

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
**MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES**  
Del 16 al 20 de mayo de 1994.

FECHA	HORARIO	TEMA	PROFESOR
Lunes 16	9:00 a 10:00 hrs. 10:00 a 12:00 hrs.	Introducción Indicadores sobre los sistemas de aseo urbano. Importancia del manejo de los residuos sólidos, dentro de los servicios públicos.	M.C. Constantino Gtz. P. M.I. Gustavo Solórzano O.
	12:00 a 13:30 hrs. 13:30 a 15:00 hrs.	Marco Legal Clasificación de fuentes de generación y otros parámetros básicos de importancia para el control de ellos.	Dra. Sylvie J. Turpin Marion
Martes 17	9:00 a 10:00 hrs.	Problemática del manejo de los residuos sólidos municipales, residuos especiales y residuos hospitalarios.	M.I. Jorge Sánchez Gómez
	10:30 a 12:00 hrs.	Sistemas de almacenamiento y manejo de los residuos en las fuentes generadoras.	M.I. Arturo Dávila Villarreal
	12:00 a 13:30 hrs.	Sistemas de recolección de residuos sólidos Frecuencia y métodos de recolección. Selección y revisión de equipos.	M.I. Felipe López Sánchez
	13:30 a 15:00 hrs.	Sistemas de recolección de residuos sólidos Macroruteo, Microruteo.	M.I. Jorge Sánchez Gómez
Miércoles 18	9:00 a 10:30 hrs.	Sistema de barrido y limpieza de la vía pública. Barrido manual, barrido mecánico transferencia del material de barrido.	M.I. Arturo Dávila Villarreal
	10:30 a 13:30 hrs. 13:30 a 15:00 hrs.	Sistemas de transferencia de residuos sólidos Recomendaciones para instrumentar programas que aseguren un mejor control en el manejo, tratamiento y confinamiento de residuos hospitalarios especiales.	M.I. Jorge Sánchez Gómez M.I. Jorge Sánchez Gómez Biol. Gabriela Solís
	9:00 a 10:30 hrs. 10:30 a 12:00 hrs. 12:00 a 13:30 hrs.	Reciclaje de Residuos Sólidos Impacto ambiental en los sistemas de manejo Monitoreo ambiental en los sistemas de manejo de los residuos.	Ing. Ricardo Estrada Núñez Ing. Paula Noreña Franco Ing. Inés Semadèni Mora
Jueves 19	13:30 a 15:00 hrs.	Sistemas de manejo en residuos y formulación de parámetros de diseño.	Ing. Ricardo Estrada Núñez

Vienes 20

9;00 a 10;30 hrs.

Análisis y evaluación de costos en los sistemas de manejo de los residuos.

M.I. Jorge Sánchez Gómez

10;30 a 12;00 hrs.

Desarrollo institucional en los sistemas de manejo de residuos sólidos municipales.

Lic. Felipe de J. Barrera L.

12;00 a 14;00 hrs.

Experiencias sobre participación ciudadana.

Lic. Rosalba Cruz Jiménez

14;00 a 15;00 hrs.

Conclusiones.

Lic. Felipe de J. Barrera L.

DIRECTORIO DE PROFESORES.

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES HOSPITALARIOS  
Y ESPECIALES.

DEL. 16 AL 20 DE MAYO DE 1994.


- 1.- ING. FELIPE DE JESUS BARRERA LOZANO  
JEFE DE RECURSOS HUMANOS  
ESTUDIOS AMERICA S.A. DE C.V.  
Y CONSULTOR EXTERNO DE EMPRESAS PARTICULARES  
CALZADA DE TLALPAN No. 2818  
C.P. 04840
  
- 2.- ING. RICARDO ESTRADA NUÑEZ  
SUBDIRECTOR  
DE SISTEMAS DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS  
DIRECCION TEC. DE DESECHOS SOLIDOS  
SAN ANTONIO ABAD No. 122 PISO 6  
COL. TRANSITO  
C.P. 06820  
MEXICO D.F.
  
- 3.- ING. FELIPE LOPEZ SANCHEZ  
SUBDIRECTOR TECNICO  
DIRECCION DE DESECHOS SOLIDOS  
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
SAN ANTONIO ABAD No. 122 PISO 6  
COL. TRANSITO  
C.P. 06820  
MEXICO D.F.
  
- 4.- ING. JORGE SANCHEZ GOMEZ  
DIRECTOR TECNICO  
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS URBANOS  
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
SAN ANTONIO ABAD No. 122 PISO 6  
COL. TRANSITO  
C.P. 06820  
MEXICO D.F.
  
- 5.- ING. ARTURO DAVILA VILLAREAL  
DIRECTOR GENERAL  
PROCESA. INGENIERIA Y ECOLOGIA S.A. DE C.V.  
RANCHO SECO No. 127  
FRACC. SANTA CECILIA  
C.P. 04930  
MEXICO D.F.

- 6.- M EN C. CONSTANTINO GUTIERREZ PALACIOS  
COORDINADOR DE PROYECTOS DE INGENIERIA  
HIDRAULICA Y SANITARIA  
FONATUR  
• INSURGENTES SUR No. 800 PISO 8  
COL. DEL VALLE  
C.P. 03100  
MEXICO D.F.
  
- 7.- ING. PAULA NOREÑA FRANCO  
JEFE DE AREA  
DE RESIDUOS SOLIDOS Y AUDITORIA AMBIENTAL  
TECNOLOGIA, ECOLOGIA Y AMBIENTE S.A. DE C.V.  
ARENAL No. 37  
COL. CHIMALISTAC  
C.P. 01070  
MEXICO D.F.
  
- 8.- ING. GUSTAVO SOLORZANO OCHOA  
DIRECTOR DE INGENIERIA AMBIENTAL  
TECNOLOGIA, ECOLOGIA Y AMBIENTAL S.A. DE C.V.  
ARENAL No. 37  
COL. CHIMALISTAC  
C.P. 01070  
MEXICO D.F.
  
- 9.- DRA. SYLVIE TURPIN MARION  
PROFESOR INVESTIGADOR  
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA  
( ATZCAPOZALCO )  
SAN PABLO No. 180  
COL. REYNOSA TAMAULIPAS  
C.P. 02200  
MEXICO D.F.
  
- 10.- LIC. ROSALBA CRUZ JIMENEZ
  
  
- 11.- FELIPE DE J. BARRERA L.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
**MANEJO TRANSFERENCIA RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS, MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES**

Del 16 al 20 de mayo de 1994  
DIRECTORIO DE ASISTENTES

1. Biól. Mayra Amelio Esparza  
Coord. del área de aguas residuales  
Pemex Refinación  
Lago Nargis 34  
Col. Granada  
11520 México, D.F.  
Tel. 250 85 31/32
2. Ing. Salvador Acevedo Márquez  
Profesor Asoc. "C" T.C. Def.  
ENEP, Acatlán  
Av. Aclanfores y Camino a San Juan Totoltepec  
Col. Santa Cruz Acatlán  
Naucalpan, Edo. de México.  
Tel. 623 17 68
3. Graciano Aguilar Cortes  
Lider de proyecto  
Centro de Ing. y Des. Industrial  
Playa Pie de la Cuesta 702  
Col. Des. San Pablo  
76130 Querétaro, Qro.  
Tel. 20 64 69
4. Enrique César Valdéz
5. Erick Gómez Gaytán  
Coord. de profesiones dictaminador  
Inst. Nacional de Ecología  
Rio Elba 20  
Col. Cuauhtémoc  
05600 México, D.F.  
Tel. 553 12 35
6. Dr. Hernán Cavayos Hermosillo  
Catedrático investigador  
Univ. Autónoma de Cd. Juárez  
Av. del Charro 610 Norte  
Cd. Juárez Chihuahua  
Tel. 17 57 58
7. Lourdes Mora Munguia  
Analista  
Sria. de Desarrollo Urb. y Ecología  
Km. 5.5 Recta Puebla-Cholula  
Puebla, Cholula  
Tel. 47 25 67
8. Biól. Víctor Madrigal Alonso  
Jefe de control de fauna nociva  
I.S.S.S.T.E  
Av. San Fernando 547  
14070 México, D.F.  
Tel. 606 90 34
9. Filemón Muciño García  
Gerente  
F.M. Constructores, S.A.  
Carr. México-Toluca 3084  
Col. El Molino  
05720 México, D.F.  
Tel. 570 88 91
10. Gilberto Emilio Reyes Tableros  
Prof. Asig. A  
UNAM, E.N.P. 7  
Calz. La Viga 54  
Col. Merced Balbuena  
Del. V. Carranza, México, D.F.  
Tel. 687 68 86
11. Fenando Rodríguez Garibay  
Jefe de Departamento  
I.S.S.S.T.E.  
San Fernando 547  
Col. Toriello Guerra  
Tel. 606 90 34
12. Alba B. Vázquez González

  
 DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
 CURSOS ABIERTOS  
**MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
 HOSPITALARIOS Y ESPECIALES**  
 Del 16 al 20 de mayo de 1994.

F E C H A	H O R A R I O	T E M A	P R O F E S O R
Lunes 16	9:00 a 10:00 hrs.	Introducción	M.C. Constantino Gtz. P. M.I. Gustavo Solorzano O.
	10:00 a 12:00 hrs.	Indicadores sobre los sistemas de aseo urbano. Importancia del manejo de los residuos sólidos, dentro de los servicios públicos.	
	12:00 a 13:30 hrs.	Marco Legal	
	13:30 a 15:00 hrs.	Clasificación de fuentes de generación y otros parámetros básicos de importancia para el control de ellos.	
Martes 17	9:00 a 10:00 hrs.	Problemática del manejo de los residuos sólidos municipales, residuos especiales y residuos hospitalarios.	M.I. Jorge Sánchez Gómez
	10:30 a 12:00 hrs.	Sistemas de almacenamiento y manejo de los residuos en las fuentes generadoras.	M.I. Arturo Dávila Villarreal
	12:00 a 13:30 hrs.	Sistemas de recolección de residuos sólidos Frecuencia y métodos de recolección. Selección y revisión de equipos.	M.I. Felipe López Sánchez
	13:30 a 15:00 hrs.	Sistemas de recolección de residuos sólidos Macroruteo, Microruteo.	M.I. Jorge Sánchez Gómez
Miércoles 18	9:00 a 10:30 hrs.	Sistema de barrido y limpieza de la vía pública. Barrido manual, barrido mecánico transferencia del material de barrido.	M.I. Arturo Dávila Villarreal
	10:30 a 13:30 hrs.	Sistemas de transferencia de residuos sólidos	M.I. Jorge Sánchez Gómez
	13:30 a 15:00 hrs.	Recomendaciones para instrumentar programas que aseguren un mejor control en el manejo, tratamiento y confinamiento de residuos hospitalarios especiales.	M.I. Jorge Sánchez Gómez Biol. Gabriela Solís
Jueves 19	9:00 a 10:30 hrs.	Reciclaje de Residuos Sólidos	Ing. Ricardo Estrada Núñez Ing. Paula Noreña Franco Ing. Inés Semadèni Mora Ing. Ricardo Estrada Núñez
	10:30 a 12:00 hrs.	Impacto ambiental en los sistemas de manejo	
	12:00 a 13:30 hrs.	Monitoreo ambiental en los sistemas de manejo de los residuos.	
	13:30 a 15:00 hrs.	Sistemas de manejo en residuos y formulación de parámetros de diseño.	

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

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

\* COMENTARIOS \*

Blank lined area for writing comments.



DIVISION DE EDUCACIÓN CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
**MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES**  
Del 16 al 20 de mayo de 1994.

FECHA	HORARIO	TEMA	PROFESOR
Lunes 16	9:00 a 10:00 hrs.	Introducción	M.C. Constantino Gtz. P.
	10:00 a 12:00 hrs.	Indicadores sobre los sistemas de aseo urbano. Importancia del manejo de los residuos sólidos, dentro de los servicios públicos.	M.I. Gustavo Solorzano O.
	12:00 a 13:30 hrs.	Marco Legal	
	13:30 a 15:00 hrs.	Clasificación de fuentes de generación y otros parámetros básicos de importancia para el control de ellos.	
Martes 17	9:00 a 10:00 hrs.	Problemática del manejo de los residuos sólidos municipales, residuos especiales y residuos hospitalarios.	M.I. Jorge Sánchez Gómez
	10:30 a 12:00 hrs.	Sistemas de almacenamiento y manejo de los residuos en las fuentes generadoras.	M.I. Arturo Dávila Villarreal
	12:00 a 13:30 hrs.	Sistemas de recolección de residuos sólidos Frecuencia y métodos de recolección. Selección y revisión de equipos.	M.I. Felipe López Sánchez
	13:30 a 15:00 hrs.	Sistemas de recolección de residuos sólidos Macroruteo, Microruteo.	M.I. Jorge Sánchez Gómez
Miércoles 18	9:00 a 10:30 hrs.	Sistema de barrido y limpieza de la vía pública. Barrido manual, barrido mecánico transferencia del material de barrido.	M.I. Arturo Dávila Villarreal
	10:30 a 13:30 hrs.	Sistemas de transferencia de residuos sólidos	M.I. Jorge Sánchez Gómez
	13:30 a 15:00 hrs.	Recomendaciones para instrumentar programas que aseguren un mejor control en el manejo, tratamiento y confinamiento de residuos hospitalarios especiales.	M.I. Jorge Sánchez Gómez Biol. Gabriela Solís
Jueves 19	9:00 a 10:30 hrs.	Reciclaje de Residuos Sólidos	Ing. Ricardo Estrada Núñez
	10:30 a 12:00 hrs.	Impacto ambiental en los sistemas de manejo	Ing. Paula Noreña Franco
	12:00 a 13:30 hrs.	Monitoreo ambiental en los sistemas de manejo de los residuos.	Ing. Inés Semadèni Mora
	13:30 a 15:00 hrs.	Sistemas de manejo en residuos y formulación de parámetros de diseño.	Ing. Ricardo Estrada Núñez



Vienes 20

9;00 a 10;30 hrs.

Análisis y evaluación de costos en los sistemas de manejo de los residuos.

M.I. Jorge Sánchez Gómez

10;30 a 12;00 hrs.

Desarrollo institucional en los sistemas de manejo de residuos sólidos municipales.

Lic. Felipe de J. Barrera L.

12;00 a 14;00 hrs.

Experiencias sobre participación ciudadana.

14;00 a 15;00 hrs.

Conclusiones.

CURSO: Manejo, transferencia y reciclaje de residuos sólidos municipales, hospitalarios y especiales.

FECHA: Del 16 al 20 de mayo de 1994.

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIO VISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
CONFERENCISTA						
1	M.en C. Constantino Gutiérrez P.					
2	M.I. Gustavo Solórzano Ochoa					
3	M. en I. Jorge Sánchez Gómez					
4	M. en I. Arturo Dávila Villarreal					
5	M. en I. Felipe López Sánchez					
6	Bióloga Gabriela Solís					
7	Ing. Ricardo Estrada Núñez					
8	Ing. Paula Noreña Franco					
9	Ing. Inés Samadeni Mora					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10						

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: Manejo, transferencia y reciclaje de residuos sólidos municipales, hospitalarios y especiales.

FECHA: Del 16 al 20 de mayo de 1994.

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
CONFERENCISTA						
10	Lic. Felipe de Jesús Barrera Lozano					
ESCALA DE EVALUACION : 1 a 10						

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

Manejo, transferencia y reciclaje de residuos sólidos municipales, hospitalarios y especiales

Del 16 al 20 de mayo de 1994.

T E M A		ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA
1	Introducción, indicadores sobre los sistemas de aseo urbano, importancia del manejo de los residuos sólidos dentro de los servicios públicos. Marco legal, Clasificación de fuentes de generación y otros parámetros básicos de importancia para el control de ellos.				
2	Problemática del manejo de los residuos sólidos municipales, residuos especiales y residuos hospitalarios. Sistemas de almacenamiento y manejo de los residuos en las fuentes generadoras, Sistemas de recolección de residuos sólidos. Frecuencia y métodos de recolección. Selección y revisión de equipos. Sistemas de recolección de residuos sólidos. Macriruteo Microruteo.				
3	Sistema de barrido y limpieza de la vía pública. Barrido manual, barrido mecánico transferencia del material de barrido. Sistemas de transferencia de residuos sólidos. Recomendaciones para instrumentar programas que aseguren un mejor control en el manejo, tratamiento y confinamiento de residuos hospitalarios especiales.				
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10					

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

Manejo, transferencia y reciclaje de residuos sólidos municipales, hospitalarios y especiales.

Del 16 al 20 de mayo de 1994.

T E M A		ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA
4	Reciclaje de residuos sólidos. Impacto ambiental en los sistemas de manejo. <u>Monitoreo ambiental en los sistemas de manejo de los residuos.</u> Sistemas de manejo en residuos y formulación de parámetros de diseño.				
5	Análisis y evaluación de costos en los sistemas de manejo de los residuos. Desarrollo institucional en los sistemas de manejo de los residuos sólidos municipales. Experiencias sobre participación ciudadana. Conclusiones.				
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10					

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

CARTELERA UNAM "LOS  
UNIVERSITARIOS HOY"

GACETA  
UNAM

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

AUTOMOVIL  
PARTICULAR

OTRO MEDIO

OTRO MEDIO

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

---

---

---

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

6.- ¿Qué periódico lee con mayor frecuencia?

---

---

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

---

---

---

8.- La coordinación académica fué:

EXCELENTE

BUENA

REGULAR

MALA

9.- 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 COMIDA)

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

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

---

---

---

11.- Otras sugerencias:

---

---

---







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

**CURSOS ABIERTOS.**

**MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICI  
PALES, HOSPITALARIOS Y ESPECIALES. 1994.**

**CLASIFICACION DE FUENTES DE GENERACION.**

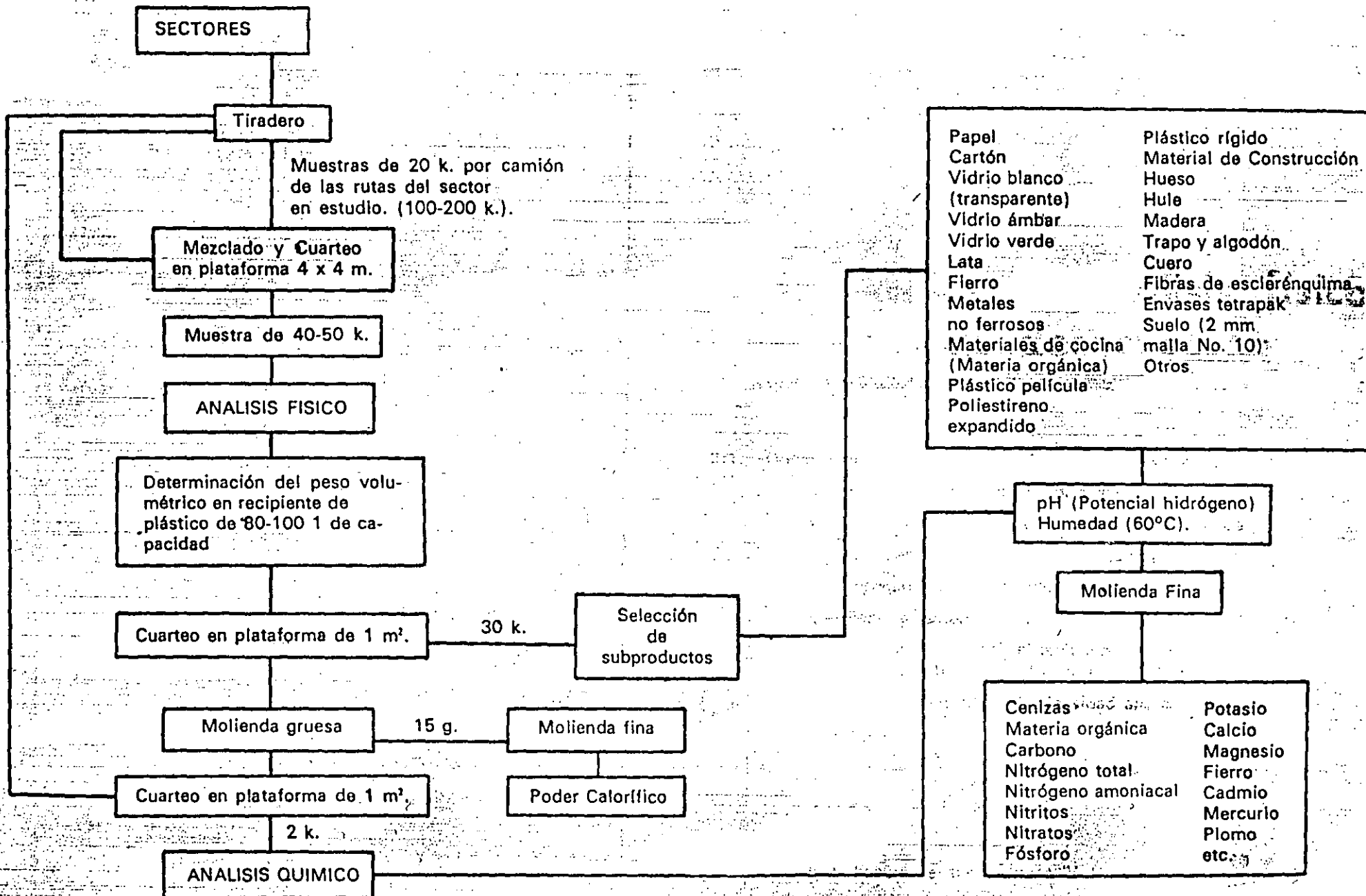
**DRA. SYLVIE J. TURPIN MARION.**

# 4. CARACTERIZACION FISICA Y QUIMICA

## NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

No. de Referencia	Título de la Norma
1	NOM-AA-91-1984 Terminología
2	NOM-AA-61-1985 Generación
3	NOM-AA-15-1985 Muestreo-método de cuarteo
4	NOM-AA-19-1985 Peso volumétrico "in-situ"
5	NOM-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos
6	NOM-AA-52-1985 Preparación de muestras en laboratorio para su análisis
7	NOM-AA-16-1984 Determinación de humedad
8	NOM-AA-25-1984 Determinación del pH
9	NOM-AA-18-1984 Determinación de cenizas
10	NOM-AA-21-1985 Determinación de materia orgánica
11	NOM-AA-24-1984 Determinación de nitrógeno total
12	NOM-AA-67-1985 Determinación de la relación C/N
13	NOM-AA-68-1986 Determinación del hidrógeno
14	NOM-AA-80-1986 Determinación del % de O en materia orgánica
15	NOM-AA-32-1976 Determinación de fósforo total
16	NOM-AA-94-1985 Determinación de fósforo total
17	NOM-AA-33-1985 Determinación de poder calorífico superior
18	NOM-AA-31-1976 Determinación de azufre
19	NOM-AA-92-1984 Determinación de azufre
20	NOM-B-231-1982 Cribas de laboratorio

# MUESTREO Y ANALISIS DE DESECHOS SOLIDOS



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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA FI UNAM MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE RESIDUOS  
SOLIDOS MUNICIPALES, HOSPITALARIOS Y ESPECIALES  
16 AL 20 DE MAYO DE 1994.**

FECHA	HORARIO	TEMA	PROFESOR
LUNES 16	9:00 a 10:00	INTRODUCCION	M. en C. CONSTANTINO GUTIERREZ PALACIOS
	10:00 a 12:00	INDICADORES SOBRE LOS SISTEMAS DE ASEO URBANO	M. en I. GUSTAVO SOLORZANO OCHOA
	12:00 a 13:30	MARCO LEGAL	M. en I. GUSTAVO SOLORZANO OCHOA
	13:30 a 15:00	CLASIFICACION DE FUENTES DE GENERACION DE RESIDUOS, TASAS DE GENERACION Y OTROS PARAMETROS BASICOS DE IMPORTANCIA PARA EL CONTROL DE ELLOS	DRA. SYLVIE J. TURPIN MARION
MARTES 17	9:00 a 10:30	RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES	M. en I. JORGE SANCHEZ GOMEZ
	10:30 a 12:00	SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE LOS RESIDUOS EN LAS FUENTES GENERADORAS	M. en I. ARTURO DAVILA VILLAREAL
	12:00 a 13:30	SISTEMAS DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS: - FRECUENCIA Y METODOS DE RECOLECCION - SELECCION Y REVISION DE EQUIPOS	M. en I. FELIPE LOPEZ SANCHEZ
	13:30 a 15:00	SISTEMAS DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS: - MACRORUTEO - MICRORUTEO	M. en I. JORGE SANCHEZ GOMEZ

MIÉRCOLES 18	9:00 a 10:30	SISTEMA DE BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA VIA PUBLICA: - BARRIDO MANUAL, BARRIDO MECANICO, TRANSFERENCIA DEL MATERIAL DE BARRIDO	M. en I. ARTURO DAVILA VILLAREAL
	10:30 a 13:30	SISTEMAS DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS	M. en I. JORGE SANCHEZ GOMEZ
	13:30 a 15:00	RECOMENDACIONES PARA INSTRUMENTAR PROGRAMAS QUE ASEGUREN UN MEJOR CONTROL EN EL MANEJO, TRATAMIENTO Y CONFINAMIENTO DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y ESPECIALES	M. en I. JORGE SANCHEZ GOMEZ
JUEVES 19	9:00 a 10:30	RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS	ING. RICARDO ESTRADA NUÑES
	10:30 a 12:00	IMPACTO AMBIENTAL EN LOS SISTEMAS DE MANEJO	ING. PAULA NOREÑA FRANCO
	12:00 a 13:30	MONITOREO AMBIENTAL EN LOS SISTEMAS DE MANEJO DE LOS RESIDUOS	ING. PAULA NOREÑA FRANCO
	13:30 a 15:00	SISTEMAS DE MANEJO DE RESIDUOS Y FORMULACION DE PARAMETROS DE DISEÑO	ING. RICARDO ESTRADA NUÑES
VIERNES 20	9:00 a 10:30	ANALISIS Y EVALUACION DE COSTOS EN LOS SISTEMAS DE MANEJO DE LOS RESIDUOS	M. en I. JORGE SANCHEZ GOMEZ
	10:30 a 12:00	DESARROLLO INSTITUCIONAL EN LOS SISTEMAS DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES	LIC. FELIPE DE JESUS BARRERA LOZANO
	12:00 a 14:00	EXPERIENCIAS SOBRE PARTICIPACION CIUDADANA	LIC. ROSALBA CRUZ JIMENEZ
	14:00 a 15:00	CONCLUSIONES	

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

INTRODUCCION

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.



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

## Introducción<sup>1</sup>

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

INDICADORES SOBRE LOS SISTEMAS  
DE ASEO URBANO

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

## COMPOSICION FISICA PROMEDIO DE RESIDUOS SOLIDOS

(1992)

SUBPRODUCTOS	DOMICILIARIOS PESO %	MUNICIPALES PESO %
Abatelenguas	--	--
Algodón	2.66	0.283
Cartón	4.11*	4.016*
Cuero	0.15	0.461
Envase de cartón	2.19	1.558
Fibra dura vegetal	0.10	3.050
Fibra sintética	1.75	0.313
Gasa	--	--
Hueso	0.11*	0.678*
Hule	0.24	0.342
Jeringa desechable	--	--
Lata	1.58*	1.261*
Loza y cerámica	0.48	0.453
Madera	0.16	0.482
Material de construcción	0.58	0.425
Material ferroso	1.63*	0.951*
Material no ferroso	0.09*	0.584*
Papel bond	2.35*	0.981*
Papel periódico	4.11*	7.454*
Papel sanitario	5.29	4.472
Pañal desechable	3.76	1.996
Placas radiológicas	--	--
Plástico de película	4.97*	3.771*
Neopreno (llantas)	--	--
Plástico rígido	3.06*	2.154*
Poliuretano	0.13	0.859
Poliestireno expandido	0.67	0.248
Residuo alimenticio	40.69	42.010
Residuo de jardinería	5.83	4.614
Toallas sanitarias	0.14	0.003
Trapo	0.67	1.560
Vendas	--	--
Vidrio de color	1.26*	2.149*
Vidrio transparente	3.65*	4.789*
Residuo fino	1.29	0.977
Otros	6.20	5.078
Total	100.00	100.000

\* Residuo Reciclable

Fuente: Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (1991-1992). SEDESOL.

## COMPOSICION PORCENTUAL POR ZONAS DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

SUBPRODUCTOS	FRONTERIZA	NORTE	CENTRO	SUR	ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO	
Cartón	3.01	4.28	4.16	4.51	3.000-	4.016
Residuos finos	4.68	9.71	6.28	6.37	0.977-	1.000
Hueso	0.52	0.59	0.94	0.61	0.678-	1.410
Hule	0.71	0.78	0.90	0.31	0.342-	1.400
Lata	3.13	2.46	2.10	2.80	1.261-	1.590
Material ferroso	0.51	0.46	0.86	1.37	0.640-	0.591
Material no ferroso	0.22	0.57	0.45	1.00	0.050-	0.584
Papel	11.36	9.17	8.80	6.90	11.020-	14.907
Pañal desechable	4.96	2.59	2.79	4.01	1.996-	5.320
Plástico película	2.68	3.79	3.32	3.96	2.800-	3.771
Plástico rígido	2.80	2.38	1.96	2.38	2.154-	2.550
Residuos de jardín	15.35	7.48	6.95	7.88	5.164-	7.700
Residuos alimenticios	25.72	37.56	38.20	41.06	40.740-	42.010
Trapo	2.52	1.94	2.00	1.25	1.560-	1.660
Vidrio de color	3.98	3.36	2.86	3.95	2.149-	2.900
Vidrio transparente	4.22	4.27	4.15	4.28	3.410-	4.789
Otros	13.63	8.61	14.36	9.23	3.442-	2.609
Totales	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00-	100.00

Fuente: Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. (1991-1992). SEDESOL.

## VOLUMEN ESTIMADO DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES POR ZONA A NIVEL NACIONAL 1992

ZONA	NUM. DE HAB.	GENERACION KG/HAB./DIA	TONELADAS DIARIAS	TONELADAS ANUALES	%
Fronteriza	7'859,763	0.749	5,887	2'148,755	9.8
Norte	14'250,247	0.726	10,346	3'776,290	17.2
Centro	40'886,107	0.642	26,249	9'580,885	43.6
Distrito Federal	8'119,211	1.019	8,273	3'019,645	13.7
Sureste	13'607,719	0.693	9,430	3'441,950	15.7
Promedio		0.766			
Totales	84'723,047		60,185	21'967,525	100.00

Fuente: Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (1991-1992). SEDESOL.



## EVOLUCION DEL VOLUMEN Y PROPORCION NO BIODEGRADABLE DE LOS RESIDUOS DOMICILIARIOS EN EL DISTRITO FEDERAL

AÑO	VOLUMEN PER CAPITA (g/hab.)	PROPORCION NO BIODEGRADABLE (%)
1950	370	5
1992	1,000	40.5

Fuente: Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. (1991-1992). SEDESOL.

## SITUACION DEL MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES 1992\*

	VOLUMEN TON/DIA	%	MILES TON/AÑO
Generación de residuos (estimada)	61,066		22,289
Eficiencia de los sistemas:			
- Recolección	42,746	20 <sup>2</sup>	15,602
- Relleno sanitario	18,381	43 <sup>3</sup>	6,709
- Tiradero a cielo abierto	24,365	57 <sup>4</sup>	8,893

\* Estimado sobre una población de 84'419,013 habitantes.

<sup>2</sup> del total generado, 70 % se recolecta.

<sup>3</sup> del total recolectado 43 % se disponen en rellenos.

<sup>4</sup> del total recolectado 57 % se dispone en tiraderos.

Fuente: Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (1991-1992). SEDESOL.

## PLANTAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

ESTADO	LOCALIDAD	CAPACIDAD INSTALADA TON/DIA	PRODUCCION ACTUAL TON/DIA	PORCENTAJE ACTUAL EN PROCESO
	México, D. F.	750	225	30
Jalisco	Tonalá	600	180	30
Nuevo León	Monterrey	120	0	3
Oaxaca	Oaxaca	200	20	10
Yucatán	Mérida	200	50	25

Fuente: Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (1991-1992). SEDESOL.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

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

MARCO LEGAL

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

PALACIO DE MINERÍA  
MÉXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

## **MARCO LEGAL**

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

### **1. Nivel Federal**

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

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

..."

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

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

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

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

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

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

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

XXVI. Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

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

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

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

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

A. Corresponde a la Secretaría:

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

B. Corresponde al Departamento del Distrito Federal:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 1.2 Ley General de Salud y ordenamientos afines.

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

### **1.3 Normas Oficiales Mexicanas**

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

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

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

## 2. Nivel Estatal

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

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

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

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

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

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

...  
IV. Limpieza pública;

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

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

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

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

peligro para la salud.

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

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

### **3. Nivel Municipal**

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

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

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

CLASIFICACION DE FUENTES GENERADORAS DE  
RESIDUOS, TASAS DE GENERACION Y OTROS  
PARAMETROS BASICOS DE IMPORTANCIA  
PARA EL CONTROL DE ELLOS

(APUNTE PENDIENTE)

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES  
(APUNTE PENDIENTE)

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE LOS  
RESIDUOS EN LAS FUENTES GENERADORAS

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

# SISTEMA 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, si n embargo la experiencia ha demostrado que los sistemas de recolección son seriamente alterados en tiempo y en enfermedades importantes, si no se cuenta con adecuados sistemas de almacenamiento, situaciones que afectan la eficiencia del sistema de recolección.

Otros aspectos importantes que resultan afectados 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 favorece 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, proporcionándole información sobre 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 almacenamiento en mercados y centros de gran generación además de los problemas ya mencionados, los reodeores principalmente son causa directa de perdidas parciales o totales de las mercancías por un lado y por 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 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 para el almacenamiento, en estos casos se deberá presentar alternativas de solución para minimizar el impacto de 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 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 disponen de ellos."

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

## **III. PROBLEMATICA**

En este espacio se establecerá el problema que se deriva de la utilización de deficientes sistemas de almacenamiento en una localidad, de esta manera se analizará 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 desglosan los impactos mencionados.

### **3.1 Salud Pública**

Los residuos sólidos municipales generados en una casa habitación o en otra fuente 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 Servicios de Recolección**

Los sistemas de almacenamiento tienen 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 cambiar lo más rápido posible que presenta los siguientes problemas:

- Gran peso propio
- Una vez lleno es prácticamente imposible de manejarlo por un sólo 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 en una fuente potencial de lesiones para el personal del sistema de recolección.

#### B. Recipientes de Papel y 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.
- Dificil 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 concebidos son utilizados para el almacenamiento de los residuos sólidos, entre los más comunes podemos encontrar tintas y baños de lamina agujerados, estos sin duda presentan 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 analizando.

No podemos recomendar un recipiente de almacenamiento que cumpla con todas las características que encontraran en este documento a una familia que sólo perciba el mínimo o menos del mínimo, 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 sólo 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 corregirían es la creación de una cultura ecológica 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 más comúnmente son los siguientes:

- Recipientes de poco volumen.
- Contenedores.
- Tolvas.

#### **4.1.1 Recipientes de poco volumen**

Existen varios tipos de recipientes que varían 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 cada habitación, así como en áreas donde genera poca cantidad de desechos, como 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 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 por cada habitación
- 4.2.2 Recipientes para sitios públicos
- 4.2.3 Recipientes para multifamiliar
- 4.2.4 Recipientes para centros de gran generación

### **4.2.1 Recipientes para cada habitación**

Los recipientes para cada 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 lámina 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 más de un recipiente desechable 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 comúnmente denominados papeleras, están ubicados 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 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 estos días.

Es recomendable la utilización de bolsas de plásticos 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, en los edificios de más de cuatro niveles existe la posibilidad de establecer dentro de los proyectos de construcción ductos para el envío de los residuos sólidos generados al depósito en la parte inferior del edificio o en el sótano para su almacenamiento.

Para el almacenamiento en este tipo de edificaciones existe varias formas para los recipientes de almacenamiento, uno consiste en contenedores de pequeñas cantidades 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 práctica 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 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 total de residuos que ellos generan, al agua 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 pequeñas capacidad 1.5 metros cúbicos o los grandes contenedores 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 desinfectación
- Sin aristas afiladas
- Con tapa de preferencia
- Resistencia 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 ALMACENAMIENTOS**

### **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 del objetivo de este documento, ya que es una responsabilidad de los ocupantes de la cada y es imprevisible el número y la capacidad de los recipientes que se pueden establecer dentro de la casa habitación por lo que sólo 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 edificios de menos de tres niveles por lo regular se estila usar el mismo sistema que en las unidades unifamiliares, en edificios de más 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 sistemas 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 almacenamientos.

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 dejó 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 para el almacenamiento externo de los residuos sólidos.

Así encontrar los terribles, insoportables e insalubres cuartos de almacenamiento de residuos en los mercados, algunas veces con los ineficientes 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 facilitará 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 serían almacenamientos internos, solo que en estos se diseñan como unidades unifamiliares de acuerdo a los parámetros de generación por el tipo de residuos que ellos generan.

En lo referente 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 en las 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 último lustro se ha tratado de que los generadores cuenten con dos tipos de recipientes 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 ellos la separan pero el del carrito o el servicio de recolección la juntan y piensan que es esfuerzo desperdiciado, sin embargo la concientización es este punto se ha iniciado y con el tiempo el prestador del servicio de recolección se verá obligado a responder al esfuerzo realizado por la comunidad, con ello sin duda elevaremos los niveles de recicló de los subproductos que componen los residuos sólidos.

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

## **VI. ZONA 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 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 causante 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 último 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 DE DISEÑO**

Para el diseño de un sistema de almacenamiento existen una serie de parámetros que deben de ser considerados y que listen 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
- 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 lo mismo, ya que los subproductos constituyentes de lo mismo nos indicarán los altos o bajos valores de este parámetro, así tenemos altos valores podremos deducir que tenemos altos valores de materia orgánica en los residuos y valores bajos en sentido inverso.

### **7.3 Frecuencia de Recolección**

Debido a que estos 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 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 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 mencionó 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 del 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**

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
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>
BOLSA DE PAPEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- REDUCEN TIEMPO DE SU RECOLECCION</li> <li>- ECONOMICA</li> <li>- POCO PESO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VOLUMEN INADECUADO</li> <li>- SE ROMPEN FACILMENTE</li> <li>- ES FACILMENTE PERFORADA POR MATERIALES PUNZOCORTANTES QUE PUEDEN ESTAR CONTENIDOS EN LOS DESECHOS SOLIDOS</li> <li>- SU ESTRUCTURA ES FACILMENTE AFECTADA POR LA HUMEDAD DE LOS DESECHOS SOLIDOS</li> </ul>
BOLSA DE PLASTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FACIL MANEJO</li> <li>- DISMINUYEN EL TIEMPO DE RECOLECCION</li> <li>- ECONOMIA</li> <li>- MANTIENE CONDICIONES SANITARIAS</li> <li>- TIENE UN PESO LIGERO</li> <li>- DISMINUYE EL RUIDO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ES FACILMENTE PERFORADA POR MATERIALES PUNZOCORTANTES QUE PUEDEN ESTAR CONTENIDOS EN LOS DESECHOS SOLIDOS</li> <li>- VOLUMEN INADECUADO</li> </ul>

**CUADRO No. 2**

**FACTORES DE SEGURIDAD PARA CALCULO DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO**

FALLAS DEL SERVICIO FRECUENCIA DE RECOLECCION	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
DIARIAMENTE INCLUSIVE EL DOMINGO	1.5	1.5	1.75	2.34	4.5	7.0
DIARIAMENTE DE LUNES A SABADO	1.5	1.5	2.0	3.0	6.0	---
TRES VECES A LA SEMANA DE LUNES A SABADO	1.5	3.0	---	---	---	---
DOS VECES A LA SEMANA DE LUNES A SABADO	3.5	---	---	---	---	---
UNA VEZ A LA SEMANA	7.0	---	---	---	---	---

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

SISTEMAS DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS

- FRECUENCIA Y METODOS DE RECOLECCION
- SELECCION Y REVISION DE EQUIPOS

(APUNTE PENDIENTE)

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

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

SISTEMAS DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS

- MACRORUTEO

- MICRORUTEO

(APUNTE PENDIENTE)

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

SISTEMA DE BARRIDO Y LIMPIEZA  
DE LA VIA PUBLICA

(APUNTE PENDIENTE)

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

SISTEMAS DE TRANSFERENCIA  
DE RESIDUOS SOLIDOS

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.



## 1. INTRODUCCION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 3. TIPOS DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

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

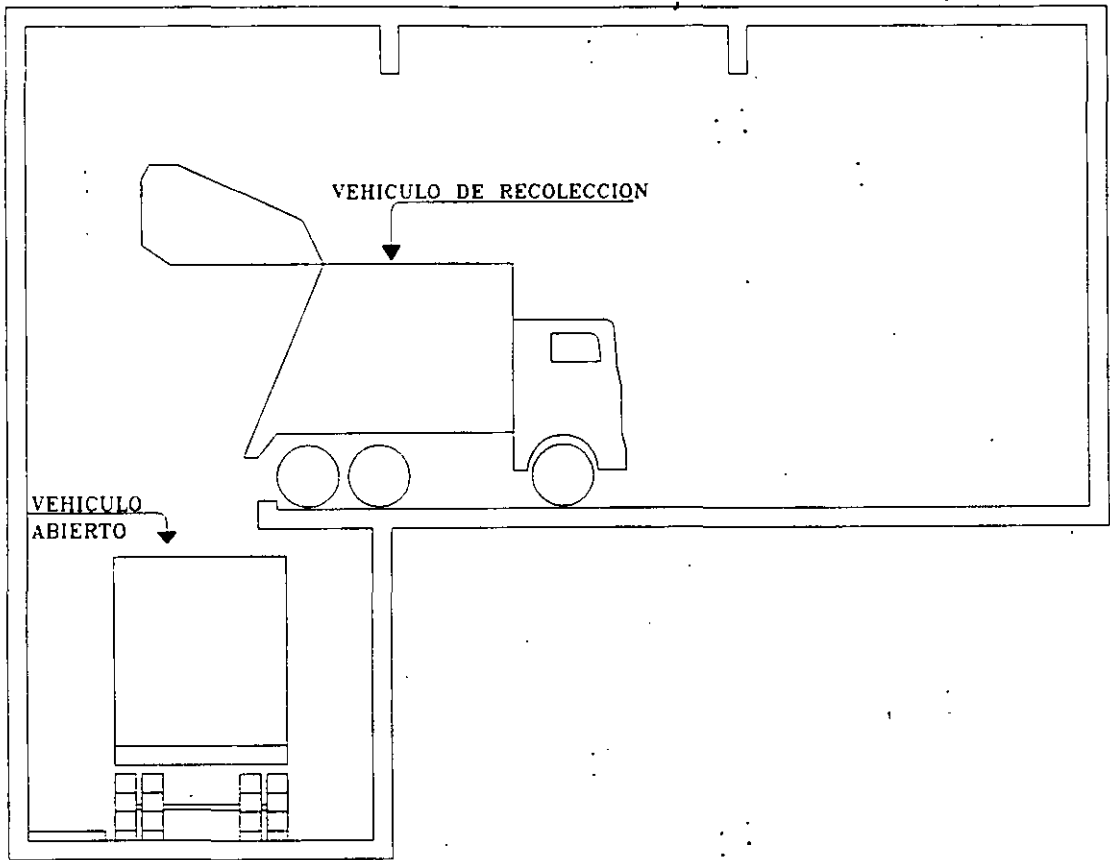
#### a) Estaciones de carga directa (ver Fig. No. 3.1 y 3.2)

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

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

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

FIGURA No. 3.1



OPERACION DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS  
"CARGA DIRECTA"

MODULO: ESTACION DE TRANSFERENCIA

PREPARADO POR: ING. LUIZ EDMUNDO COSTA LEITE

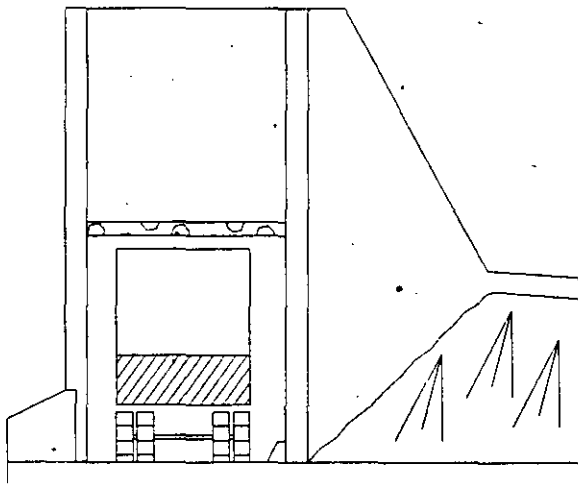
OPS / EHP / CEPIS

JUNIO, 1982

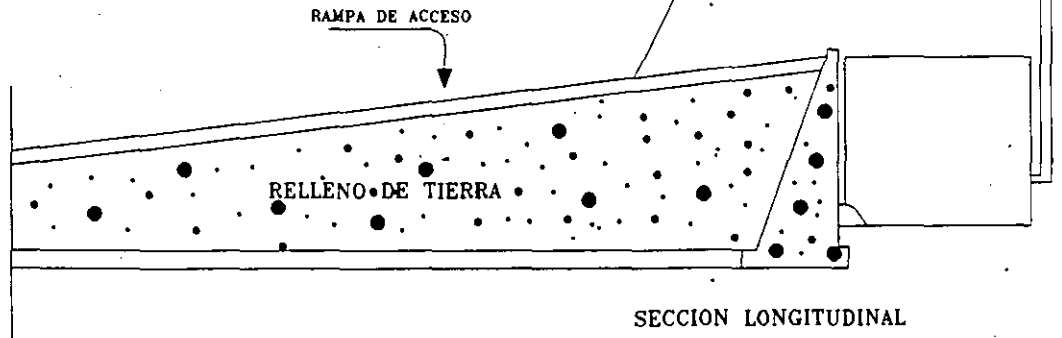
FIGURA No. 3.2

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

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



VISTA LATERAL



SECCION LONGITUDINAL

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

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

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

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

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

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



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

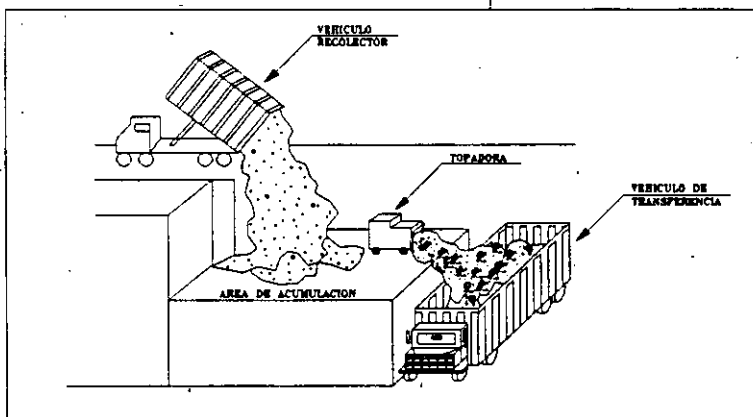
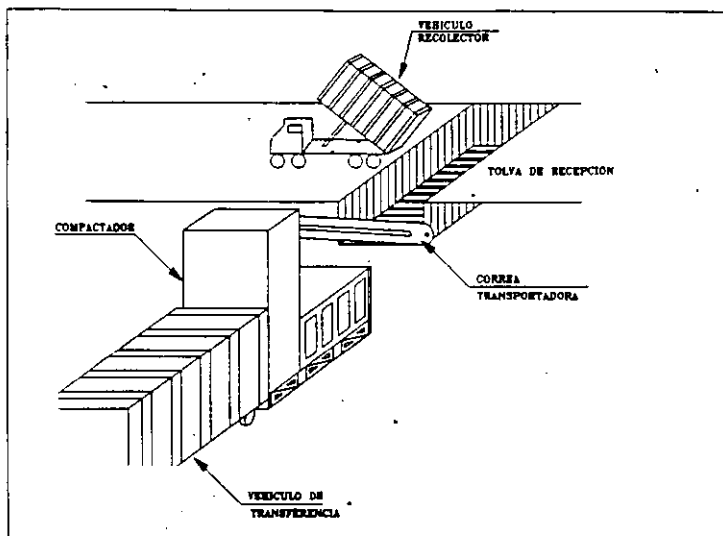
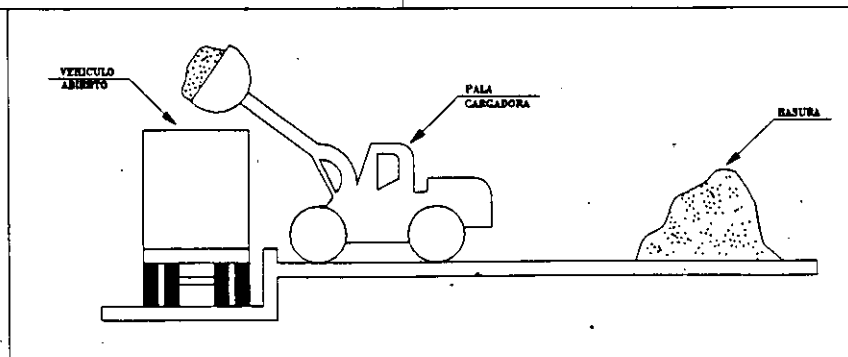


FIGURA No. 3.4  
 PLANTAS DE TRANSFERENCIA  
 CON PISO DE ALMACENAMIENTO  
 Y OPERACION CON MAQUINARIA  
 PESADA.

FIGURA No. 3.5



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

#### 4. EQUIPOS DE TRANSFERENCIA

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

##### a) Equipos Terrestres

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

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

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

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

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

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

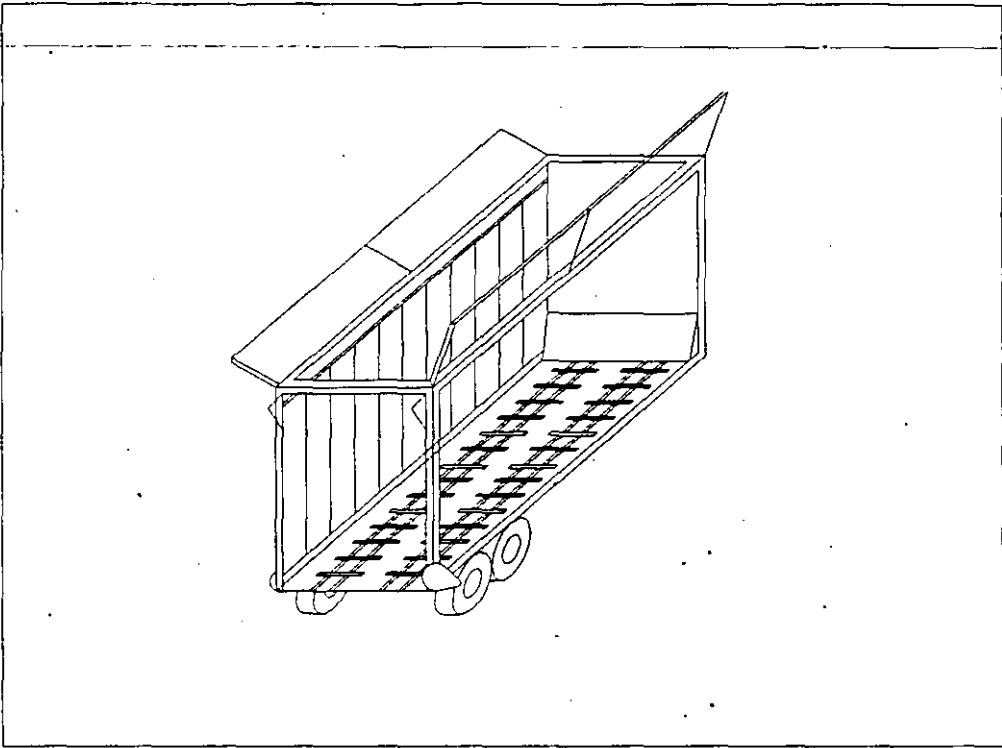


Figura No. 4.1 VEHICULO DE TRANSFERENCIA CON FONDO MOVIL

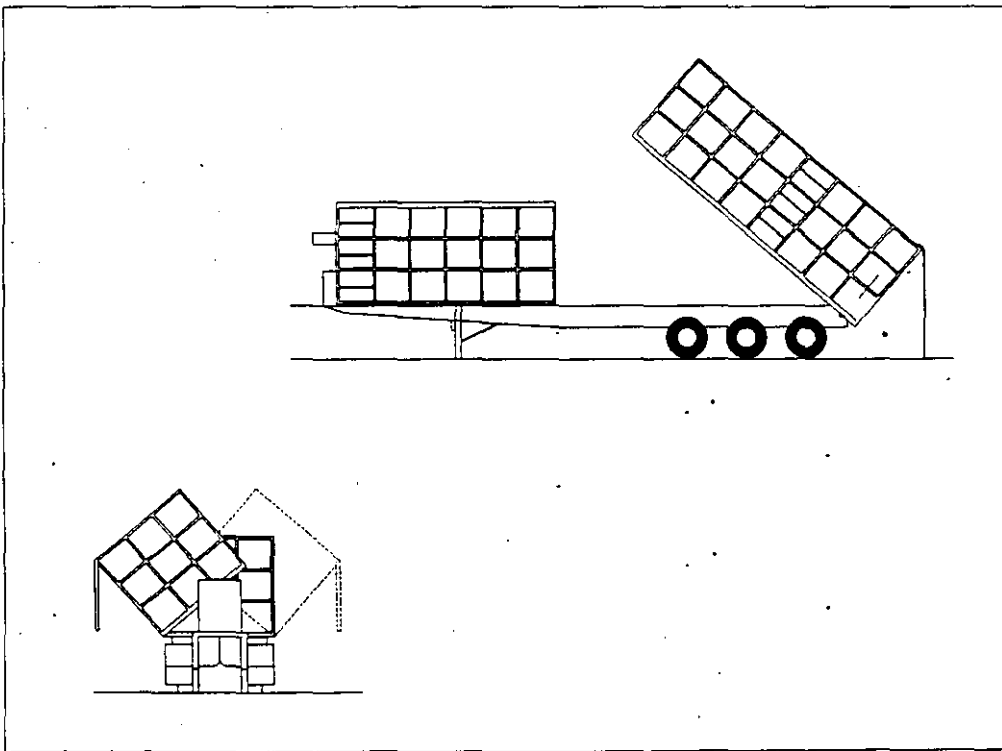


Figura No. 4.2 VEHICULO DE TRANSFERENCIA VOLCADOR

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

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

#### a.2) Camiones de carrocería cerrada.

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

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

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

#### b) Equipos Acuáticos

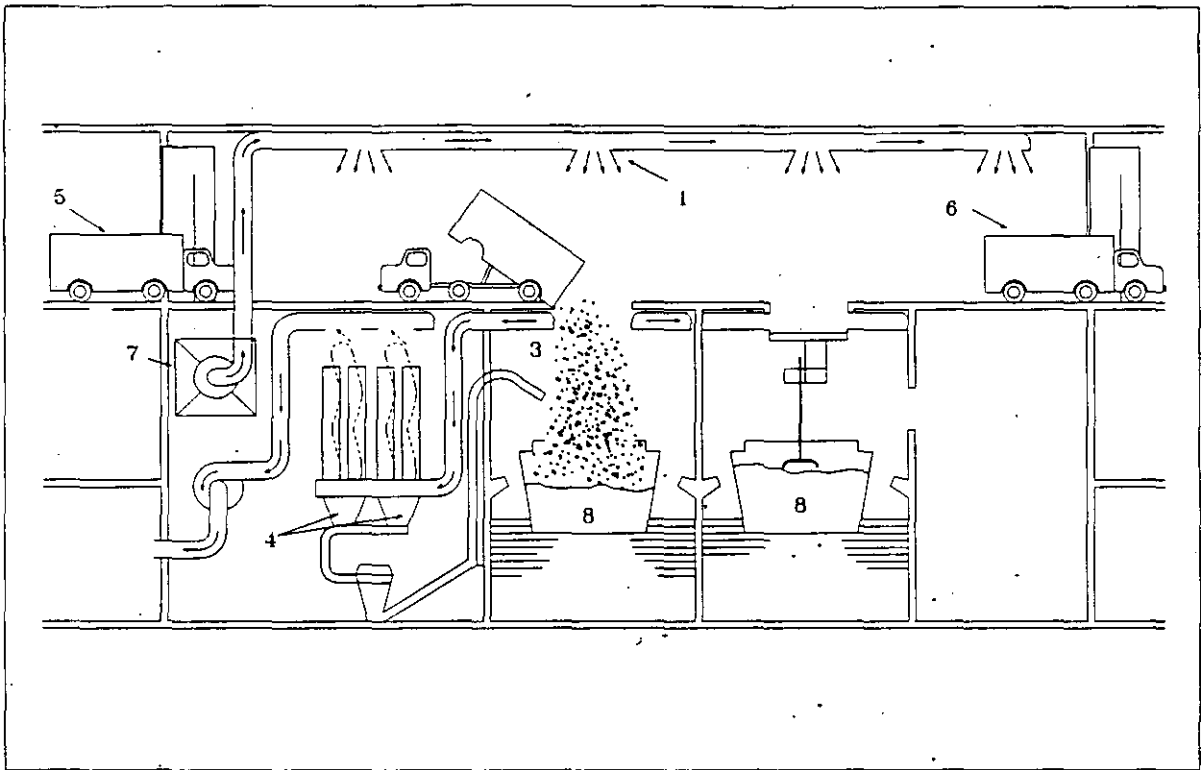
Consisten usualmente de barcas que reciben los residuos de los equipos de transferencia y los trasladan a los sitios de disposición, sean plantas de tratamiento o rellenos sanitarios.

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

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

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

FIGURA No. 4.3  
TRANSFERENCIA EN BARCAZAS



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

MODULO: ESTACION DE TRANSFERENCIA.

PREPARADO POR: ING. LUIZ EDMUNDO COSTA LEITE

OPS/EHP/CEPIS

JUNIO, 1982

## 5. JUSTIFICACION ECONOMICA DE UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA

### 5.1 PREMISAS

Para la evaluación técnico-económica de la estación de transferencia que atenderá a la "Z.M.S.S.", es necesario determinar los siguientes costos:

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

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

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

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

#### Equipo de Recolección

Chasis .....	\$ U.S.	47,600.00
Carrocería .....	\$ U.S.	30,200.00

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

Equipo de Transporte y Transferencia

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

Carrocería ..... \$ U.S. 74,200.00

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

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

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

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

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

● Motorista ..... \$ U.S./día 5.90

● Peón ..... \$ U.S./día 5.15

- Costos de combustibles, (d):

● Gasolina ..... \$ U.S./galón 1.20

● Diesel ..... \$ U.S./galón 0.80

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

● Equipo de recolección

· 1 Motorista

· 4 Peones

● Equipo de transferencia y transporte

· 1 Motorista

· 1 Peón

- Otra : Información complementaria considerada (e):

● Vida económica de los equipos ..... 7 años

● Valor residual de los equipos ..... 10 % costo de  
adquisición.

● Horas de trabajo anuales de los equipos ..... 2,400 horas

● Tasa de interés anual ..... 12%

● Prima de seguros ..... 2%

● Coeficiente de mantenimiento para los equipos de recolección y  
transferencia ..... 60% del cargo por adquisición

● Horas de operación de neumáticos ..... 2,400 horas

● Horas de operación de batería ..... 3,000 horas

● Coeficiente de prestacione legales para el personal ..... 1.00



### 5.3 REFERENCIAS DE LA INFORMACION ANTES LISTADA

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

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

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

Este cálculo, se realizó empleando un programa de computadora cuyas hojas de resultados se presentan en el anexo No. 4 de este documento. Los resultados obtenidos con dicho programa se reportan a continuación:

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

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

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

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

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

Para este cálculo, se consideraron los costos de construcción estimados para una estación de transferencia, los cuales se reportan a continuación y se detallan en el capítulo No. 11 de este documento.

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

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

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

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

- Capacidad de transbordo = 800 Ton/Día (100% de la basura generada actualmente en la "Z.M.S.S").
- Turno de operación de la estación ..... = 10 horas
- Tasa de interés mensual ..... = 1%
- Valor de rescate ..... = 0
- Vida útil ..... = 20 años
- Periodo hábil de trabajo = 52 semanas al año, 27 días al mes y 6 días por semana.

De acuerdo con lo anterior, los cargos fijos serán:

- Cargo por Inversión

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

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

● Cargo por Depreciación

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

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

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

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

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

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

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

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

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

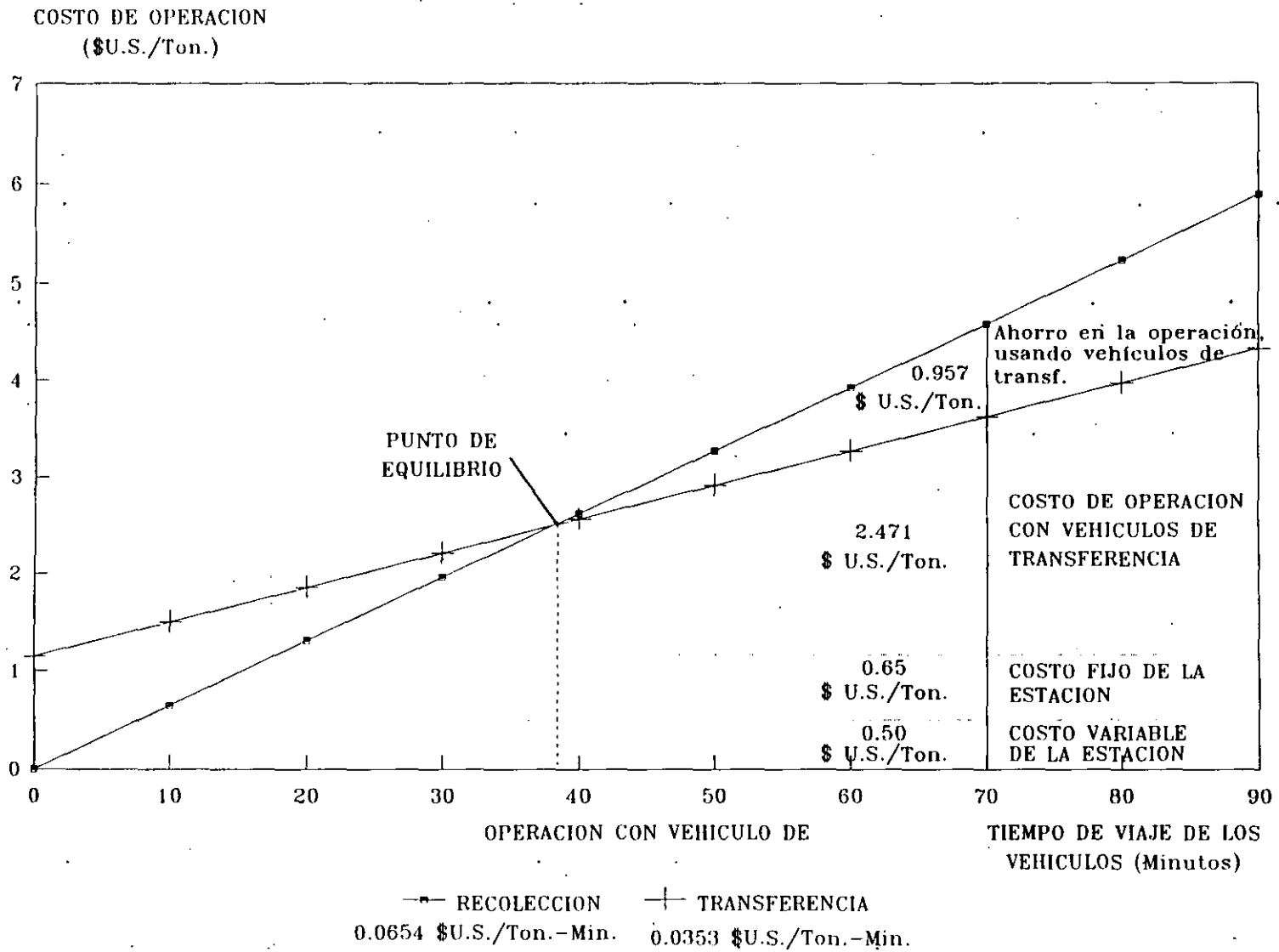
Los costos agrupados antes calculados se reportan a continuación:

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

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

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

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



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

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

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

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

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

---

3.62 \$ U.S./Ton.

---

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

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



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

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

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

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

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

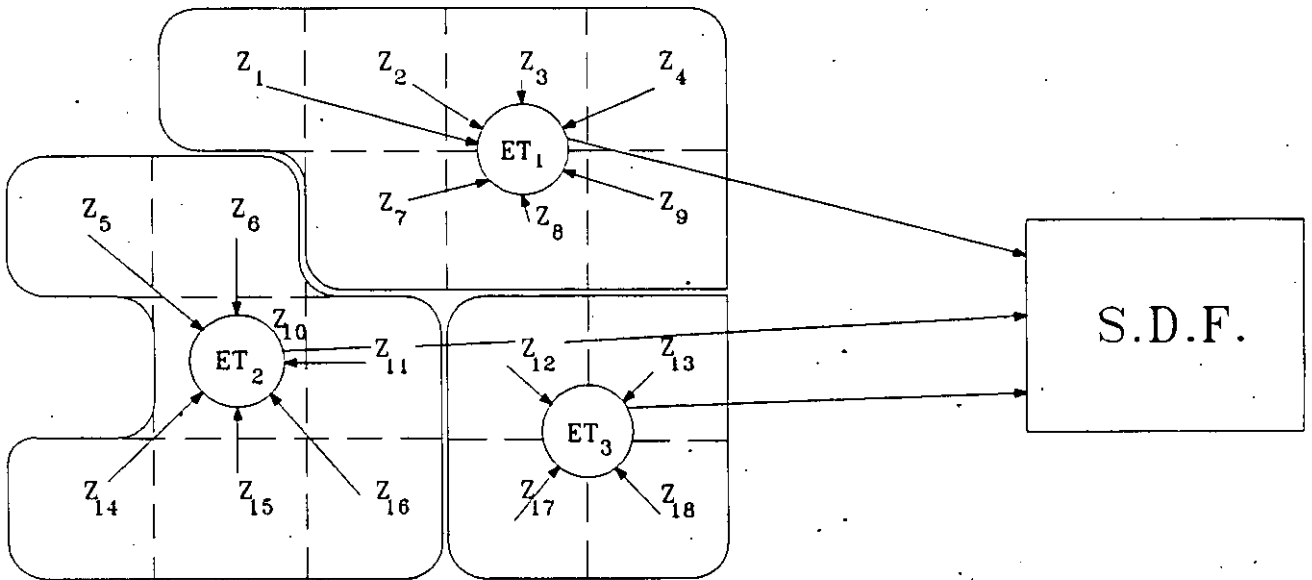
La definición del centro de gravedad geográfico de una determinada región con problemas en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos, es el punto de partida para el establecimiento de una "ETRS". Es decir, la premisa fundamental es que una instalación de este tipo, siempre debe quedar lo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

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

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

Fig. No. 6.1.1

DESCRIPCION DE LA FUNCION DE UNA  
ESTACION DE TRANSFERENCIA



CLAVES

Z: ZONA DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS

ET: ESTACION DE TRANSFERENCIA

SDF: SITIO DE DISPOSICION FINAL

localidad, la cercanía con áreas forestales, o cualquier otra que pueda ser de consideración según sean las características de la localidad que se trate.

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

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

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

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

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

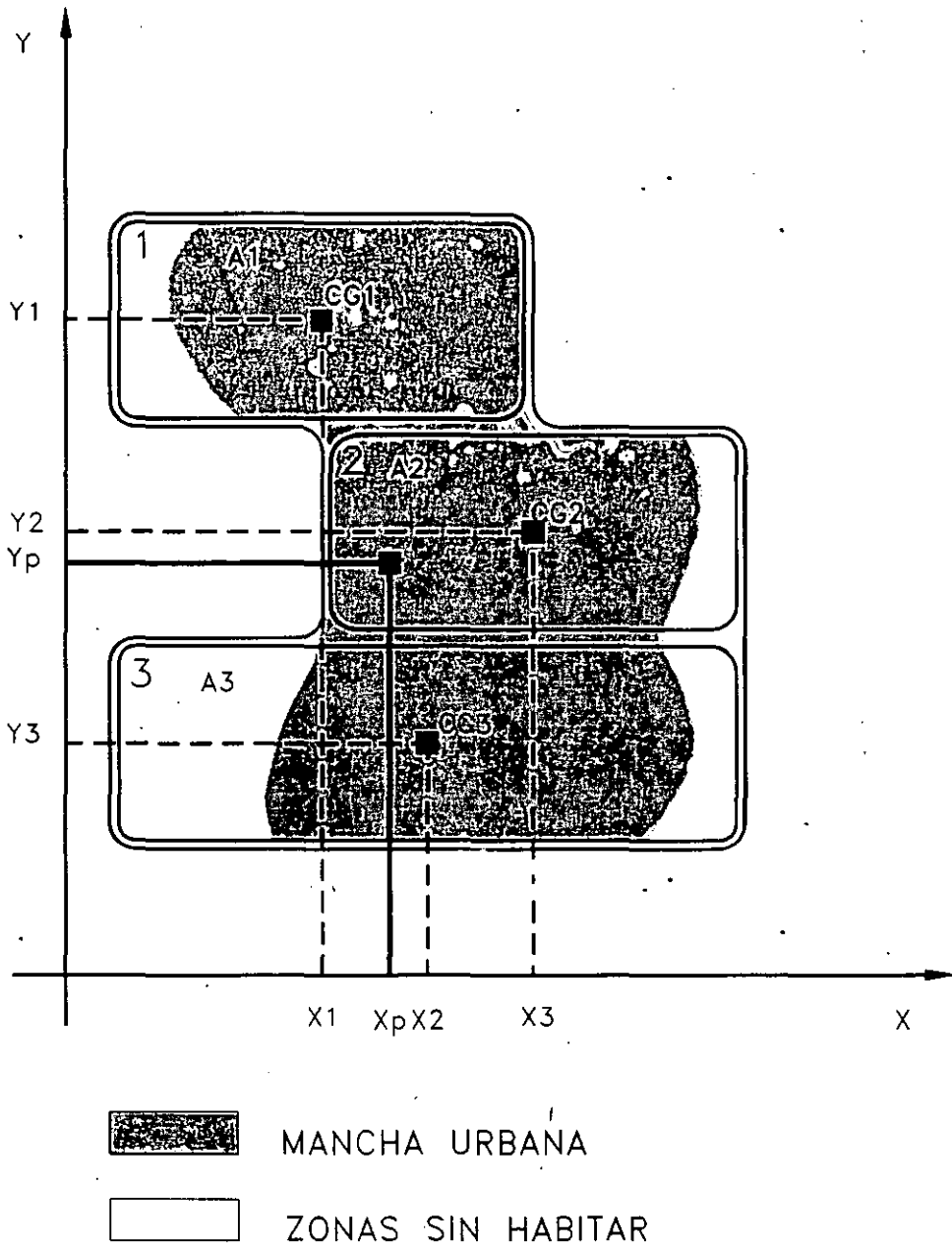
$$Y_p = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i y_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i)} \dots \dots \dots \text{ec. (2)}$$

Donde:

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

Fig. No. 6.1.2

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



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

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

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

Donde:

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

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

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

m: No. de variables consideradas en el análisis.

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

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

TABLA No. 6.1.1

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

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

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

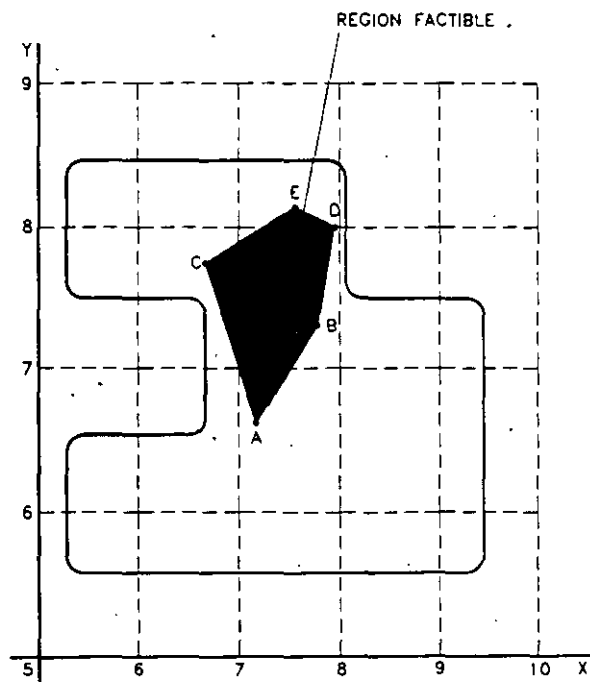
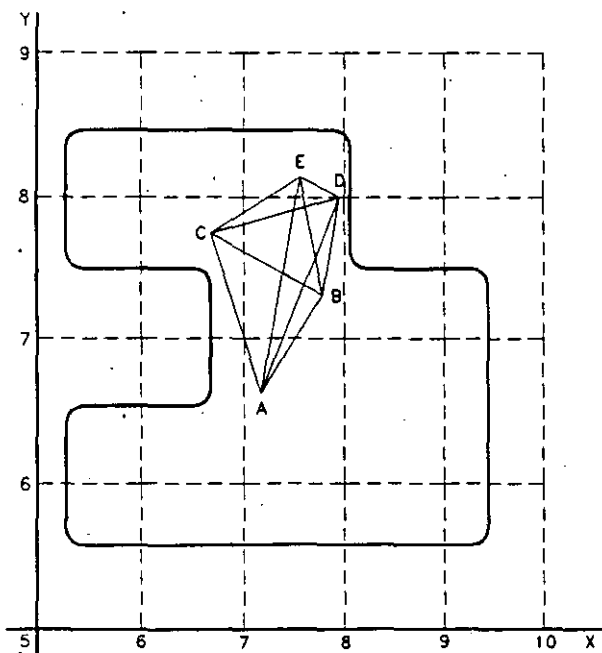
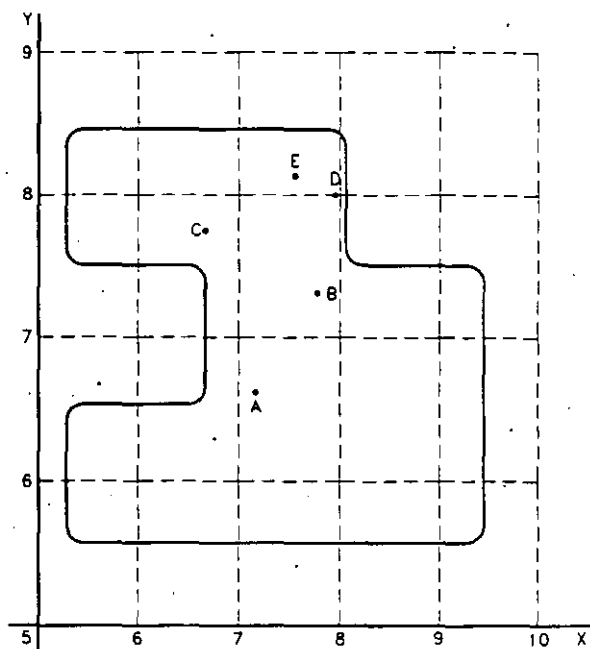
Es claro entonces, que se obtendrá un centro de gravedad por cada variable complementaria que se agregue al análisis para la definición de la Región Factible, la cual se determinará entonces, conectando los centros de gravedad de cada una de las variables consideradas en el análisis, obteniéndose por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



Fig. No. 6.13

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

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



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

$$R = \{(X_{pj}, Y_{pj}) \mid j=1,2,\dots,m-1,m\} \quad \text{ec. (5)}$$

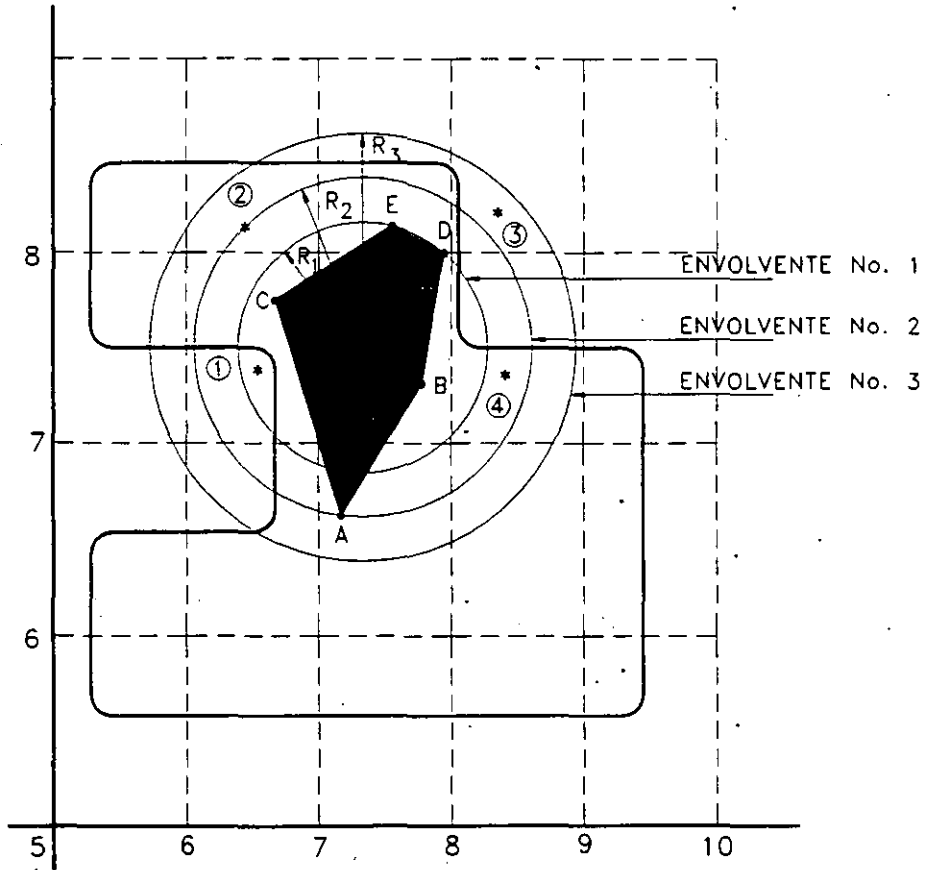
$$R = \{(X_{p1}, Y_{p1}), (X_{p2}, Y_{p2}), \dots, (X_{pm-1}, Y_{pm-1}), (X_{pm}, Y_{pm})\} \quad \text{ec. (6)}$$

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 alejemos de ella, menor será la eficiencia del sistema.

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

FIG. No. 6.1.4

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



## 6.2 EVALUACION Y SELECCION DE SITIOS

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

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

Donde:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**- INFRAES-  
TRUCTURA**

**URBANA:** Vialidad, Servicios, Parques y Jardines.

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

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

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

**BIENESTAR:**

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

**INFRAESTRUCTURA**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



- BIENESTAR ..... (34%)
- AMBIENTE ..... (18%)
- INFRAESTRUCTURA URBANA ..... (24%)
- SALUD ..... (24%)

S U M A .....(100%)

**TABLA No. 6.1.1**

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

IMPACTANTES ELEM. URBANOS	DISTANCIA DE AMORT.	VIENTOS	PENDS. ACCEOS	ACCESOS VIALE	SUPER FICIE	$\Sigma$	(%)
BIENESTAR	0.6	0.3	0.2	0.3	0.3	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
$\Sigma$	1	1	1	1	1	5	1.00

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

características de los sitios considerados, mediante la aplicación de ciertas funciones de sensibilidad, cuyos tipos y límites se fijaron con base en el comportamiento del impactante y tomando como fundamento la normatividad y criterios de afectación ambiental.

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

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

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

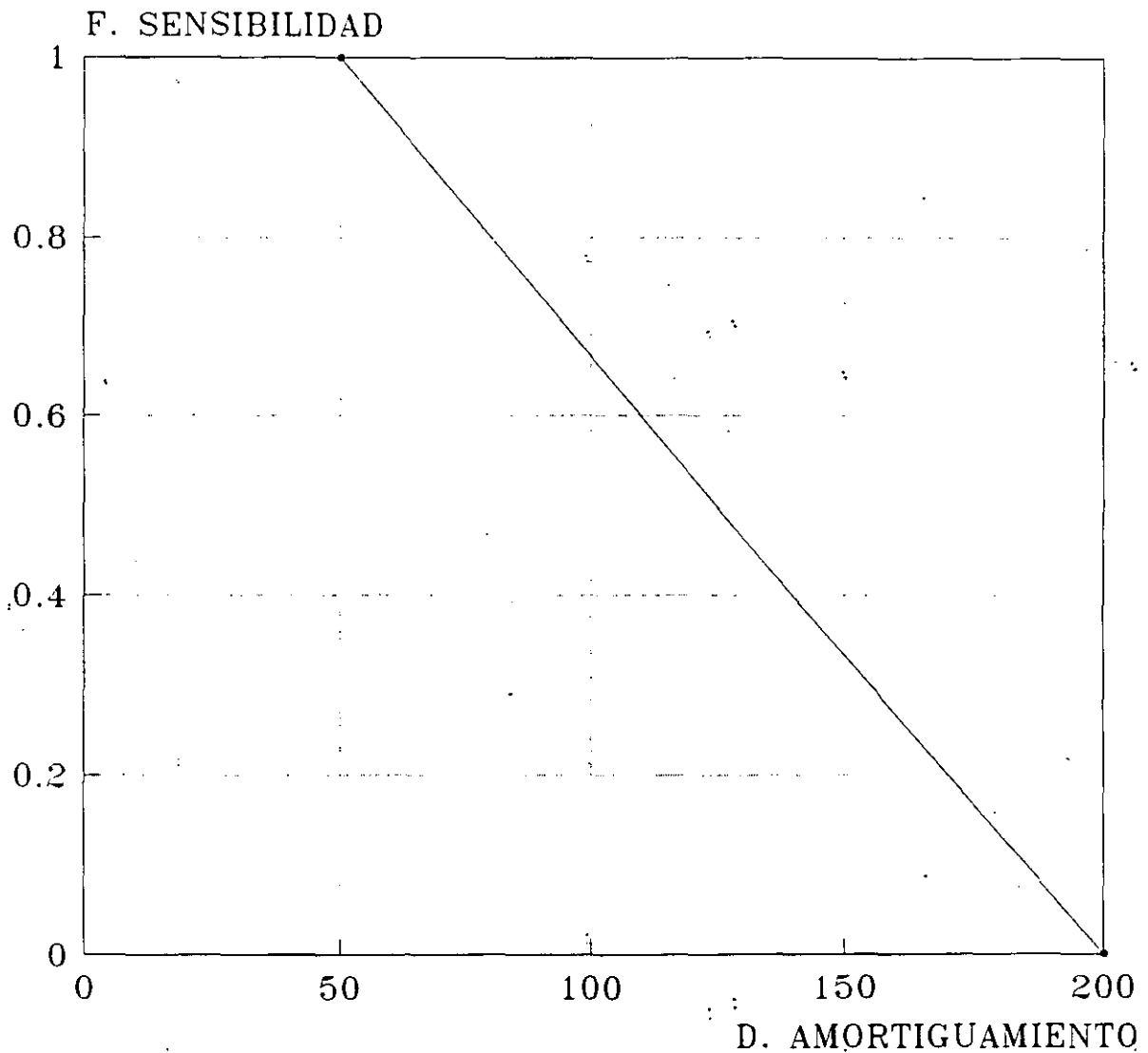
- Se toman las cifras reportadas en la Matriz de Pagos, ordenándolas por renglones.
- Se formula un 1er. cuadro inicial de restricciones, una por cada renglón de la Matriz de Pagos. La formulación incluirá que las restricciones sean desigualdades "mayor o igual" comparadas con un cierto valor del juego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

TABLA No. 6.2

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

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

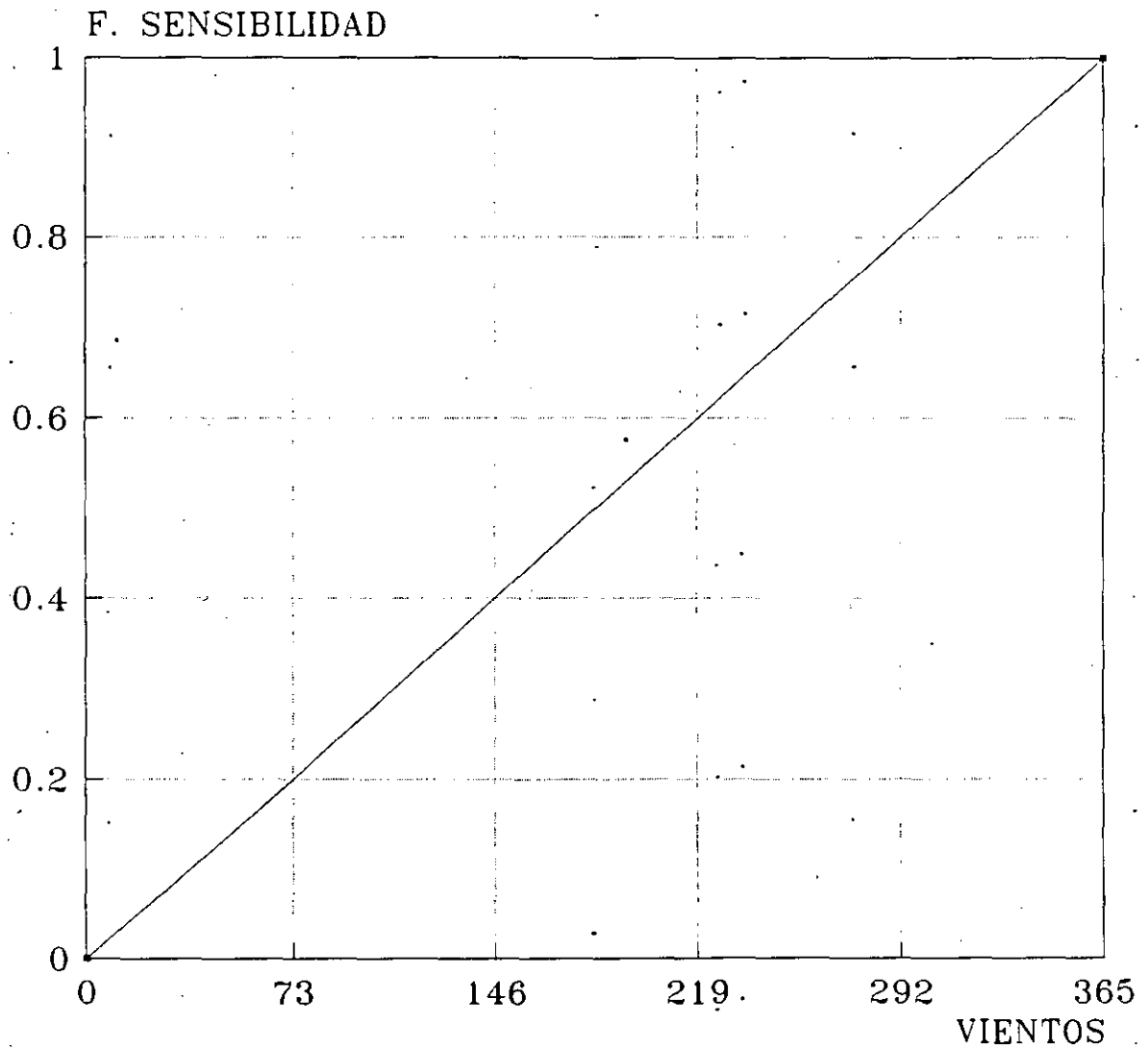
# FUNCION DE SENSIBILIDAD DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO



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

Fig. 6.2.1

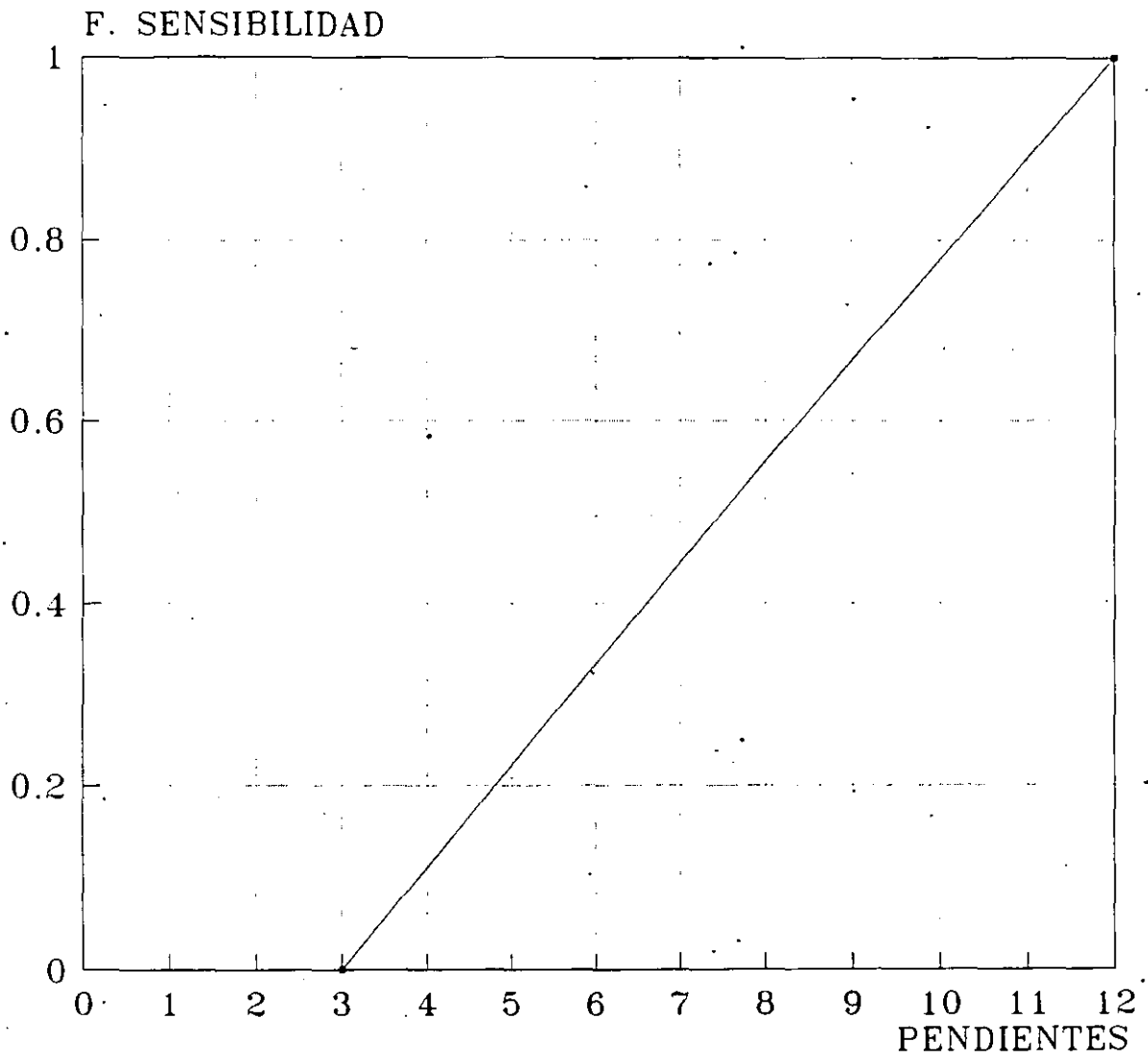
# FUNCION DE SENSIBILIDAD VIENTOS



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

Fig. 6.2.2

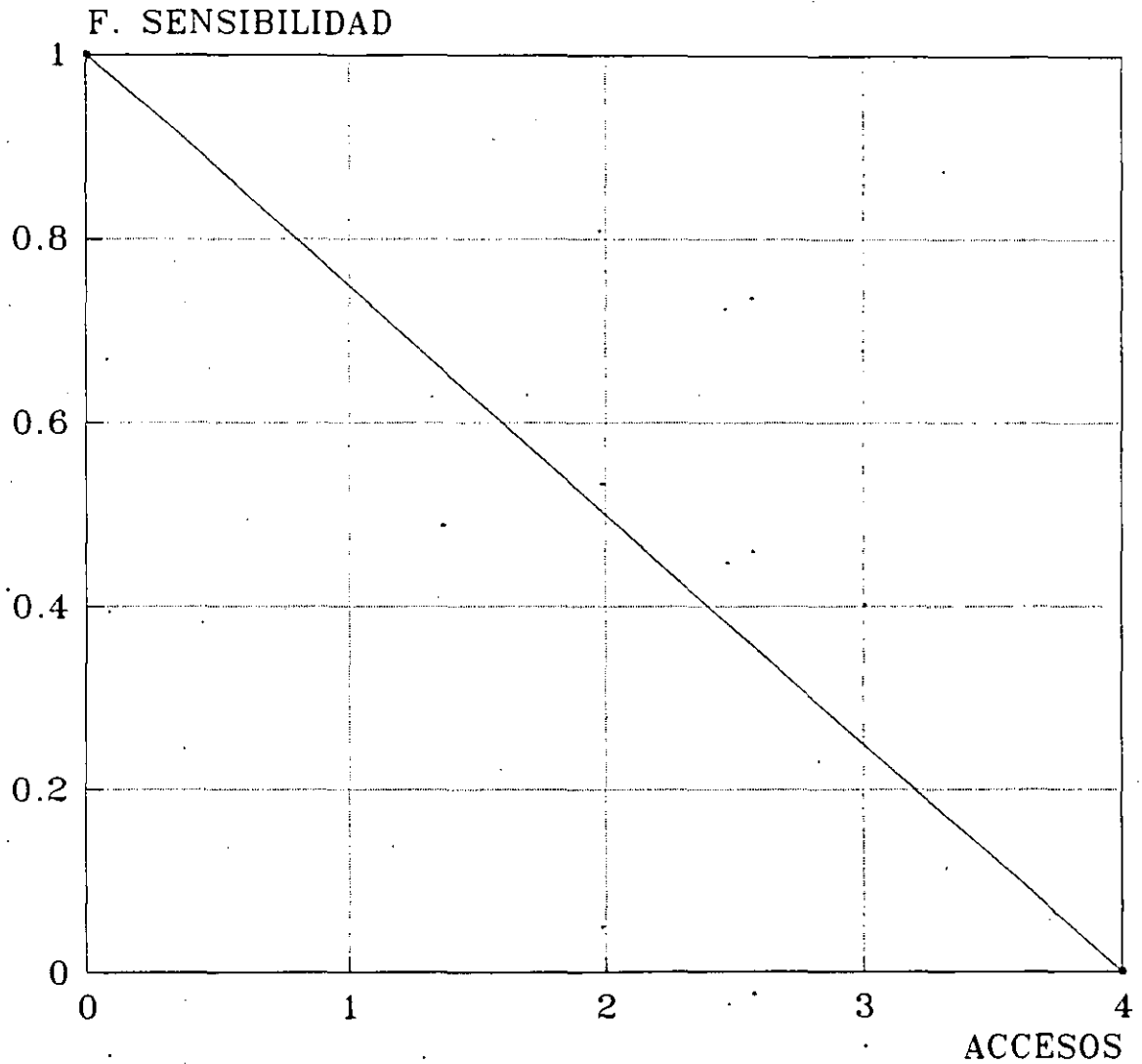
# FUNCION DE SENSIBILIDAD PENDIENTES



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

Fig. 6.2.3

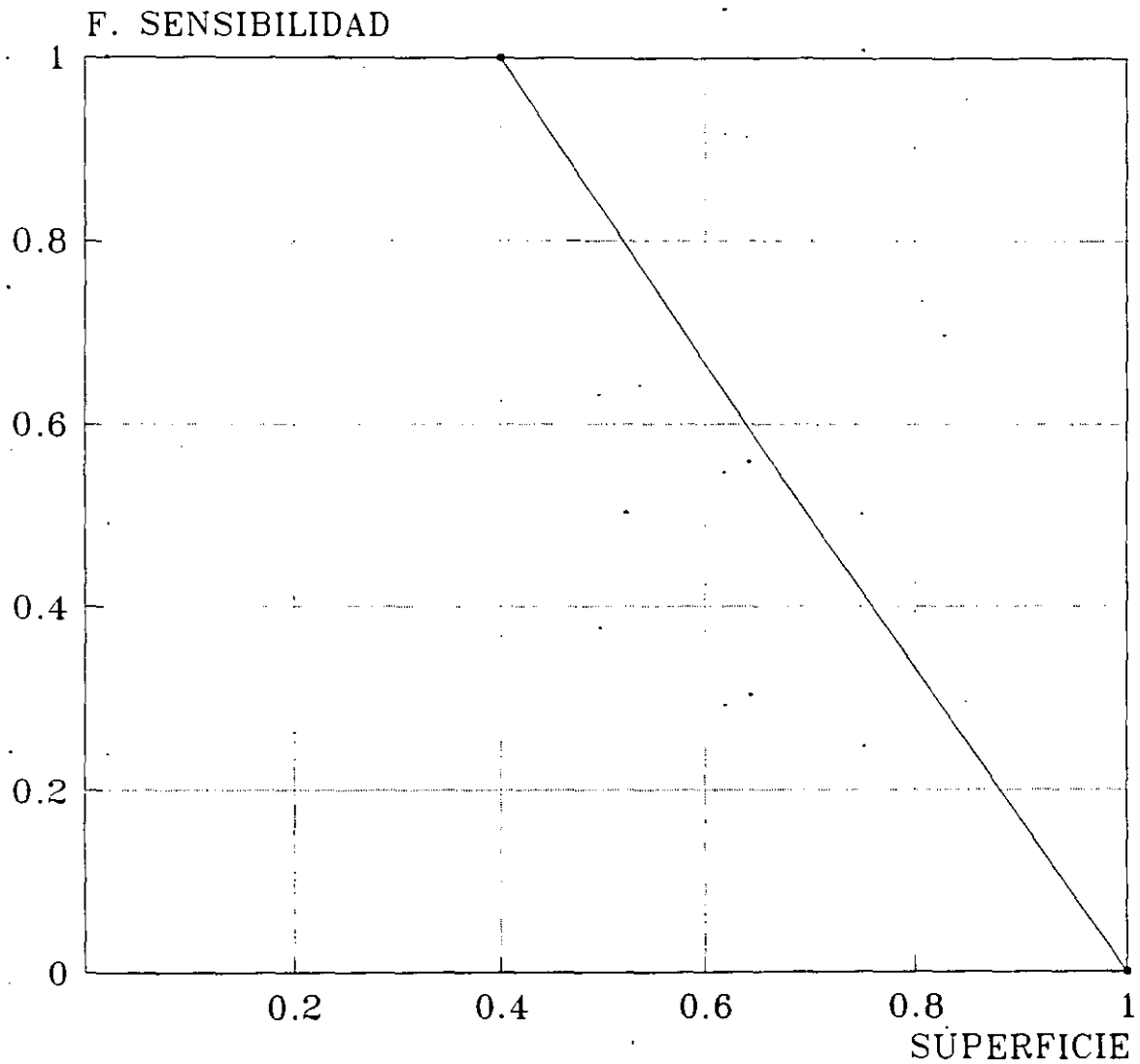
# FUNCION DE SENSIBILIDAD ACCESOS



—•—  $f(x) = 1 - (x / 4)$       $0 < X < 4$

Fig. 6.2.4

# FUNCION DE SENSIBILIDAD SUPERFICIE



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

Fig. 6.2.5



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

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

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

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

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

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

### 7.1 SELECCION DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE

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

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

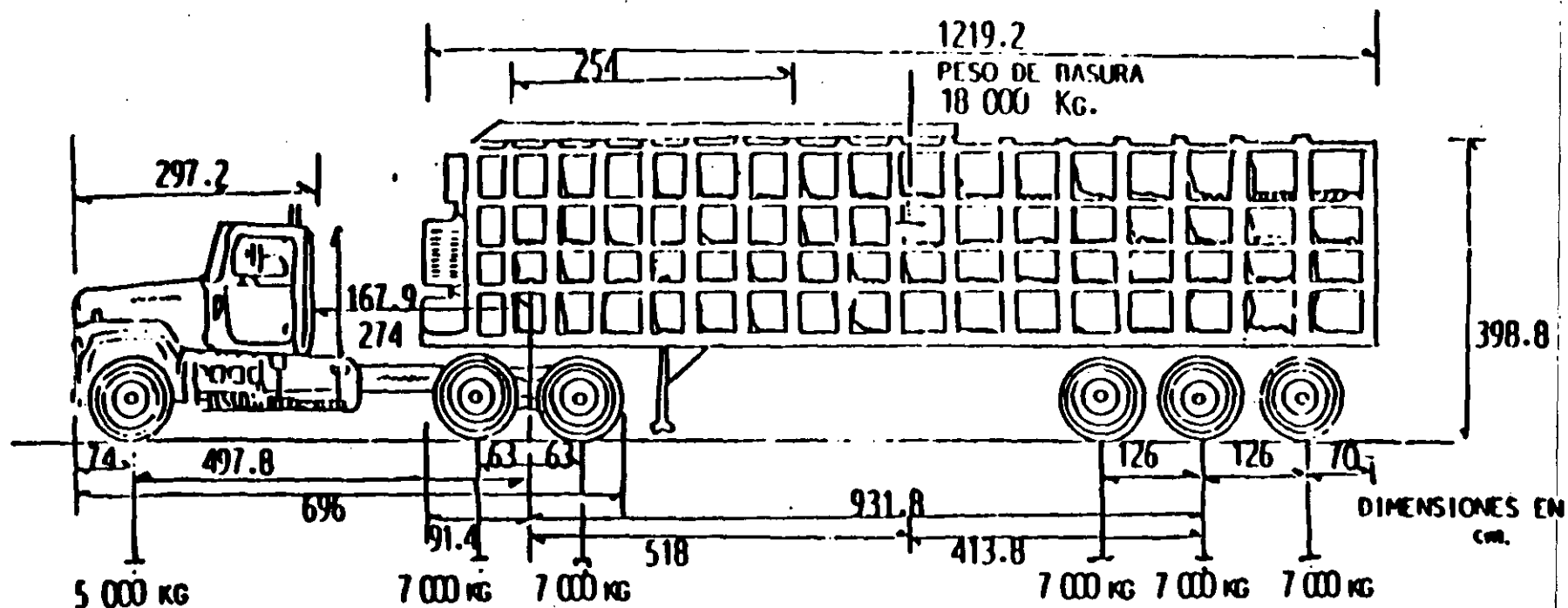
#### PESO DE LOS COMPONENTES DE LA UNIDAD DE TRANSFERENCIA CONSIDERADA

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

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

CROQUIS No. 1

DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO DE TRANSPORTE SELECCIONADO



PESOS MAXIMOS PERMITIDOS POR EJE

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

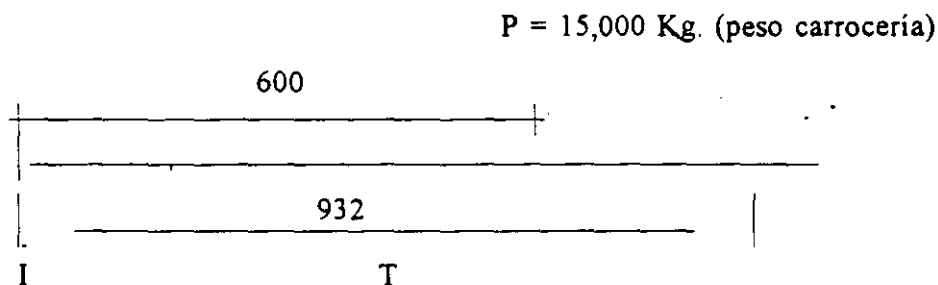
DISTANCIA ENTRE EJES

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

## 7.2 REVISION DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE

### a) Semitrailer (carrocería)

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



$$\sum M_1 = 0$$

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

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

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

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

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

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

$$\sum M_i = 0$$

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

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

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

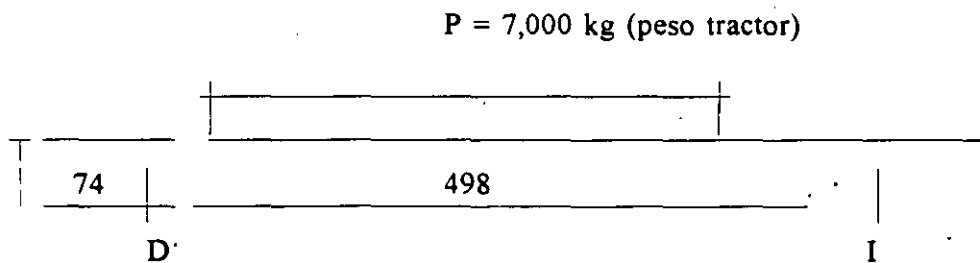
La máxima descarga permisible en eje delantero, será igual al peso de la carrocería más el peso de la basura y del tractor en dicho eje.

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

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

b) Tractor

- Tomando momentos en el eje delantero, se tiene:



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

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

$$R_1 = 2,811 \text{ kg.} \approx 2,810 \text{ kg.}$$

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

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

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

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

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

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

## BIBLIOGRAFIA

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

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

RECOMENDACIONES PARA INSTRUMENTAR PROGRAMAS  
QUE ASEGUREN UN MEJOR CONTROL EN EL MANEJO,  
TRATAMIENTO Y CONFINAMIENTO DE RESIDUOS  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

(APUNTE PENDIENTE)

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.



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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS  
(APUNTE PENDIENTE)

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

IMPACTO AMBIENTAL EN LOS SISTEMAS  
DE MANEJO

(APUNTE PENDIENTE)

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

MONITOREO AMBIENTAL EN LOS SISTEMAS  
DE MANEJO DE LOS RESIDUOS

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

## CONTENIDO

1. IMPORTANCIA DEL MONITOREO AMBIENTAL EN LOS SISTEMAS DE ASEO URBANO.
2. PRINCIPALES IMPACTANTES AMBIENTALES GENERADOS EN INSTALACIONES EMPLEADAS PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES.
3. CRITERIOS RECTORES PARA LA INSTRUMENTACION DE PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL.
4. PARAMETROS A DETETERMINAR DENTRO DE LOS PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL.
5. EQUIPOS EMPLEADOS EN LOS PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL.

## **1. IMPORTANCIA DEL MONITOREO AMBIENTAL EN LOS SISTEMAS DE ASEO URBANO.**

La utilización intensiva de la infraestructura requerida para la prestación de los Servicios de Aseo Urbano en cualquier localidad, implica la posibilidad de generar ciertos impactantes ambientales, los cuales pueden afectar tanto al medio ambiente como a la salud pública. Por tal motivo, se hace necesario efectuar un seguimiento ambiental de las operaciones que se realizan en dicha infraestructura, con el fin de identificar y evaluar la emisión de dichos impactantes hacia el entorno urbano.

Es decir que para operar adecuadamente estas instalaciones, es necesario establecer una serie de dispositivos para la medición y control de los impactantes ambientales, con el fin de mantenerlos dentro de ciertos niveles que permitan efectuar en forma segura y sin riesgos, la operación de las diferentes instalaciones requeridas para la prestación de los Servicios de Aseo Urbano.

Lo anterior es posible lograrlo mediante la instrumentación de Programas de Monitoreo Ambiental, con los cuales se pueda realizar la medición sistematizada de ciertos parámetros específicos, de suma importancia ambientalmente hablando.

Estos programas, deben incluir sobremanera las siguientes acciones:

- Identificación de impactantes ambientales, generados en los sistemas de aseo urbano.
- Evaluación de los riesgos potenciales derivados de la operación de dichos sistemas.
- Establecimiento de acciones mitigantes que impidan que dichos impactantes, afecten al ambiente y/o a la salud pública.

Dentro de los Programas de Monitoreo Ambiental es fundamental determinar claramente los parámetros a evaluar, de acuerdo a las características particulares de las instalaciones, así como dar prioridad a aquellos que presenten un mayor riesgo de afectación al ambiente y a la salud pública.

El equipo, materiales utilizados y técnicas empleadas durante el monitoreo, son aspectos que no deben de ser descuidados, ya que de esto dependerá en gran medida, el obtener resultados, válidos para realizar el análisis de las condiciones ambientales de la instalación; y con ello, poder implementar las acciones necesarias que conduzcan a un buen control de los impactantes.

## **2. PRINCIPALES IMPACTANTES AMBIENTALES GENERADOS EN INSTALACIONES EMPLEADAS PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES.**

Los principales impactantes ambientales, que pueden ser generados por la operación de las instalaciones destinadas a llevar a cabo la prestación de los Servicios de Aseo Urbano, se enlistan y describen a continuación:

- Ruido
- Olores
- Aerotransportables (polvos, partículas y microorganismos)
- Gases No-combustionados
- Desperdicios y Basura
- Desechos Líquidos
- Biogás
- Lixiviados

Asimismo, la operación misma de una instalación de este tipo, puede propiciar cuando no se hace adecuadamente, que se presenten los siguientes inconvenientes:

- Desarrollo de fauna nociva
- Incremento de tráfico vehicular
- Propiciar las afectaciones visuales
- Generar eventualidades ambientales

Estos inconvenientes pueden no solamente incrementar la generación de impactantes, sino también propiciar problemas de queja pública e inquietud poblacional, lo cual puede dar por resultado, el cierre temporal o permanente de la instalación.

Por otro lado, dentro de las mediciones de los programas de monitoreo ambiental, deberá de considerarse la medición de radiactividad en los residuos, así como la medición de asentamientos

y registro de movimiento de taludes; amén de registrar los parámetros meteorológicos más comunes.

## **2.1 Descripción de los Impactantes Ambientales.**

La descripción de cada uno de los impactantes antes listados, se presenta a continuación:

- a) **Ruido.** Las principales fuentes generadoras de ruido, lo constituyen tanto los vehículos recolectores como los de transferencia. De acuerdo con mediciones que se han realizado en diferentes instalaciones, se ha determinado que el ruido generado por los diferentes dispositivos electromecánicos con que están equipados dichos vehículos, es el sonido que a mayor distancia puede ser escuchado. Por lo anterior, casi todas las instalaciones deben ser construidas con muros cerrados; y cuando ésta lo permita, deberán contar con techumbre (cerradas), para tratar de disminuir hacia el exterior los niveles de ruido generados por el funcionamiento de los vehículos antes mencionados; lo cual es la mejor manera de atenuar este impactante, ya que incluso los niveles de ruido pueden disminuir por debajo de los registrados en las vías vehiculares que circundan a la instalación. Lo anterior puede resultar contraproducente para el personal que labora en la instalación, ya que en lugares cerrados, el ruido se concentra a tal grado, que puede rebasar las normas establecidas para ambientes laborales; por lo que en estos casos, se recomienda suministrar a los empleados equipo para contrarrestar este impactante.
- b) **Olores.** Cuando en un ambiente cerrado llega a almacenarse basura por más de 24 hrs., o bien cuando la basura que llega a la instalación está en proceso de putrefacción, los olores sobre todo en sitios cerrados, llegan a ser molestos, incómodos e inaguantables; pudiendo generar entre la población asentada en la vecindad de la instalación, una inquietud tal que se llegue a objetar su operación. Para minimizar este impactante, se aplican prácticas sencillas de limpieza, como son: el barrido diario de las instalaciones cerradas, así como la limpieza de pisos, paredes y equipos empleados cotidianamente.
- c) **Aertransportables.** Como aertransportables se pueden considerar tanto a los polvos y



partículas, como a los microorganismos que se hallan en los residuos sólidos. La generación de este tipo de impactantes, se da justamente en el momento de la descarga de los residuos sólidos por los vehículos que los transportan. Considerando el caso particular de una estación de transferencia o de una instalación de tratamiento, se puede decir que estas instalaciones sustituyen en cierta forma a un relleno sanitario, por lo que en ocasiones es de esperarse una afluencia de vehículos y un tonelaje de basura semejantes a los que se registran en un sitio de disposición final. Por tal razón, si la instalación es de carga indirecta, se pueden alcanzar niveles de aerotransportables en los patios de maniobras, semejantes a los registrados en el frente de trabajo de un relleno sanitario. Estos niveles de aerotransportables, normalmente son mucho más bajos en instalaciones con sistemas de descarga directa. No obstante, si la instalación es abierta, la afectación ambiental al entorno que la circunda, causada por este tipo de impactantes, puede ser significativa.

Con base en lo anterior, se establece que el control de los aerotransportables en una instalación de tratamiento, es importante para evitar el deterioro ambiental que pueden causar, principalmente en su entorno inmediato. Este control, es vital cuando la instalación es cerrada, ya que además del impacto antes mencionado, los altos niveles de aerotransportables que se generan en los patios de maniobras, puede afectar severamente la salud de los trabajadores de dicha instalación.

Ahora bien, con base en lo antes indicado las medidas para el control de polvos y otros aerotransportables, incluyen una serie de dispositivos como los que a continuación se describen:

- Cabinas con aire acondicionado para los cargadores frontales que se utilizan en las instalaciones cerradas y abiertas.
- Sistemas colectores de polvos en instalaciones cerradas, que incluyen tanto extractores como filtros de aire.
- Sistemas de aspersion de agua en las tolvas de descarga, para precipitar los polvos que se generan en el momento de realizar la descarga de los residuos sólidos, en instalaciones cerradas.

- Dispositivos personales, para los empleados tanto de instalaciones cerradas como abiertas, con el fin de disminuir la inhalación de polvos que pueden contener bacterias, virus y microorganismos.

Además de todo lo anterior, se debe observar diariamente, la aplicación de una serie de normas tendientes a mantener siempre aseadas las instalaciones.

- d) Gases No-Combustionados. En el inciso anterior, se comentó que a una planta de tratamiento de residuos sólidos pueden arribar un número de vehículos recolectores, semejante al que llegaría a un relleno sanitario, por lo que las concentraciones de emisiones de gases no combustionados que se pueden registrar en una instalación de este tipo, pueden ser incluso mayores a los que se presenten en el relleno sanitario; debido a que en el frente de trabajo se da una dilución de los gases en la atmósfera, mientras que en la estación de transferencia, sobre todo si es cerrada, lejos de diluirse se concentran.
- e) Desperdicios y Basura. La propia operación de la instalación, sobre todo en algunos puntos críticos donde se hace la descarga de los residuos sólidos, puede generar desperdicios y basura que pueden generar a su vez, ratas y otros vectores dañinos a la salud pública. Este impactante puede considerarse como de poca importancia.
- f) Desechos Líquidos. Las diferentes actividades que se den en instalaciones cerradas, generan desechos líquidos (aguas negras), los cuales deben ser colectados y tratados convenientemente, para evitar generar algún impacto hacia el ambiente y la salud pública. Es recomendable para disminuir el volumen de aguas negras a tratar, coleccionar las aguas pluviales con un sistema separado que evite el mezclarlas con las aguas negras, para después propiciar su infiltración al subsuelo. Asimismo, se recomienda utilizar agua tratada en los sistemas de aspersión para polvos, que deben instalarse en las tolvas de descarga. Este tipo de impactantes, no son de gran consideración.
- g) Biogás. El biogás es una mezcla de varios gases que son los productos finales de la descomposición de la fracción orgánica contenida en los residuos sólidos por vía anaerobia.

Los elementos principales contenidos en el biogás son metano ( $\text{CH}_4$ ), bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

El biogás aparece ocasionalmente en la superficie con bajo contenido de  $\text{CO}_2$  y un alto porcentaje de metano, así como oxígeno y nitrógeno; esto se debe a que el  $\text{CO}_2$  es más pesado que el aire por lo cual tiende a quedarse en la parte baja del relleno, mientras que el metano por ser más ligero que el aire, tiende a buscar la superficie mezclándose con el  $\text{O}_2$  y el  $\text{N}_2$  del aire que se halla en los intersticios del suelo. El metano con el  $\text{O}_2$  del aire, puede formar mezclas explosivas cuando se halla entre el 5 y el 15% en volumen.

Para el control del biogás, se deberá contar con instalaciones que permitan colectarlo y conducirlo a una instalación de quemado o aprovechamiento. Asimismo, se deberá contar con la infraestructura de monitoreo para detectar cuando ha migrado fuera de la vecindad del sitio donde se generó.

- h) Lixiviados. Los lixiviados se originan debido al paso del agua de lluvia a través de las capas de residuos sólidos que normalmente se encuentran en proceso de descomposición anaerobia. Es por ello que en la composición de los lixiviados, se encuentran elementos tanto en suspensión como en dilución, como lo son entre otros; sólidos en todas sus formas, sales, componentes orgánicos y en ocasiones metales pesados. La principal característica de los lixiviados es que presentan una alta carga orgánica como DBO y DQO, así como elevadas concentraciones de cationes en forma soluble.

El método más adecuado para el control de los lixiviados es mediante su extracción controlada y recirculación dentro del propio relleno sanitario, con el fin de aprovechar los procesos de digestión que se llevan a cabo dentro de dicho relleno, ya que finalmente no es más que un gran reactor anaerobio.

## **2.2 Descripción de las afectaciones por una mala operación de la instalación.**

Los inconvenientes propiciados por una mala operación de la instalación se describen a continuación:

- a) Desarrollo de fauna nociva. Cuando en una instalación, no se realizan en forma adecuada los programas de limpieza fundamentales para mantenerla aseada, es posible que pueda haber proliferación de una serie de vectores dañinos al ser humano como son: moscas, mosquitos, ratas y cucarachas entre otros. Es por ello que para evitar la presencia de estos vectores conocidos como fauna nociva, se deben mantener permanentemente aseadas las áreas y equipo de la instalación, así como realizar fumigaciones periódicas cada 30 días por lo menos.
- b) Incremento de tráfico vehicular. La ubicación y operación de una instalación, puede acarrear un incremento importante en el tráfico vehicular, no sólo en las vialidades inmediatas, sino en general en una zona que puede alcanzar en ocasiones una superficie importante. Por lo anterior, es importante considerar dentro de la planeación de una instalación de este tipo, no sólo las obras viales requeridas para evitar encolamientos y congestionamientos, como son los carriles de desaceleración, los distribuidores vehiculares, los puentes peatonales y los semáforos intermitentes; sino también las adecuaciones geométricas y los señalamientos verticales y horizontales, requeridos en el área de influencia vehicular de la instalación.
- c) Propiciar las afectaciones visuales. Una instalación construida sin considerar el paisaje de la zona y el contexto urbano de la región por servir, puede traer como consecuencia, una afectación de la estética que sin ser impacto significativo, puede derivar en problemas de queja pública y la inquietud social, por la afectación al bienestar de la población circundante. Es recomendable por tanto, considerar para la instalación, un diseño arquitectónico acorde al paisaje y contexto urbano-ambiental de la zona donde se construirá la instalación.
- d) Generar eventualidades ambientales. Una instalación que recibe residuos sólidos, que pueden contener materiales que en combinación con otros o bajo ciertas condiciones climatológicas,

pueden generar explosiones o incendios entre otras eventualidades ambientales, debe contar con un sistema aleatorio de verificación vehicular, así como un área para el chequeo de la carga de los vehículos recolectores, amén del sistema contra incendios y equipo de respiración autónoma. Asimismo, en cualquier instalación donde se lleve a cabo algún manejo de residuos sólidos, esta expuesta a que se presenten contingencias que pueden derivar en eventualidades ambientales, de entre las cuales las de mayor significancia se enlistan a continuación:

- Descompostura de algún vehículo recolector o de transferencia, en cualquier parte de la instalación.
- Volcadura de algún vehículo recolector o de transferencia en cualquier punto de la instalación.
- Falla en el suministro de alguno de los servicios (agua, electricidad, drenaje, tratamiento de residuos líquidos).
- Falla en los sistemas de control de contaminantes.
- Sobrecarga en el volumen de desechos sólidos, que supere la capacidad de manejo de la instalación.
- Problemas de vialidad en los alrededores de la instalación.
- Aparición de algún residuo que requiere de algún manejo especial.
- Accidentes laborales.

### **2.3 Descripción de los Parámetros Complementarios asociados a los programas de monitoreo ambiental.**

Los parámetros complementarios mencionados anteriormente, que deben ser considerados dentro de los programas de monitoreo ambiental, se describen a continuación:

- a) Radiactividad. Debido a que no existen rutas de recolección específicas por tipos de fuentes generadoras, normalmente los residuos sólidos generados en domicilios son recolectados conjuntamente con otro tipo de residuos que pueden presentar ciertos niveles de radiactividad, pudiendo poner en riesgo la salud del personal que interviene en la prestación

de los servicios de aseo urbano.

Cuando se presenten en los vehículos recolectores niveles de radiactividad que rebasen los límites permisibles, se impedirá su acceso a las instalaciones.

- b) **Asentamientos y Movimientos de Taludes.** En los sitios de disposición final es importante llevar un registro de los deslizamientos que pueden presentar algunos taludes, así como de los asentamientos del propio relleno sanitario; ambos efectos por la estabilización de la basura en condiciones anaerobias.

En especial el registro del deslizamiento de los taludes debe seguirse con mucho detalle, ya que el no hacerlo, evita que se puedan predecir fuertes deslizamientos que no solamente afecten las instalaciones del relleno, sino que pueden cobrar vidas humanas.

- c) **Parámetros Meteorológicos.** Entre los principales parámetros meteorológicos que deben ser considerados dentro de las mediciones de los programas de monitoreo ambiental, podemos citar los siguientes:

- Temperatura ambiental
- Humedad relativa
- Precipitación pluvial
- Evaporación
- Dirección y velocidad de viento.

### **3. CRITERIOS RECTORES PARA LA INSTRUMENTACION DE PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL.**

#### **3.1 Criterios rectores para el monitoreo de instalaciones de tratamiento de residuos sólidos.**

- Construir un puerto de muestreo para la medición de emisiones a la atmósfera.
- Ubicar plataforma para llevar a cabo la medición de aerotransportables de acuerdo con la normatividad.
- Seleccionar de acuerdo con la distribución de la instalación, los puntos de muestreo de impactantes tales como aguas residuales, residuos sólidos, ruido, etc.
- Establecer un programa de monitoreo para efectuar las mediciones necesarias cuando menos cada 3 meses.

#### **3.2 Criterios rectores para el monitoreo de sitios de disposición final de residuos sólidos.**

- Construir desde el mismo arranque del relleno sanitario, la infraestructura necesaria para la extracción de "biogás" y "lixiviados", evitando al máximo construirla al termino de las diferentes etapas del relleno.
- Equipar el relleno sanitario con pozos de monitoreo de "biogás", con piezómetros de monitoreo de "lixiviados" cuando sea posible y con pozos de monitoreo de acuíferos cuando sea necesario.
- Llevar a cabo por lo menos trimestralmente, un programa de monitoreo que incluya tanto las instalaciones de extracción como las de monitoreo del sitio; determinando principalmente flujo, presión, explosividad y composición de biogás; así como flujo y composición de lixiviados. Además es importante llevar a cabo mediciones eventuales de algunos otros impactantes, como son ruido ambiental, partículas viables y totales, microorganismos en el ambiente, temperatura en pozos de monitoreo y parámetros meteorológicos.

- Establecer un control cartográfico para contar con un banco de información histórica, que nos permita ubicar sin ningún problema, los depósitos de basura por la fecha en que fue confinada dentro de las celdas del relleno.



**4. PARAMETROS A DETERMINAR DENTRO DE LOS PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL.**

**4.1 Parámetros a determinar en las instalaciones para el tratamiento de residuos sólidos**

IMPACTANTES	PARAMETROS A DETERMINAR
AEROTRANSPORTABLES	PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES. MICROORGANISMOS EN EL AIRE.
RESIDUOS AMBIENTALES	RUIDO.
RESIDUOS SOLIDOS	COMPOSICION FISICA, PESO VOLUMETRICO, RADIOACTIVIDAD. PODER CALORIFICO, HUMEDAD, CENIZAS, RELACION C/N, ETC.
AGUAS RESIDUALES	PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLOGICOS TALES COMO : pH, CONDUCTIVIDAD, DBO, DQO, DUREZA, ETC.
EMISIONES AL AMBIENTE	- PARTICULAS SOLIDAS TOTALES. - METALES PESADOS. - GASES DE EMISION, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> - HCl, DIOXINAS, ETC. - EFICIENCIA DE COMBUSTIBILIDAD.

**OTROS PARAMETROS RELACIONADOS CON EL MONITOREO AMBIENTAL:**

- TEMPERATURA
- HUMEDAD RELATIVA
- PRESION ATMOSFERICA
- PRECIPITACION
- VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO

#### 4.2 Parámetros a determinar en sitios de disposición final de residuos sólidos

IMPACTANTES	PARAMETRSO QUE SE DETERMINAN	AMBITO DE IMPACTO
BIOGAS	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , EXPLOSIVIDAD, TOXIXIDAD, TEMPERATURA Y FLUJO	ATMOSFERA
LIXIVIADOS	METALES PESADOS COMPUESTOS ORGANICOS OXIGENO DISUELTO pH, CONDUCTIVIDAD MICROORGANISMOS	ACUIFERO
AEROTRANSPORTABLES	PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES, MICROORGANISMOS	ATMOSFERA
RESIDUOS SOLIDOS	COMPOSICION FISICA, PESO VOLUME- TRICO, RADIOACTIVIDAD. PODER CALORIFICO, HUMEDAD, CENIZAS, RELACION C/N, ETC.	ENTORNO
RUIDO	INTENSIDAD DE RUIDO	ENTORNO

#### OTROS PARAMETROS RELACIONADOS CON EL MONITOREO AMBIENTAL:

- TEMPERATURA
- HUMEDAD RELATIVA
- PRESION ATMOSFERICA
- PRECIPITACION
- VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO

## 5. EQUIPOS EMPLEADOS EN LOS PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL.

Los principales equipos empleados en los programas de monitoreo ambiental, así como los parámetros que pueden ser determinados con dichos equipos se presentan a continuación:

IMPACTANTE	PARAMETRO	EQUIPO EMPLEADO
Biogás	Composición (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> )	Cromatógrafo de Gases
	Explosividad, Toxicidad	Detector de gases
	Temperatura	Termómetro de mercurio
	Flujo	
Partículas en Aire	Partículas Suspensas Totales	Muestreador de Alto Volumen (Hi-Vol)
	Microorganismos en Aire	Muestreador Andersen
Ruido Ambiental	Ruido	Sonómetro
Radiación	Radiactividad (como Actividad)	Contador Geiger
Lixiviados	Metales Pesados	Espectrofotómetro
	Conductividad	Conductímetro
	pH	Potenciómetro
	Oxígeno disuelto	Oxímetro
Gases No-Combustionados	Hidrocarburos, NO <sub>x</sub> , CO <sub>x</sub> , etc.	Cromatógrafo de Gases

Otros equipos empleados en el monitoreo, son entre otros, los empleados para realizar mediciones en zonas de difícil acceso ó ambientes contaminados. Este tipo de equipos se emplean, generalmente, en situaciones de emergencia y son los siguientes:

EQUIPO	PARAMETROS A DETERMINAR	APLICACION
Equipo de Respiración Autónoma	(*)	Ambientes donde se detecta presencia de elementos tóxicos ó deficiencia de oxígeno.
Cromatógrafo de gases portátil	Composición de biogás Compuestos orgánicos	Zonas de difícil acceso, como cavernas o grutas.
Explosímetro	Explosividad Toxicidad Oxígeno	Para determinar ambientes con deficiencia de oxígeno o con altos niveles de explosividad.
Termocupla	Temperatura	Determinación de temperaturas altas en suelo o residuos.
Teodolito	Asentamientos y Movimientos de taludes	Sitios de disposición final.
Extractor	(*)	Ambientes con deficiencia de oxígeno o con elevados niveles de explosividad.
Estación Meteorológica	Precipitación Pluvial Evaporación Dirección y Velocidad del Viento	Determinación de parámetros meteorológicos.

(\*) Aunque no determinan ningún parámetro, se consideran indispensables, sobre todo en caso de emergencia.

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

SISTEMAS DE MANEJO DE RESIDUOS Y  
FORMULACION DE PARAMETROS DE DISEÑO  
(APUNTE PENDIENTE)

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

ANALISIS Y EVALUACION DE COSTOS EN LOS  
SISTEMAS DE MANEJO DE LOS RESIDUOS

(APUNTE PENDIENTE)

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

DESARROLLO INSTITUCIONAL EN LOS SISTEMAS  
DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES  
(APUNTE PENDIENTE)

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16. - 20 Mayo, 1994.

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

MANEJO, TRANSFERENCIA Y RECICLAJE DE  
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES,  
HOSPITALARIOS Y ESPECIALES

EXPERIENCIAS SOBRE PARTICIPACION CIUDADANA  
(APUNTE PENDIENTE)

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

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

16 - 20 Mayo, 1994.