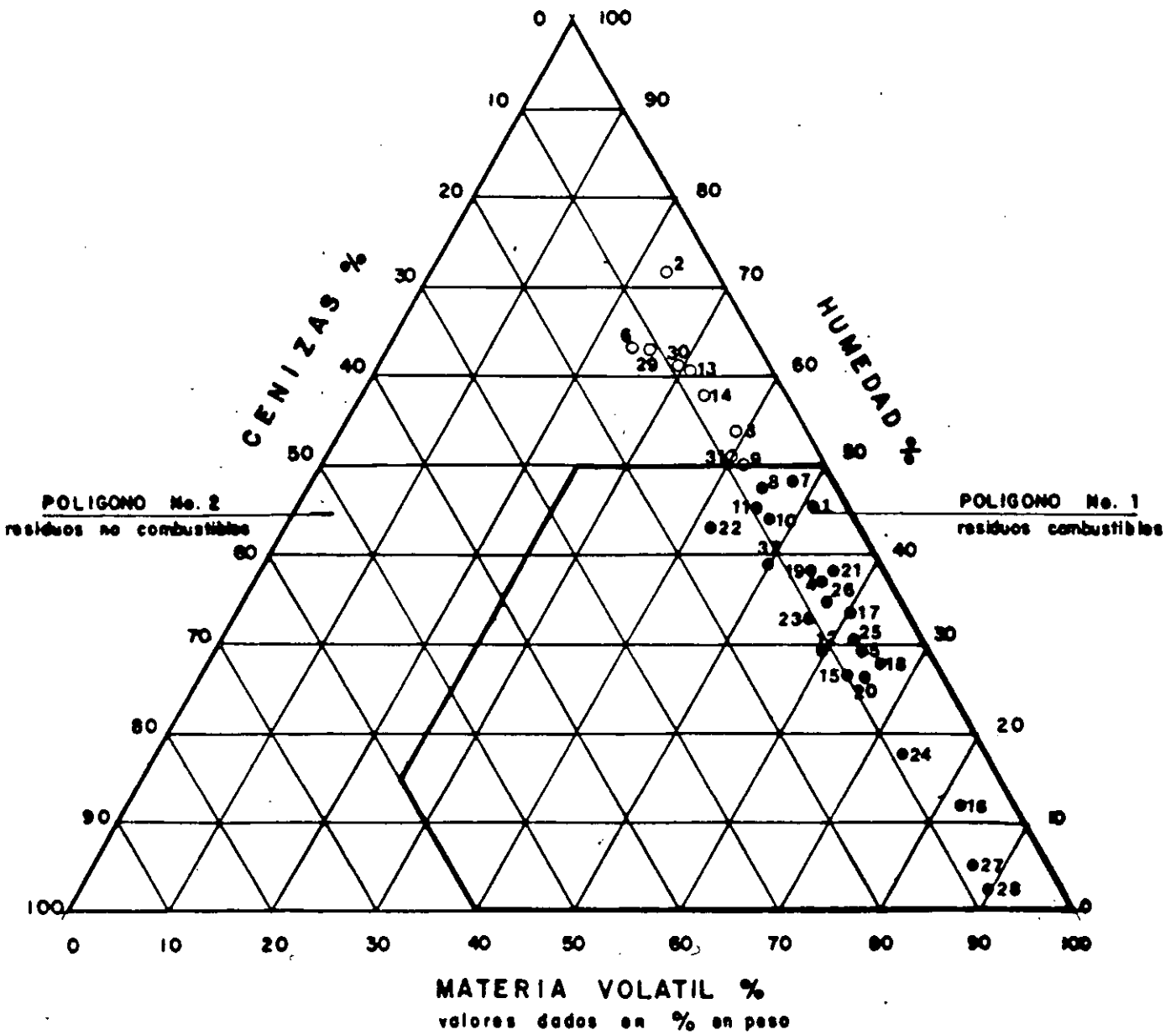


# PORCENTAJE DE RECUPERACION RESPECTO A LA COMPOSICION REAL POR DELEGACION PAPEL



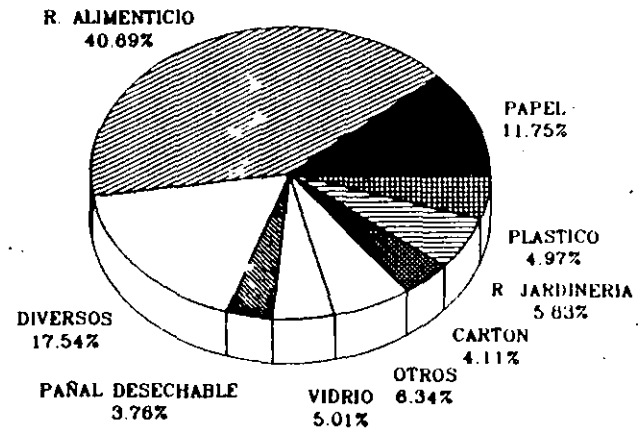


# CARTA DE COMBUSTIBILIDAD DE LOS RESIDUOS SOLIDOS



# COMPOSICION FISICA PROMEDIO DE RESIDUOS SOLIDOS EN DOMICILIARIOS UNIFAMILIARES (1992)

SUBPRODUCTOS	PROMEDIO %
AMATELORRAS	0.00
ALBODON	2.06
CARTON	4.11
CUERO	0.15
ENVASES DE CARTON	2.19
FIBRA DURA VEGETAL	0.10
FIBRA SINTETICA	1.74
GASA	0.00
HUESO	0.10
HULE	0.24
JERVENIA DESECHABLE	0.00
LATA	1.58
LOZA Y CERAMICA	0.40
MADERA	0.10
MATERIAL DE CONSTRUCCION	0.50
MATERIAL FERROSO	1.63
MATERIAL NO FERROSO	0.00
NEOPRENO (LLANTAS)	0.00
PANAL DESECHABLE	3.78
PAPEL BOND	2.35
PAPEL PERIODICO	4.11
PAPEL SANITARIO	5.29
PLACAS RADIOLOGICAS	0.00
PLASTICO DE PELICULA	4.97
PLASTICO RIGIDO	3.06
POLISTIRENO EXPANDIDO	0.67
POLIURETANO	0.13
RESIDUO ALIMENTICIO	40.69
RESIDUO DE JARDINERIA	5.83
RESIDUO FINO	1.29
TOMALLAS SANITARIAS	0.00
TRAPO	0.67
VIDEOS	0.00
VIDRIO DE COLOR	1.26
VIDRIO TRANSPARENTE	3.75
OTROS	6.34
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>



PROMEDIO

INDICADORES DE GENERACION UNITARIA EN EL DISTRITO FEDERAL.

P U E R T O	CLASIFICACION	GENERACION GLOBAL	GENERACION PBR-CAPITA	R E F E R E N C I A
		4,885.488 TON/DIA	0.8837 KG/HABITANTE/DIA	DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS. MUESTREO DE GENERACION DOMICILIARIA 1986 - 1987 (1.1 - 1.17)
		778.268 TON/DIA	0.6500 KG/HABITANTE/DIA	DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS. PLAN PILOTO DE RECOLECCION POR CONTENEDORES EN LA DELIMITACION ARCAIZADA. PROCESA
COMERCIOS	TIENDAS DE AUTOSERVICIO	60.000 TON/DIA	662.17 KG/TIENDA/DIA 1.86 KG/EMPLEADO/DIA	DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS. MUESTREO DE GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS EN DIVERSOS COMERCIOS DEL DISTRITO FEDERAL. DIPLAMA, 1988 (1.37 - 1.47).
	TIENDAS DEPARTAMENTALES	27.000 TON/DIA	300 KG/TIENDA/DIA 0.867 KG/EMPLEADO/DIA	
	LOCALES COMERCIALES	1,819.767 TON/DIA	14.96 KG/LOCAL/DIA	
	ALMACENAMIENTO Y ABASTOS	716.823 TON/DIA	TIPO I 0.549 KG/LOCAL/DIA TIPO II 0.538 KG/LOCAL/DIA TIPO III 1.496 KG/LOCAL/DIA 2.535 TON/MERCADO/DIA	DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS. MUESTREO DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS EN DIVERSOS MERCADOS DEL DISTRITO FEDERAL - 1987 - 1989. SISTEMA Y PROYECTOS FUTURA, S. A. DE C.V. (1.86 - 1.96).
SERVICIOS	RESTAURANTES Y BARES	24.880 TON/DIA	40 KG/LOCAL/DIA	ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD TECNICA, ECONOMICA - EN DIVERSAS CIUDADES DEL INTERIOR DE LA REPUBLICA 1989, MANIFI MUNDIAL SEMUE.
	SERVICIOS PUBLICOS	33.460 TON/DIA	160 KG/LOCAL/DIA	
	HOTELES Y MOTEL	114.400 TON/DIA	223 KG/HOTEL/DIA	
	CENTROS EDUCATIVOS	383.000 TON/DIA	250 KG/ESCUELA/DIA 0.085 KG/ALUMNO/DIA	
	CENTROS DE ESPECTACULOS Y RECREACION	121.311 TON/DIA	495.14 KG/CENTRO/DIA	
	OFICINAS PUBLICAS Y PRIVADAS	424.503 TON/DIA	0.082 KG/EMPLEADO/DIA	DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS. MUESTREO DE GENERACION Y DESECHOS SOLIDOS BIOMEDICOS Y ESPECIALES 1987. TECNOCONSULT (1.81 - 1.86).

**RESUMEN DE PESO VOLUMETRICO "IN-SITU"  
POR TIPO DE FUENTE**

FUENTES	KG/M3
UNIFAMILIAR	219
PLURIFAMILIAR	211
COMERCIOS	223
MERCADOS	181
OFICINAS	79
UNIDADES MEDICAS	172
LABORATORIOS	61
TERMINAL TERRESTRE	122
TERMINAL AEREA	154
CENTROS DE READ.SOCIAL	216
PROMEDIO	164

13

INDICADORES DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL DISTRITO FEDERAL

51

FUENTE	CLASIFICACION	GENERACION GLOBAL	GENERACION PER-CAPITA	REFERENCIA
ESPECIALES	UNIDADES MEDICAS	133.956 TON/DIA	I NIVEL 0.170 KG/PACIENTE/DIA II NIVEL 4.730 KG/CAMA/DIA III NIVEL 5.380 KG/CAMA/DIA - EL NUMERO DE CAMAS POR 2.00 KG/CAMA/DIA MAS NUMERO DE CONSULTAS POR 0.100 KG/CONSULTA/DIA ES IGUAL A LA GENERACION TOTAL	- LA DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS, MUESTREO DE GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS HOSPITALARIOS 1988 - 1989 (1.48 - 1.74) - ESTUDIO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS HOSPITALARIOS DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA, AGENCIA DE COLABORACION TECNICA DE LA REPUBLICA ALEMANA 1990.
	LABORATORIOS	8.537 TON/DIA	33.850 KG/LABORATORIO/DIA 0.082 KG/EMPLEADO/DIA 0.044 KG/ANALISIS/DIA	DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS, MUESTREO DE GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS BIOMEDICOS Y ESPECIALES, TECNOCONSULT 1987 (1.48 - 1.74)
	VETERINARIA	2.105 TON/DIA	10.47 KG/LOCAL/DIA	TOMANDOSE COMO REFERENCIA AL INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION (POR LA EXISTENCIA DE BIOTERTOS)
	TRANSPORTE TERRESTRE	10.510 TON/DIA	0.0195 KG/PASAJERO/DIA 0.098 KG/EMPLEADO/DIA	DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS, MUESTREO DE GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS EN CENTRAL CAMIONERA DEL NORTE, DELSA 1989 (1.91).
	TRANSPORTE AEREO	28.887 TON/DIA	0.403 KG/PASAJERO/DIA 0.408 KG/M <sup>2</sup> /DIA 1.590 KG/EMPLEADO/DIA	DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS, MUESTREO DE GENERACION AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO "LIC. BENITO JUAREZ" 1987 TECNOCONSULT, 1988, PRODTA (1.89 - 1.90).
	CENTROS DE READAPTACION SOCIAL E INSTALACIONES MILITARES	2.905 TON/DIA	0.375 KG/RECURSIVO/DIA	DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS, MUESTREO DE GENERACION EN CENTROS DE READAPTACION SOCIAL, TECNOCONSULT, (1.87-1.88).
		100.000 TON/DIA	0.120 KG/M <sup>2</sup> /DIA	D.A.I., I.U. ESTIMACIONES DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS EN VIA PUBLICA 1990.
		682.222 TON/DIA	40.13 KG/M <sup>2</sup> /DIA	
OTROS	CONSTRUCCION Y MUEBLES EN DESUSO	443.000 TON/DIA	27.69 TON/INFORMACION/DIA	ESTIMACIONES EN BASE A ENTREVISTAS DE INGRESOS VEHICULARES EN SITIOS DE DISPOSICION FINAL D.F. PROCESA-CORRENTES 1991.

RESIDUOS SOLIDOS  
MUNICIPALES  
**10,930.031** TON/DIA

DOMICILIARIOS  
**5,815.332** TON/DIA

COMERCIOS  
**2,622.590** TON/DIA

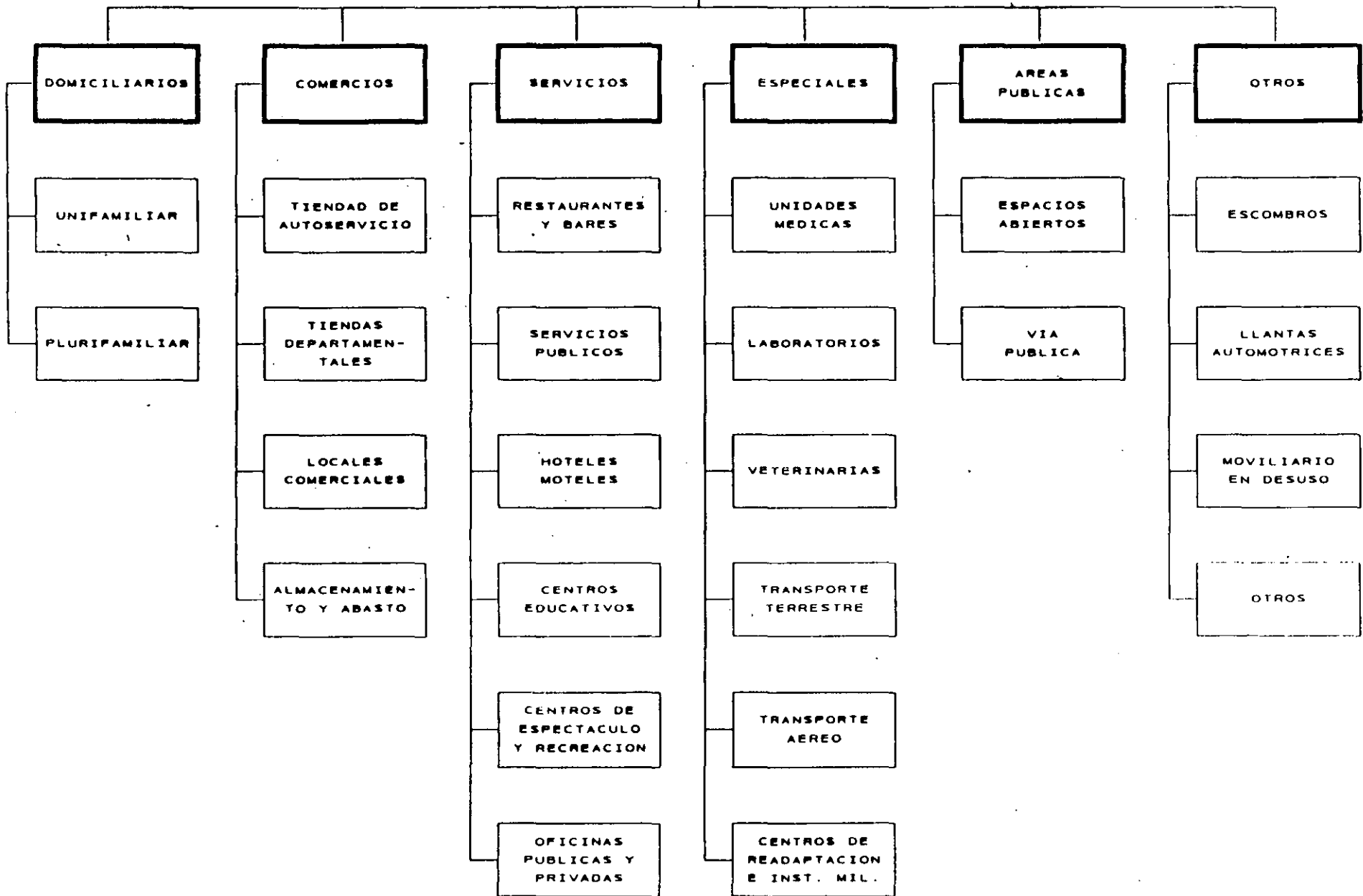
SERVICIOS  
**1,101.594** TON/DIA

ESPECIALES  
**186.700** TON/DIA

AREAS PUBLICAS  
**787.222** TON/DIA

OTROS  
**921.413** TON/DIA

RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES



# NORMATIVIDAD EMPLEADA EN LAS DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS

- NOM-AA-52-1985 Preparación de muestras.
- NOM-AA-16-1985 Determinación de Humedad.
- NOM-AA-25-1985 Determinación de pH
- NOM-AA-18-1984 Determinación de cenizas
- NOM-AA-92-1984 Determinación de azufre
- NOM-AA-68-1986 Determinación de hidrógeno
- NOM-AA-21-1984 Determinación de M. organica
- NOM-AA-67-1986 Determinación relación C/N
- NOM-AA-33-1985 Poder Calorífico
- NOM-AA-24-1985 Determinación Nitrógeno total



# OBJETIVOS:

Determinar los parámetros cualitativos y cuantitativos que identifican a los residuos sólidos municipales.

Plantear un sistema de manejo integral de residuos sólidos en cada una de las fuentes generadoras.

Definir las alternativas de tratamiento más adecuadas en base a la vocación de los residuos sólidos

SISTEMAS DE RECOLECCION  
SELECCION DEL EQUIPO

DETERMINACION EMPIRICA DEL  
COSTO DE TRANSFERENCIA

GENERACION POR FAMILIA/MES = 0.1 TON./MES

COSTO PROMEDIO = ~~12~~,000  $\frac{\text{PESOS}}{\text{TON.}}$

COSTO FAMILIA /MES = <sup>12</sup>~~12~~,000 X 0.1 = ~~1~~,200  $\frac{\text{PESOS}}{\text{TON.}}$

DETERMINACION EMPIRICA DEL  
COSTO DE DISPOSICION FINAL

GENERACION FAMILIA/MES = 0.1 TON./MES

COSTO PROMEDIO = <sup>5</sup>~~12~~,000 PESOS/TON.

COSTO FAMILIA/MES = 0.1 X ~~12~~,000 = 1,200  $\frac{\text{PESOS}}{\text{MES}}$

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO,  
BARRIDO Y TRANSPORTE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**FUNDAMENTOS SOBRE**

**ESTACIONES**

**DE**

**TRANSFERENCIA**

**ING. JOSE ALFREDO NUÑEZ CANTU**

*27-*

## I.- INTRODUCCION:

El proposito de una Estación de Transferencia es de recibir los residuos solidos de vehiculos recolectores municipales y privados para transferirlos a un vehiculo de gran volumen para ser transportados hacia el sitio de disposición final o a una planta de recuperación de subproductos. Estos grandes vehiculos pueden ser camiones, vagones de ferrocarril o barcos. Los camiones o trailers son los mas comunmente utilizados por las estaciones de transferencia. Solo en algunos sitios son utilizados los barcos para transportar la basura se pueden mencionar Nueva York y Seattle. El transporte ferroviario tiene un potencial muy amplio para el transporte de los residuos solidos, pero a la fecha no se ha implementado ningun sistema de este tipo. El transporte por camiones tienen una aceptación bien establecida que ha estimulado el desarrollo de equipamentos diseñados especificamente para este proposito.

Una Estación de Transferencia solo debera ser utilizada cuando el ahorro sea mayor que el costo de su construcción y la operación.

## II.- FACTIBILIDAD PARA INSTALAR UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

Con el crecimiento demografico y de las zonas urbanas, los departamentos de limpia afrontan cada vez una serie de problemas que tienen que salvar para lograr la eficiencia necesaria en el servicio de recolección, con lo que en todo momento es necesario encontrar alternativas que proporcionen la maxima eficiencia, y como es conocido que en la mayoría de las ciudades de nuestro pais los sitios de disposición se van alejando de los centros de generación de residuos solidos, por lo que cada vez se incrementan los costos por los consumos de combustibles, por mano de obra ociosa, etc., que repercuten en los costos del manejo de los residuos solidos.

Una Estación de Transferencia ofrece una alternativa conveniente, eficiente y ambientalmente aceptable para el transporte de los residuos solidos recolectados a sitios remotos de disposición. Con transfers equipados con sistema de compactación se pueden obtener ahorros significativos. A continuación se presenta un ejemplo para ilustrar con un simple metodo si una estación de transferencia es rentable o no.

Ejemplo 1.:

Bajo que condiciones debe ser implementada una estación de transferencia para transportar 240 Ton/Dia de residuos solidos a un sitio lejano.

A continuación se presentan los siguientes costos estimados:

- Transporte de residuos solidos por vehiculos recolectores  
\$ 2,000/Ton\*Km.
- Transporte de residuos solidos por medio de trailer-transfer  
\$ 400/Ton\*Km.
- Costo de capital de la estación de transferencia (incluye construcción, ingeniería, cargos financieros, contingencias y escalatorias en el periodo de construcción).  
\$ 12,000,000,000
- Costo de operación y mantenimiento (incluye mano de obra, servicios, reserva de reposición de equipo, refacciones y suministros).  
\$ 1,100,000,000

ANALISIS:

El primer paso es determinar todos los costos en \$/Ton. Para costos de transporte, se utiliza la unidad de \$/Ton-Km. El costo de manejo por tonelada en la estación de transferencia se determina como sigue: Suponiendo que en la estación de transferencia sera financiada a un 10% de interes por 20 años de vida util. Cuanto pagaremos cada año por intereses y depreciación desde el principio, afectaremos el costo de capital por un " FACTOR DE RECUPERACION DE CAPITAL" que en este caso es de 0.11746 segun tabla 1.1

Entonces, el primer año y los intereses a pagar son:

$$\$ 12,000,000,000 \times 0.11746 = \$ 1,409,520,000/\text{año}$$

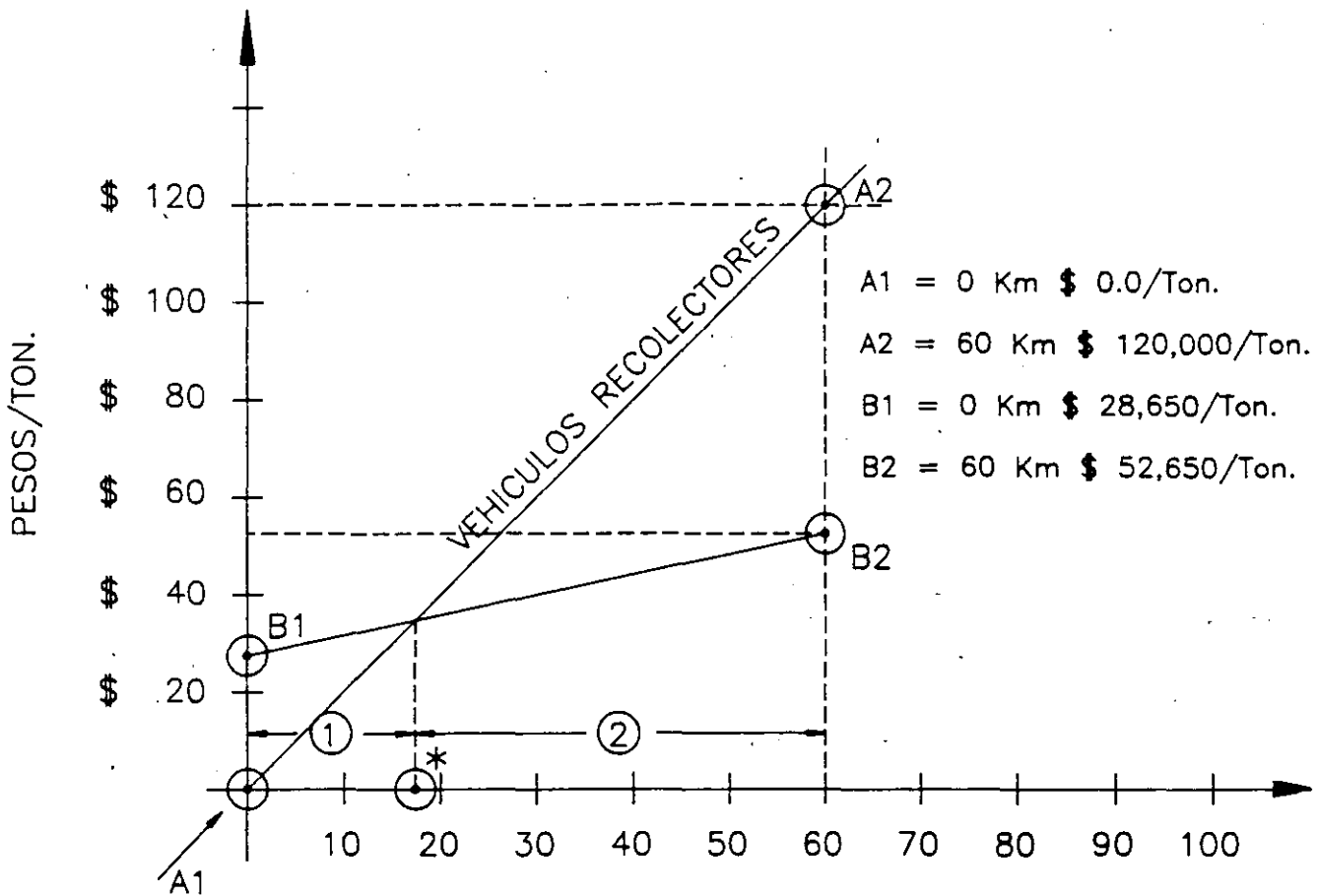
El costo total anual por el uso y operación de la Estación de Transferencia es:

$$\$ 1,409,520,000 + \$ 1,100,000,000 = \$ 2,509,520,000/\text{año}$$

El costo por tonelada por el uso y operación de la estación de transferencia es:

$$\begin{aligned} \$ 2,509,520,000/\text{año} / 240 \text{ Ton/Dia} / 365 \text{ dias/año} = \\ \$ 28,650/\text{Ton} \end{aligned}$$

## ANALISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE INSTALACION DE UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA.



VIAJE REDONDO EN KILOMETROS AL SITIO DE DISPOSICION FINAL.

- ① TRANSPORTE DIRECTO ES MAS ECONOMICO.
- ② USO DE ESTACION DE TRANSFERENCIA ES MAS ECONOMICO.
- \* APROXIMADAMENTE 19 KILOMETROS.

R/S

Table 1-1  
CAPITAL RECOVERY FACTORS

Years	Interest Rates					
	6%	8%	10%	12%	15%	20%
1	1.06000	1.08000	1.10000	1.12000	1.15000	1.20000
2	0.54544	0.56077	0.57619	0.59170	0.61512	0.65455
3	0.37411	0.38803	0.40211	0.41635	0.43798	0.47473
4	0.28859	0.30192	0.31547	0.32923	0.35027	0.38629
5	0.23740	0.25046	0.26380	0.27741	0.29832	0.33438
6	0.20336	0.21632	0.22961	0.24323	0.26424	0.30071
7	0.17914	0.19207	0.20541	0.21912	0.24036	0.27742
8	0.16104	0.17401	0.18744	0.20130	0.22285	0.26061
9	0.14702	0.16008	0.17364	0.18768	0.19957	0.24808
10	0.13587	0.14903	0.16275	0.17698	0.19925	0.23852
11	0.12679	0.14008	0.15396	0.16842	0.19107	0.23110
12	0.11928	0.13270	0.14676	0.16144	0.18448	0.22526
13	0.11296	0.12652	0.14078	0.15568	0.17911	0.22062
14	0.10758	0.12130	0.13575	0.15087	0.17469	0.21689
15	0.10296	0.11683	0.13147	0.14682	0.17102	0.21388
16	0.09895	0.11298	0.12782	0.14339	0.16795	0.21144
17	0.09544	0.10963	0.12466	0.14046	0.16537	0.20944
18	0.09236	0.10670	0.12119	0.13794	0.16319	0.20781
19	0.08962	0.10413	0.11955	0.13576	0.16340	0.20646
20	0.08718	0.10185	0.11746	0.13388	0.15976	0.20536
21	0.08500	0.09983	0.11562	0.13224	0.15842	0.20444
22	0.08305	0.09803	0.11401	0.13081	0.15727	0.20369
23	0.08128	0.09642	0.11257	0.12956	0.15628	0.20307
24	0.07968	0.09498	0.11130	0.12846	0.15543	0.20212
25	0.07823	0.09368	0.11017	0.12750	0.15470	0.20212
26	0.07690	0.09251	0.10916	0.12665	0.15407	0.20176
27	0.07570	0.09145	0.10826	0.12590	0.15353	0.20147
28	0.07459	0.09049	0.10745	0.12524	0.15306	0.20122
29	0.07358	0.08962	0.10673	0.12466	0.15265	0.21012
30	0.07265	0.08883	0.10608	0.12414	0.15230	0.20085

10



### III.- DESARROLLO DE INFORMACION BASICA.

- CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS
- COMPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS
- REGULARIDAD DE TRAFICO
- CARACTERISTICAS DEL SITIO

#### CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS:

El mejor metodo para determinar la cantidad de residuos solidos es instalar un bascula ya sea en la propia estación de transferencia en relleno sanitario con lo que se pueden determinar para la localidad de acuerdo a su numero de habitantes.

Otro metodo para determinar la cantidad es de acuerdo a los factores de generación per-capita determinado para la localidad de acuerdo a su numero de habitantes.

Otro metodo comunmente utilizado para determinar la cantidad de residuos solidos contando el numero de vehiculos que llegan al relleno sanitario, conociendo el volumen de c/u, el siguiente paso se estima un peso volumetrico a cada vehiculo de 200 a 250 Kgs/m<sup>3</sup> a equipos sin compactación y de 300 a 450 Kgs/m<sup>3</sup> para vehiculos equipados con carrocerias con sistema de compactación.

Si obtenemos información sobre la cantidad de residuos solidos manejados en una ciudad se pueden determinar:

- VARIACIONES ESTACIONALES.
- PROYECCIONES FUTURAS.

#### COMPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Es necesario conocer que clase de residuos solidos van a ser manejados en la estación de transferencia. Existen dos categorias de residuos solidos: los municipales y los industriales de los que el metodo de manejo es muy diferente.

Cuando se proyecta una estación de transferencia es importante determinar que clase de objetos inusuales, residuos industriales y objetos que por su tamaño sean dificiles de manejar se van a recibir. Conviene realizar un monitoreo para tomar una decisión final en cuanto al proyecto de acuerdo a los residuos a manejarse.

## REGULARIDAD DE TRAFICO:

Con el conocimiento de la regularidad de trafico es esencial para el diseño de el acceso y area de recibo de una estación de transferencia. La cantidad de area y el numero de espacios de tiro requeridos se determinan con el analisis de la regularidad de trafico.

## TEORIA DE COLAS:

La teoria de colas debe de considerarse para el diseño de una estación de transferencia. El tiempo de espera para tirar esta en función del numero de vehiculos que llegan por hora, la velocidad de descarga de los vehiculos y el numero de sitios de descarga. Con mas sitios de descarga se reduce el tiempo de espera, pero se incrementa el costo de construcción y viceversa.

IV.- TIPOS DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.

EXISTEN DOS TIPOS BASICOS DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA:

- A) CONTENEDOR.
- 1.- TIRO DIRECTO: B) TRANSFER (SEMIREMOLQUE).
- C) ALMACEN PROVINCIONAL.

- A) TIRO DIRECTO.
- 2.- COMPACTACION HIDRAULICA: B) ALMACEN PROVINCIONAL.
- C) BANDA TRANSPORTADORA.

A) TIRO DIRECTO - CONTENEDOR

VENTAJAS

- COSTO RELATIVAMENTE BAJO
- SISTEMA DE CARGA SENCILLO

DESVENTAJAS

- ALTO COSTO DE TRANSPORTE POR SU BAJO DENSIDAD DEBIDO AL SISTEMA DE TIRO DIRECTO.
- OPERACION PELIGROSA.
- TIRO EXTRA.
- GENERACION DE LIXIVIADO EN CASO DE LLUVIA.

B) TIRO DIRECTO - (TRANSFER)

VENTAJAS

- SISTEMA DE CARGA SENCILLO.
- EQUIPO MAS ECONOMICO QUE LOS QUE TIENEN SISTEMA DE COMPACTACION.
- EL SISTEMA PUEDE MANEJAR DESECHOS QUE NO SON FACILMENTE COMPACTABLES.

DESVENTAJAS:

- ALTO COSTO DEL TRANSPORTE POR LA BAJA DENSIDAD DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.
- OPERACION PELIGROSA.
- GENERACION DE LIXIVIADO EN CASO DE LLUVIA.
- SISTEMA DE CERRADO SUPERIOR COMPLICADO.

J) ALMACEN PROVINCIONAL:

VENTAJAS:

- METODO SIMPLE DE CARGA.
- UN TRANSFER ABIERTO ES MAS ECONOMICO QUE UNO CON SISTEMA DE COMPACTACION.
- DESCARGA NO NECESARIAMENTE EN UN TRANSFER.
- SE UTILIZA UN CARGADOR FRONTAL QUE ADEMAS DE CARGAR TAMBIEN PRECOMPACTA LOS RESIDUOS SOLIDOS.
- CAPACIDAD DE ALMACENAJE.

DESVENTAJAS:

- EL SISTEMA DEBE INCLUIR OPERACIONES EXTRAS PARA DISTRIBUIR LA CARGA.
- OPERACION PELIGROSA.
- OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL CARGADOR FRONTAL QUE INCREMENTAN EL COSTO.

SISTEMA DE COMPACTACION HIDRAULICA PARA UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

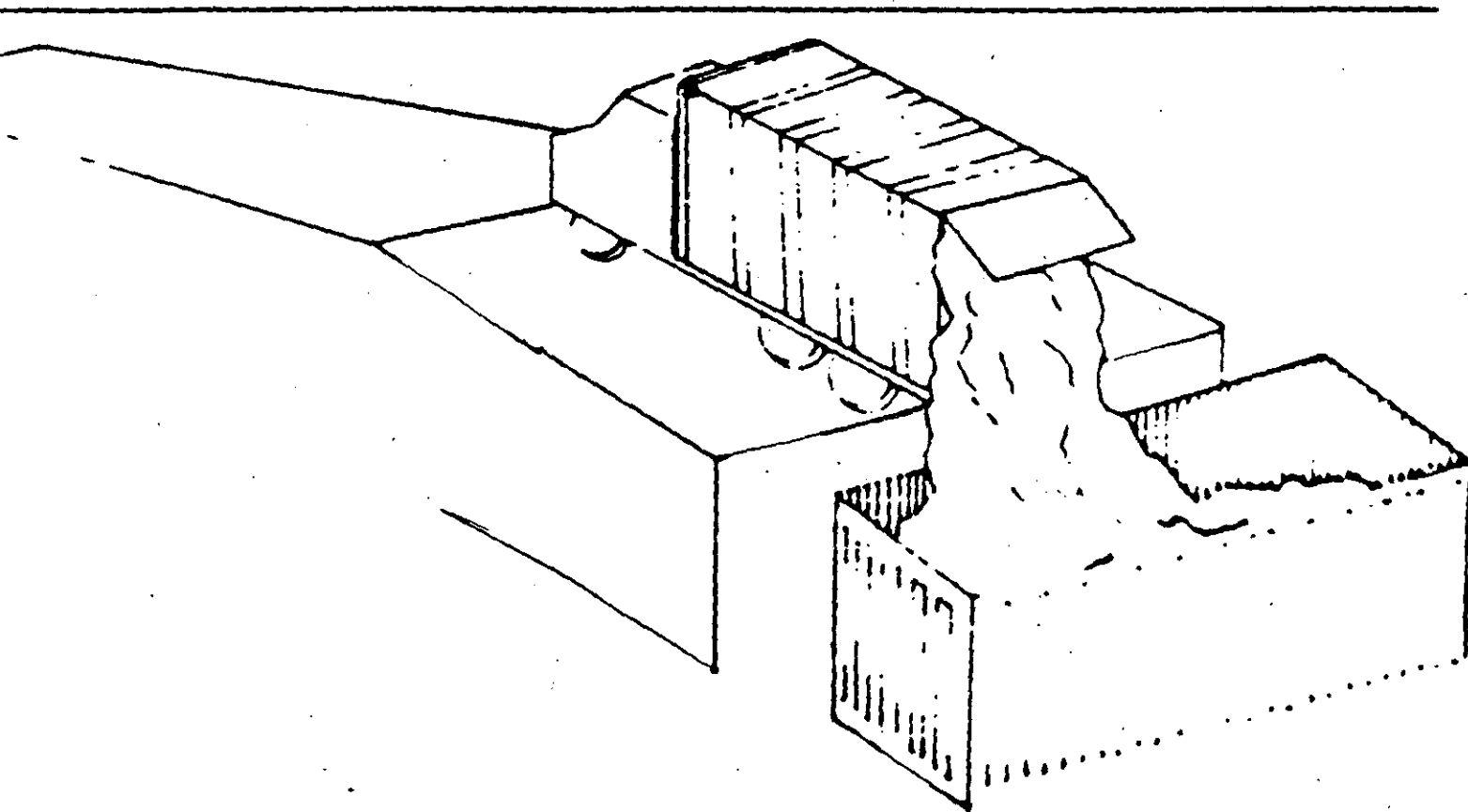
VENTAJAS:

- BAJO COSTO DE TRANSPORTE.
- NO SE REQUIERE QUE EL TRACTO CAMION ESTE ACOPLADO A LA CAJA.
- EL COMPACTADOR PUEDE MANEJAR CUALQUIER MATERIAL SIEMPRE Y CUANDO ESTE ENTRE POR LA TOLVA.
- LOS RESIDUOS SOLIDOS SOLO SE EXPONEN A LA INTEMPERIE POR POCO TIEMPO CUANDO SON INTRODUCIDOS A TRANSFER.

DESVENTAJAS:

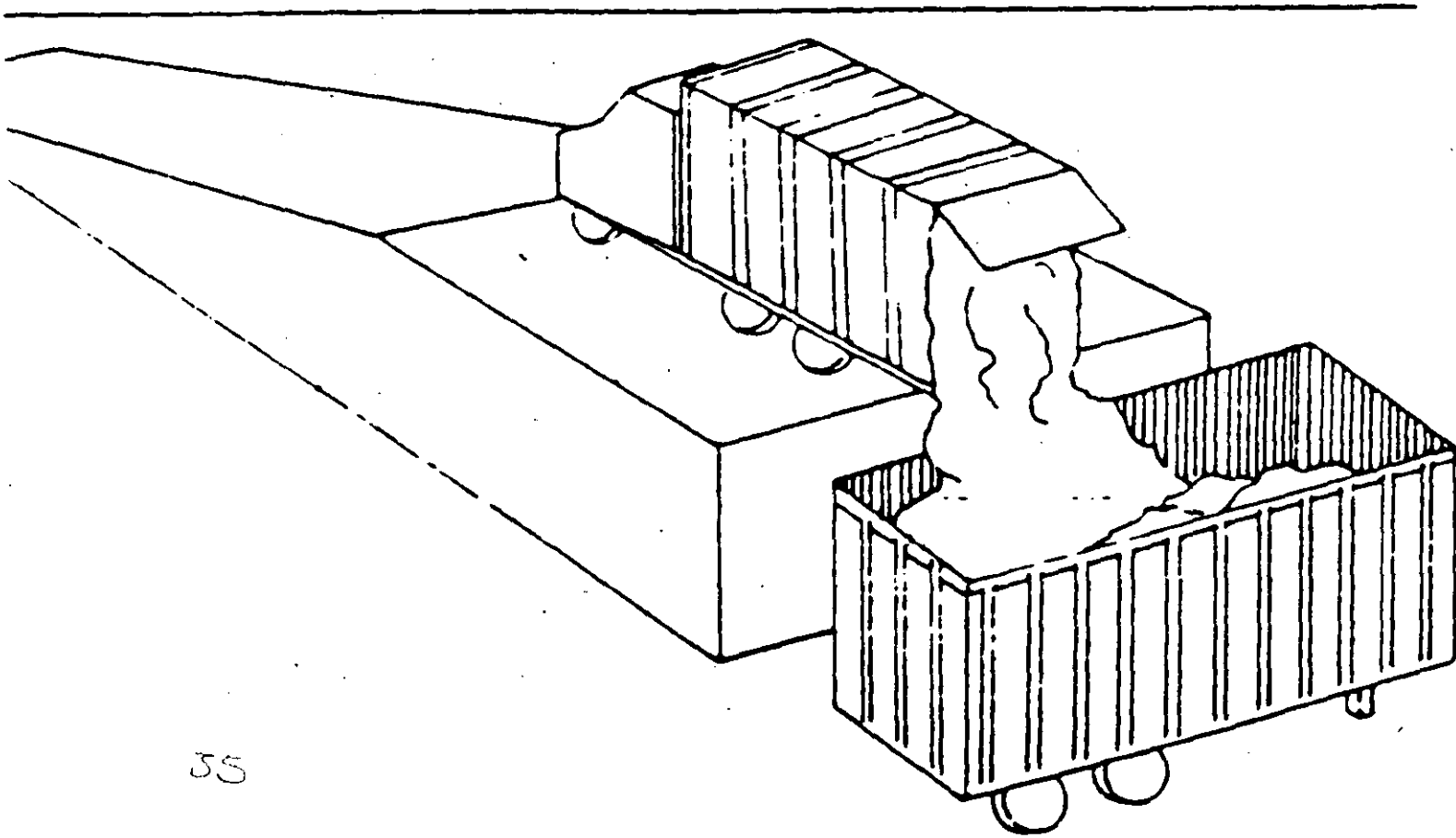
- EL COMPACTADOR SOLO PUEDE CARGAR DE UNA FORMA.
- EL SISTEMA REQUIERE VEHICULOS DE SOPORTE PARA EL MOVIMIENTO DE LAS CAJAS VACIAS Y LLENAS.
- NO TODOS LOS RESIDUOS SON ADMITIDOS EN EL SISTEMA DE COMPACTACION.

# DIRECT DUMP; CONTAINER

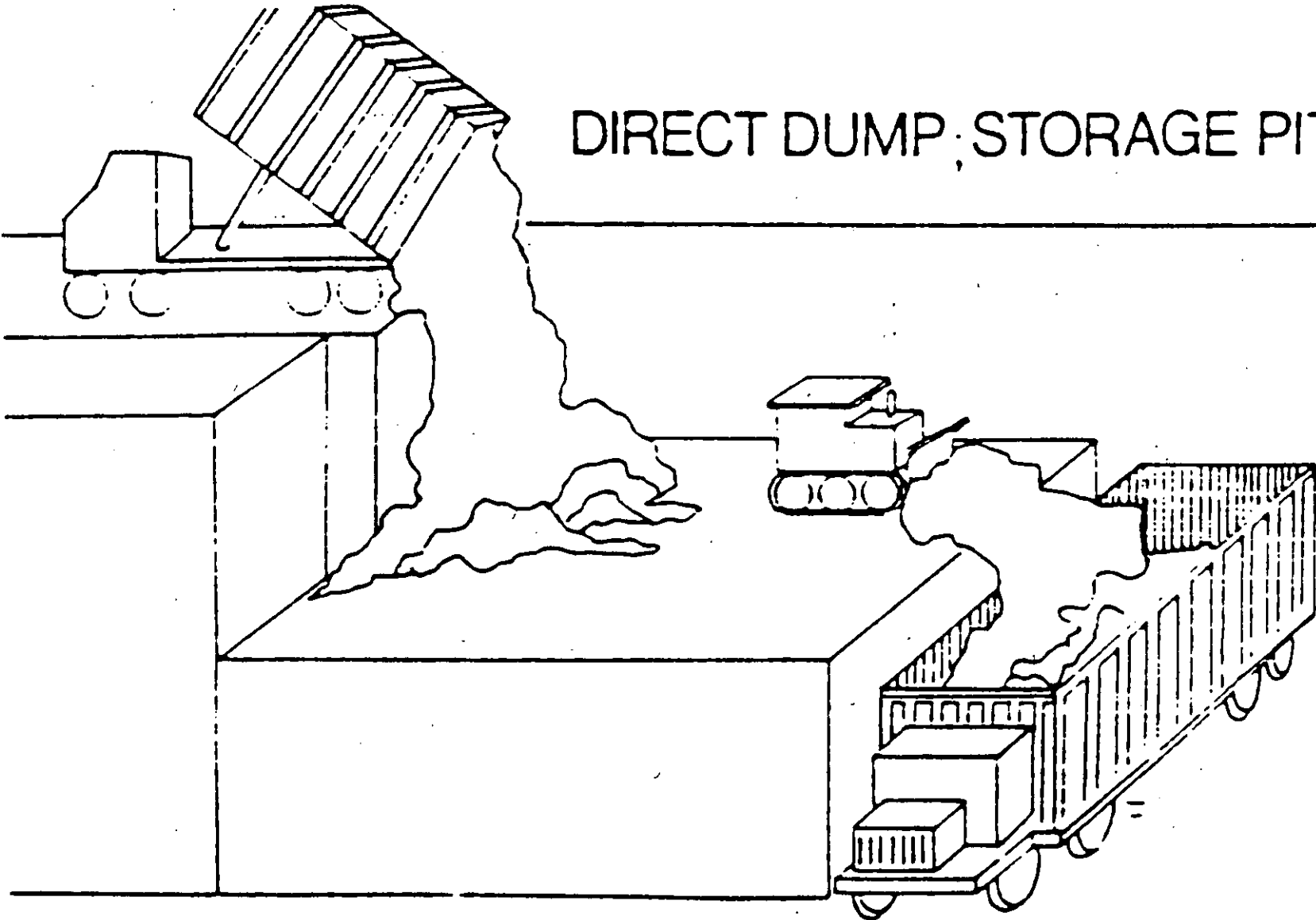


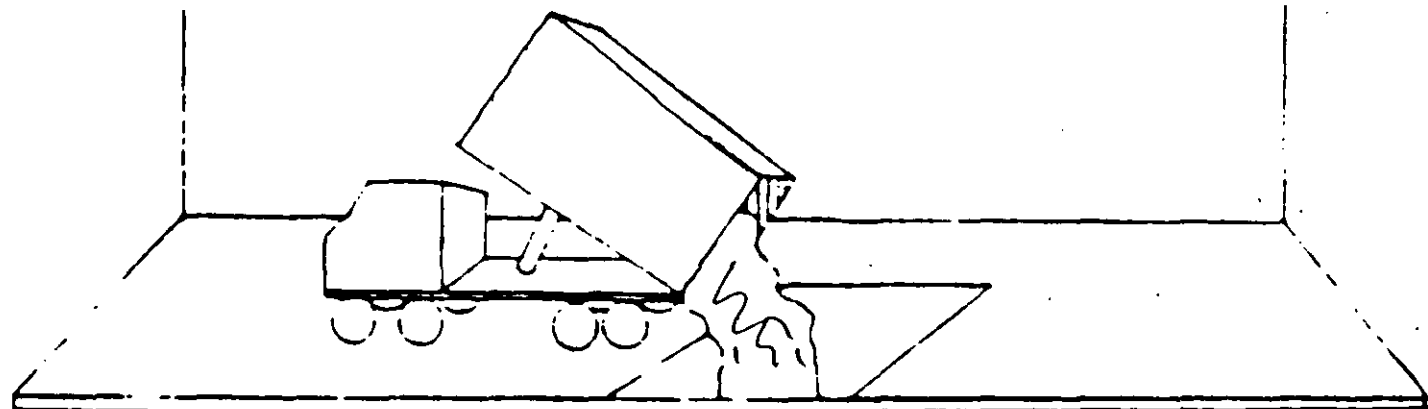


# DIRECT DUMP ; TRAILER

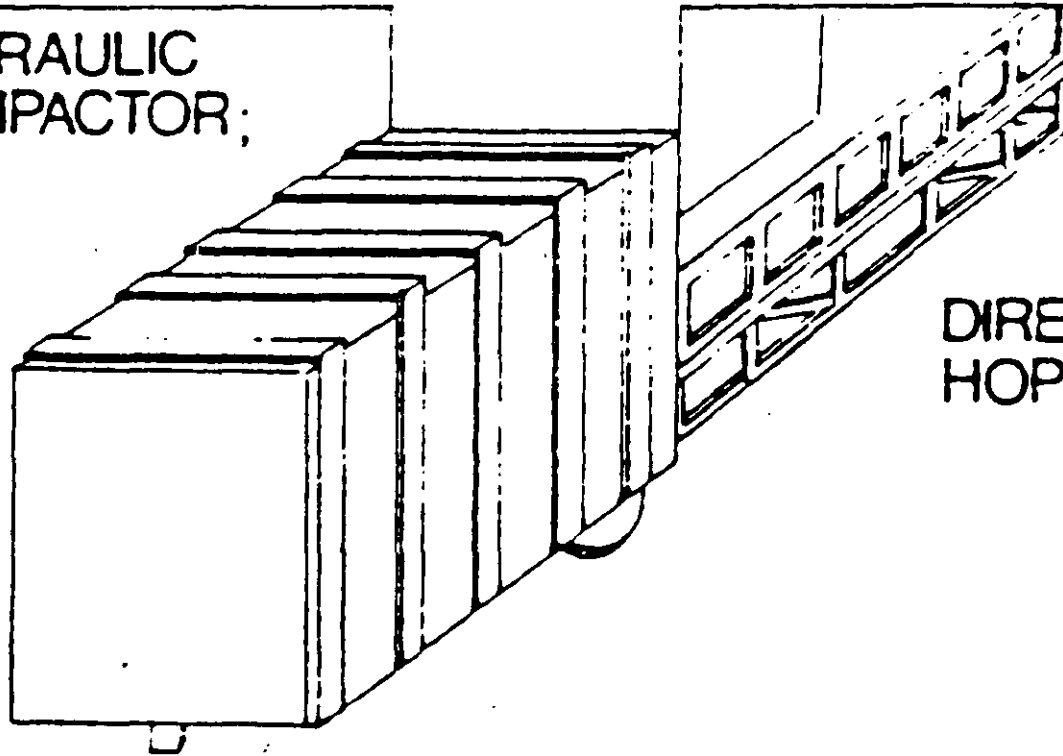


# DIRECT DUMP; STORAGE PIT

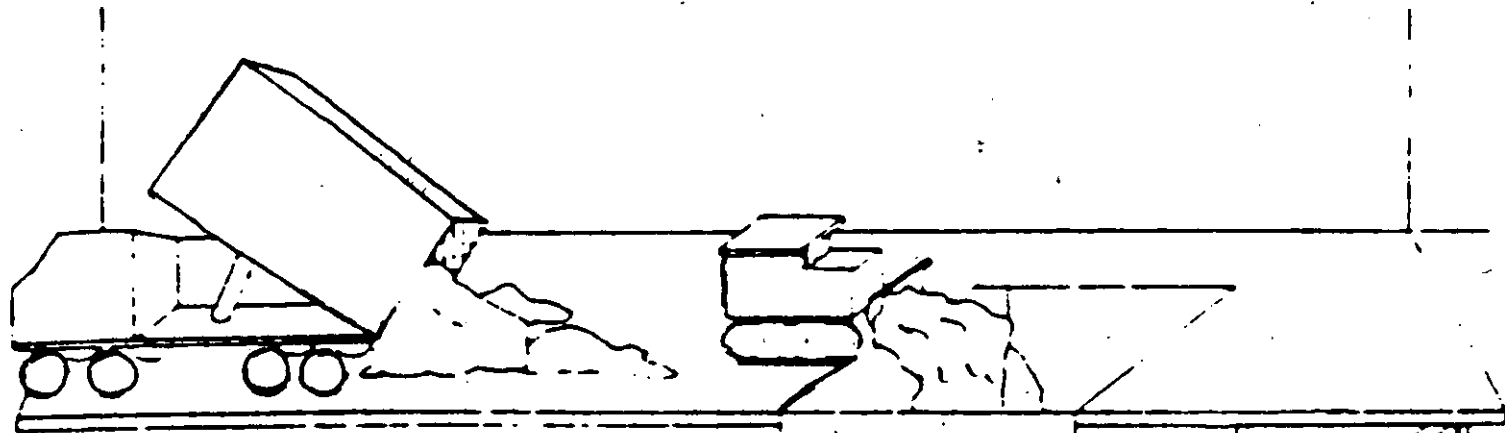




HYDRAULIC  
COMPACTOR;

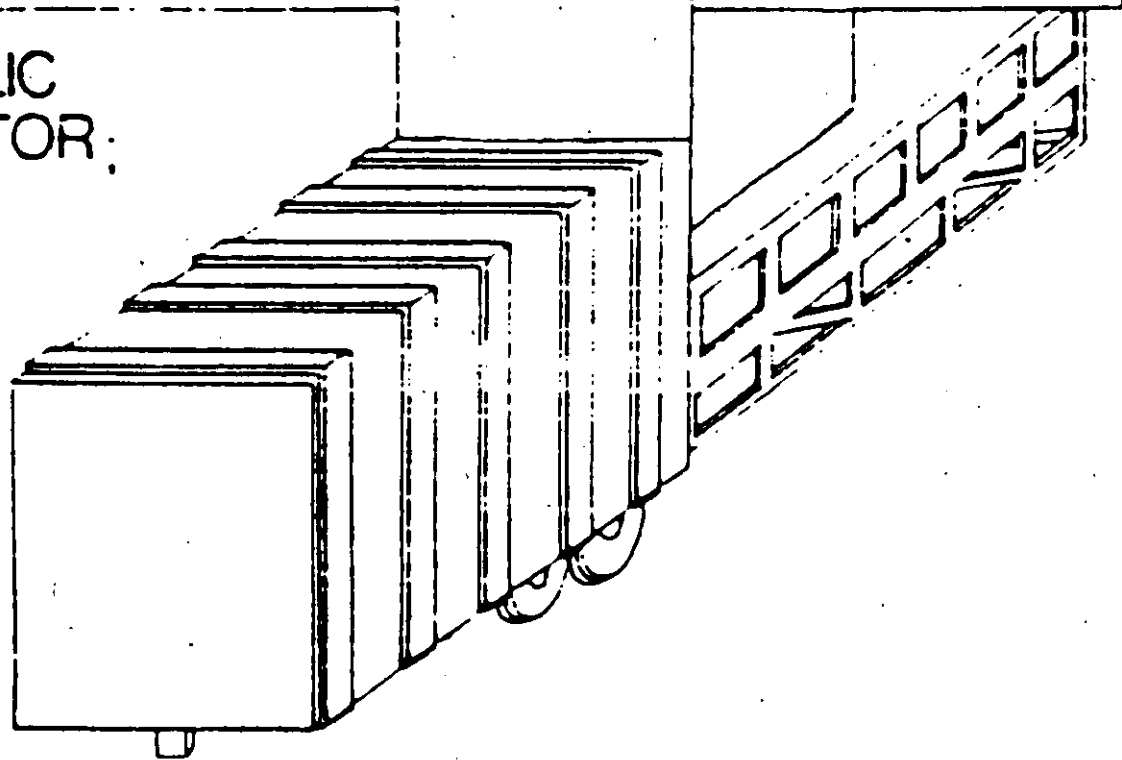


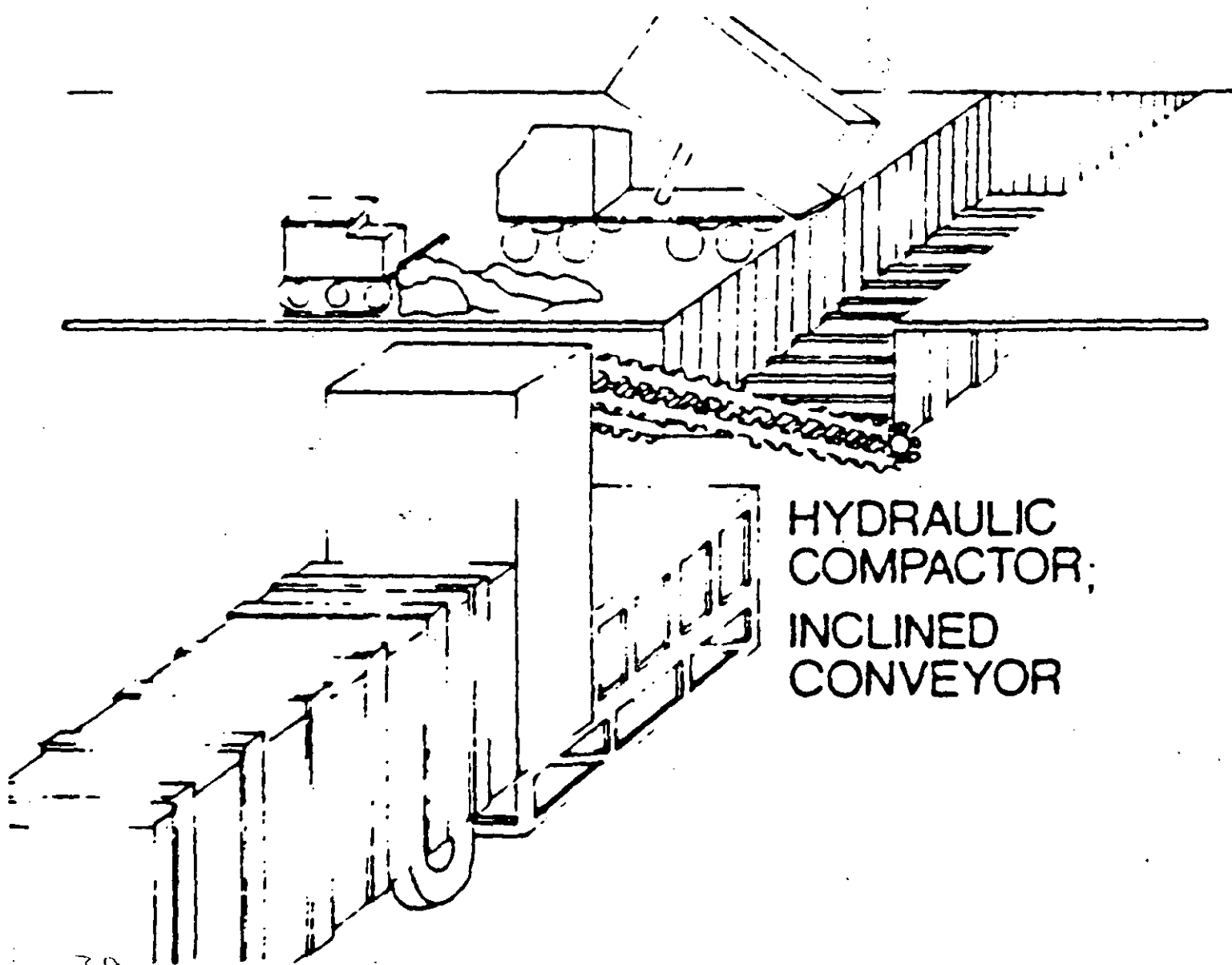
DIRECT TO  
HOPPER



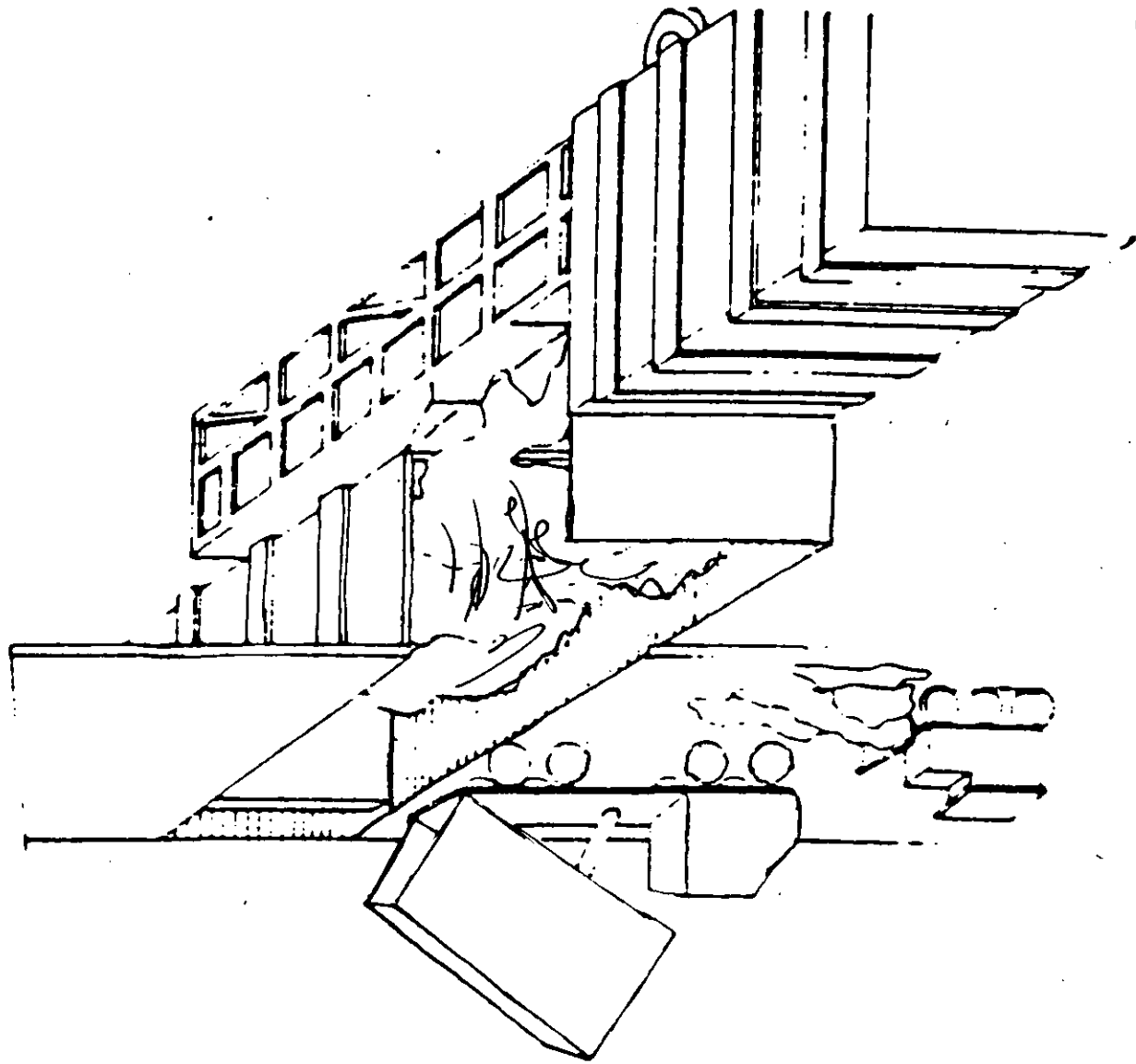
HYDRAULIC  
COMPACTOR:

TIPPING  
FLOOR





HYDRAULIC  
COMPACTOR;  
INCLINED  
CONVEYOR





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

**RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, BARRIDO Y TRANSPORTE  
DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**DATOS SOBRE TRATAMIENTO EN ALGUNAS  
CIUDADES**

**GUSTAVO SOLORIZANO**

**SEPTIEMBRE 1992**

CUADRO 3.9

Datos sobre Tratamiento en Algunas Ciudades

CIUDAD	TIPO DE TRATAMIENTO	TRATAMIENTO TON/DIA	INSTALADA Y EFICIENCIA	CALIDAD COMPOST PREC/TON	% RECICLADO (PESO)	FINANZAS
México	Transfer. Reciclaje Compost (Pilas)	200	500 40%	Muy Mala (No se vende)	11%	Subvencionada
Río	Transfer. Reciclaje Compost. (Pilas)	250	---	Buena 6.55\$/Ton.	4 A 6%	Subvencionada
Sao Paulo	Reciclaje Compost (Biodig)	200-300	400 (50 a 75%)	Buena 1.70\$/TON.	3 A 6%	Subvencionada
La Habana	Planta Alimento Cerdos	Rest. y Cafeterias Etc.	?	?	?	?



CUADRO 3.8

Tendencias del Tratamiento y la Disposición Final  
en Diversos Países y Regiones

País o Región	Tratamiento o Disposición Final (%)		
	Relleno Sanitario (o basurero)	Combustión	Compost
Estados Unidos	80	19	1
Inglaterra	10	-	1
Japón	30	70	2
Alemania	70	30	3
Francia	55	40	9
Suiza	20	80	1
Suecia	40	55	5
España	80	15	5
América Latina	98	1	1

De las plantas de cómpost de América Latina se dispone de poca información detallada, pero se tiene conocimiento de lo siguiente:

Acapulco, MEX	Se compró una planta y nunca se instaló quedando la maquinaria abandonada.
Guadalajara, MEX	160 t/turno funcionó 15 años (cerrada).
Monterrey, MEX	160 t/turno funcionó 15 años (cerrada).
Oaxaca, MEX	80 t/turno, en funcionamiento.
San Salvador, ELS	Cerrada desde hace más de 20 años.
Venezuela	Se adquirió una planta y nunca funcionó.

CUADRO 3.6

Datos sobre Transferencia en Algunas Ciudades

CIUDAD	TIPO Y NUMERO	TON. POR DIA	UNIDADES	PERS.	CAMIO- NES	COSTO POR TON. EUAS
México D.F. (11'HAB.)	Directas Sin almacen 7	3,000 (30%)	Compactadoras 60M Sin compactar, Con Piso móvil	260	50	3.50
Río de Janeiro Brasil (5'HAB.)	Con comp. 2 Som comp. 4	3,000 (65%)	40 A 70M <sup>3</sup> Con y Sin compactación	100	53 (Cajas)	4.00
Lima Perú (6'Hab.)	Directas y Con comp. Estacionaria	500 20%	60 M <sup>3</sup> SIN	-	12 Compactación	-
Caracas Venezuela (3.5'HAB.)	Directa	1600	2 x 24 m <sup>3</sup>	-	12	3.00
E.U.A. (Media)	Varias	-	60m <sup>3</sup>	-	-	3.00
Buenos Aires (12' HAB.)	Combinadas 3	3700 (45%)	60m <sup>3</sup>	220	43	-

CUADRO 3.5

Datos sobre Recolección en Algunas Ciudades

CIUDAD	ALMACENAMIENTO	CAMIONES	CUADRILLA	RENDI- MIENTO	FRE- CUEN- CIA	COSTOS US\$/ TON
La Habana Cuba (2'hab)	10% individual 90% comunal (contenedores)	200 (1/10000 hab)	1 con 6 (indiv) 1 con 3 (comun) 1 con 2 (cont)	3 min/100 m 1.5 min/100m 1.0 min/100m	6/7 6/7 3/7	10-12
México D.F. (11'hab)	individual sin norma	1500 (1/7300 hab)	1 con 2	4 ton/pers.	6/7	15-20
Río de Janeiro* Brasil (5'hab)	individual normalizado	565 (1/10000 hab)	1 con 4	3.3 ton/pers.	3/7	15-20
Carácas Venezuela (4'hab)	individual normalizado	350 (1/100000 hab)	1 con 2	4.5 ton/pers.	2/7	11-15
San José (Costa Rica) (0.25'hab)	70% bolsa plástico	35 (1/7000)	1 con 3	3-5 ton/pers (6.5hrs)	6/7	12 (sin capital)
E.U.A. (media)	individual normalizado	----- (1/4000 hab)	1 con 0 1 con 1	5-8 ton/pers	1/7 2/7	25-75

\* Estudios recientes del Banco Mundial reportan costos más altos.

I

CUADRO 3.4

Datos sobre Barrido en Algunas Ciudades

CIUDAD	TIPO DE BARRIDO	NUMERO DE BARRENDE-ROS Y B. MECANICAS	HAB. (MI-LLO-NES)	INDICADOR BARR/1000 HAB. MEC/MILLON	COBERTURA CALLES PAV.	RENDIMIENTO KM/BARR TURNO
La Habana, Cuba	Manual	1120	2.0	0.56	95%	1.96*
México D.F.	Manual 50% Mecánico 50%	5000 250	11.0 23	0.45 23	10000 10000 km.	2.00 40.00
Rio de Janeiro, Brasil	Manual Mecánico	10000 10	6 -	2* .2	100%	1.72 30
Managua (1980)	Manual		0.580			1.6
Guatemala	Manual Mecánico	170 2	1.300 4	0.13 --	60% 4%	1.24 35
Caracas, Venezuela	Manual Mecánico	2800 30	3.500	0.30 8.6	4200 kms. 1100 km.	1.7 40-50

CUADRO 3.2

Generación per Cápita en Algunos Países y Ciudades

PAISES			CIUDADES		
Canadá	1.900	k/h/d	México D.F.	0.900	k/h/d
E.U.A.	1.500	"	Río de Janeiro	0.900	"
Holanda	1.300	"	Buenos Aires	0.800	"
Suiza	1.200	"	San José	0.740	"
Japón	1.000	"	San Salvador	0.680	"
Europa(otros)	0.900	"	Tegucigalpa	0.520	"
India	0.400	"	Lima	0.500	"

CUADRO 3.3

Composición de los residuos (% en peso) en diversos países

País	Suecia	EUA	Japón	Europa	México	El Salv.	Perú	India
PNB/cap.(relativo)*	54	51	39	40	9	3	5	1
H2O (%)	-	25	-	30	45	-	50	50
Cartón y Papel	44.0	36.0	40.0	30.0	20.0	18.0	10.0	2.0
Metales	7.0	9.2	2.5	5.0	3.2	0.8	2.1	0.1
Vidrio	5.0	9.8	1.0	7.0	8.2	0.8	1.3	0.2
Textiles	-	2.1	-	3.0	4.2	4.2	1.4	3.0
Plásticos	10.0	7.2	7.0	6.0	3.8	6.1	3.2	1.0
Orgánicos	-	26.0	-	30.0	50.0	43.0	50.0	75.0
Otros	34.0	9.7	49.5	19.0	10.6	27.1	32.0	18.7

\* Producto nacional bruto per cápita relativo al de la India.

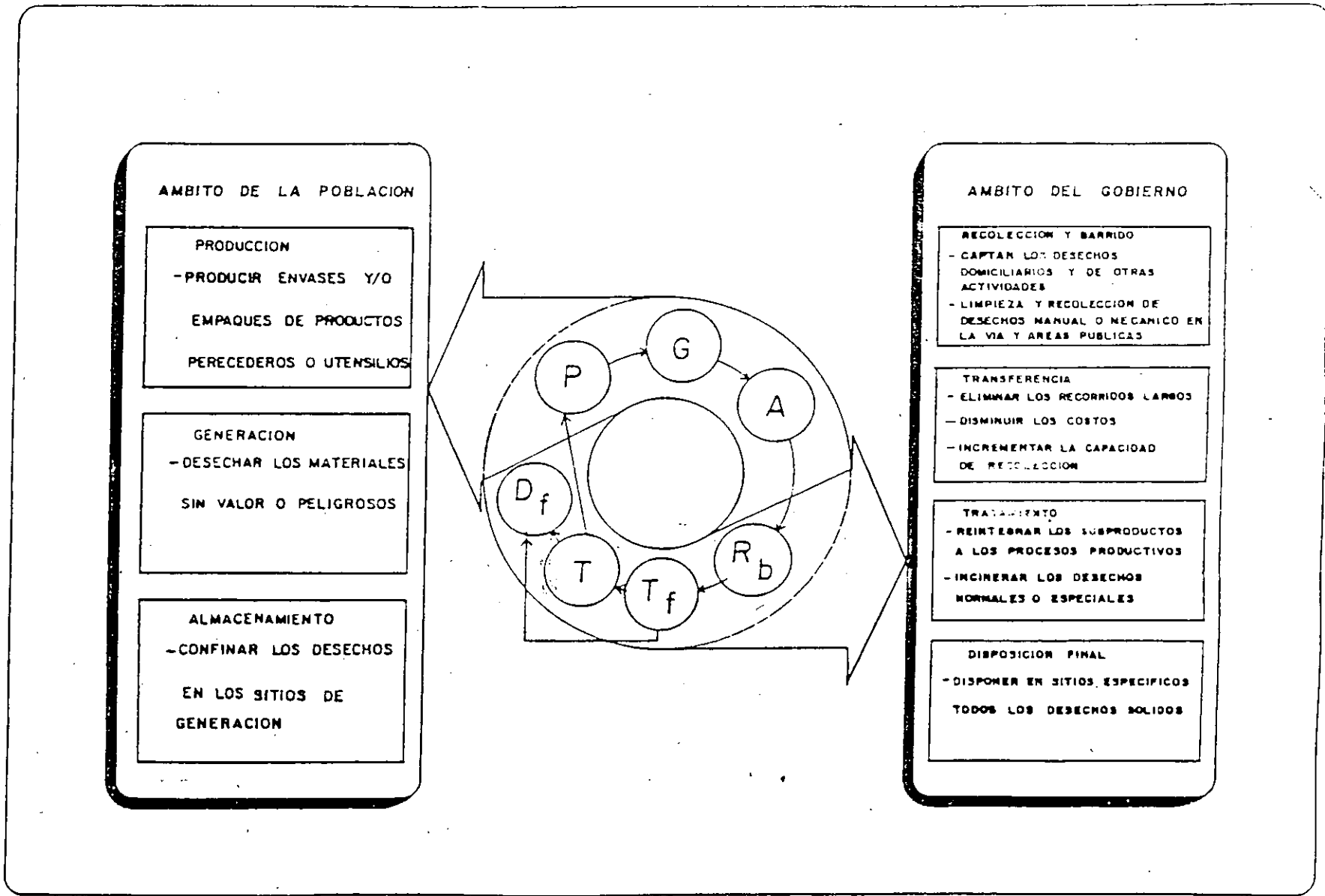
CUADRO 3.1 COBERTURAS DE RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS  
EN ALGUNAS CIUDADES DE LA REGION CON MAS DE UN MILLON DE HABITANTES

CIUDAD	HAB EN MILLONES	BASURA ton/dia	COBERTURA RECOLEC %	COBERTURA DE RELLENO SANIT(1)			TIPO DE INSTITUC RESPONS	SERVICIO PROPIO O CONTRAT	INGRESO/ COSTO (2)	NUMERO DE EMPLEADOS	EMPLEADOS POR 1000 HABITANTES	TONELADAS POR EMPLEADO
				BUENO	REGULAR	MALO						
A M MEXICO	20.0	15000	80	20	40	40	MUNICIPAL	MUNICIPAL	MAL(0%)	17000	0.85	0.85
A M SAO PAULO	16.0	10000	90	65	10	25	MUNICIPAL	PRIVADO	BIEN			
A M B AIRES	13.0	8000	96	100	0	0	- E.M.A.	MIXTO	BIEN			
A M LIMA	6.0	3500	60	60	10	30	- E.M.A.	MUNICIPAL	MAL(25%)			
A M RIO DE J SANTIAGO	5.0	5000	95	0	100	0	- E.M.A.	MUNICIPAL	REG	12000	2.40	0.42
CARACAS	4.3	4000	95	0	100	0	- E.M.A.	PRIVADO	MAL(15%)	7500	1.74	0.53
LA HABANA	2.0	1400	100	0	100	0	- E.M.A.	MUNICIPAL	S/D	1800	0.90	0.78
STO DOMINGO	2.0	1250	78	0	0	100	MUNICIPAL	MUNICIPAL	MAL(20%)			
MEDELLIN	1.6	750	95	100	0	0	MUNICIPAL	MUNICIPAL	B(100%)	750	0.47	1.00
MONTEVIDEO	1.3	900	95	0	0	100	- E.M.A.	MUNICIPAL	S/D			
QUITO	1.3	900	70	0	0	100	MUNICIPAL	MUNICIPAL	MAL(13%)	750	0.58	1.20
GUATEMALA	1.3	940	66	0	0	100	MUNICIPAL	PRIV(1)	BIEN			
LA PAZ	1.0	600	50	50	50	0	MUNICIPAL	MUNICIPAL	REG	900	0.90	0.67
SAN JOSE	1.0	800	80	100	0	0	MUNICIPAL	MUNICIPAL	BIEN			
MANAGUA	1.0	600	70	0	0	100	MUNICIPAL	MUNICIPAL	S/D			
SAN SALVADOR	1.0	650	70	0	70	30	MUNICIPAL	MUNICIPAL	REG(60%)	1150	1.15	0.57
SUMA	83	57490								41850	8.99	6.04
PROM DIRECT			82	35	28	37					1.12	0.76
PROM PESADO			0	0	0	0						

(1) BUENO= RELLENO SANITARIO, REGULAR = RELLENO CONTROLADO, MALO= BASURERO A CIELO ABIERTO

(2) MAL: C/B<33%, REG: C/B<65%, BIEN C/B>66%

# EL CICLO DE LOS DESECHOS SOLIDOS



20

CUADRO 3.10

Esquemas Organizacionales Típicos en la Región

ORGANIZACION	DIRECTO CUERPO DIRECTIVO	EJECUTIVO	AREA DE RESPONSABILIDAD	EJECUCIÓN DE LA OPERACIÓN	EJEMPLOS
Municipal (un solo Municipio)	Alcalde	Jefe Aseo	Servicio Total	Directo Contratado ó Mixto	Casi todas las ciudades: Quito, La Paz etc.
Intermunicipal Metropolitano	Junta de Alcaldes o sus representantes	Jefe Aseo Distrito Central	1) Serv.Total 2) Solo Transf. y disp.final	Idem	San José México D.F.
Empresa Municipal	Alcalde y Cabildo	Gerente Nombrado	Servicio Total	Idem	Rio de Janeiro, Buenos Aires, Santa Cruz
Parte Empresas Varias Municip.	-	Gerente	Servicio Total	Idem	Varias ciudades de Colombia
Empresa Intermunicipal	Junta de Alcaldes o de algunos de ellos	Gerente	1) Serv. Total 2) Solo Transf. y Disp. Final	Idem	Monterrey Lima
Instituto o Similar	Ministro	Director	1) Serv.Total 2) Solo Transf. y Disp. Final	Idem	Caracas Panamá
Municipal Metropolitano	Independiente cada municip. ó Coordinado por Comité Inter-institucional	Jefes de Aseo Jefes de Aseo	Total, c/u su Jurisdicc. ó Se coordina, Transf. y Disp. Final	Idem	San Salvador Santiago Sao Paulo



CUADRO 3.7

Datos sobre Rellenos Sanitarios Algunas Ciudades

CIUDAD	CALIDAD DEL RELLENO (METODO)	PROPORCION RELLENADA LO RECOLECTADO	TON/DIA RELLENO	NUMERO RELLENO	VENTILAN BIOGAS	APROVECHAN BIOGAS	\$/TON
México D.F.	Bueno (Area)	35%	3500	1	Si	No	1.50
Lima Perú	Bueno (Trinchera)	70%	2400	4	No	No	2.50
Río de Janeiro	Regular (Area)	100%	5000	4	Si	Si	0.85
Sao Paulo	Muy Bueno (Area)	70%	6000	2	Si	No	?
Santiago	Muy Bueno	100%	3200	3	Si	Si	1.00 a 2.50
La Habana	?	80%	1500	2	?	No	?
Caracas	Regular	100%	3400	2	Si	No	
San José	Bueno	100%	500	1	-	No	2.90