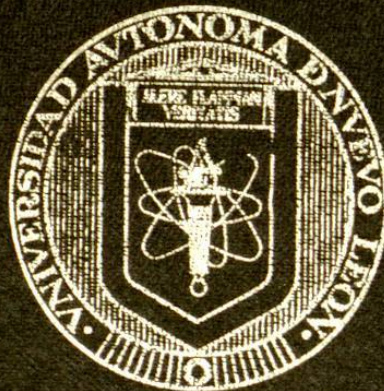


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS
SOLIDOS MUNICIPALES EN LA CIUDAD DE
TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS.**

Por

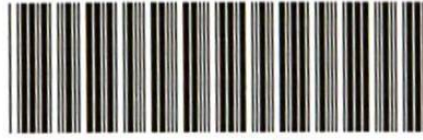
JUAN JOSE VILLALOBOS MALDONADO

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en
INGENIERIA AMBIENTAL**

Agosto, 1996

MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS
SOLIDOS MUNICIPALES EN LA CIUDAD DE
TUXTILA GUTIERREZ, CHIAPAS.

TM
TD789
.M62
V5
c. 1



1080072487

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



ESTUDIO Y DISPOSICION FIRMA EN LOS RESIDENTES
DE VIVIENDAS MUNICIPALES EN LA CIUDAD DE
TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS

Por

JUAN JOSE VILLALOBOS MALDONADO

Como requisito parcial para obtener el título de
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en
INGENIERIA AMBIENTAL

Agosto, 1996

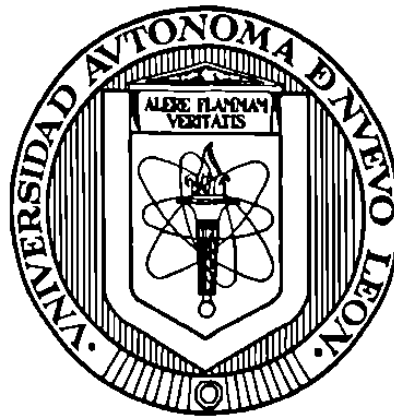
TM
70789
.16
V5



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



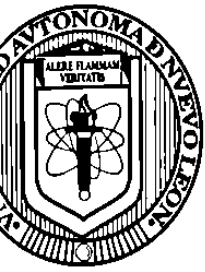
**MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS
SOLIDOS MUNICIPALES EN LA CIUDAD
DE TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS.**

Por

JUAN JOSE VILLALOBOS MALDONADO

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en
INGENIERIA AMBIENTAL**

Agosto, 1996



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

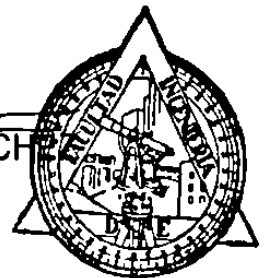
**MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES EN LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIS.**

Aprobación de la Tesis:

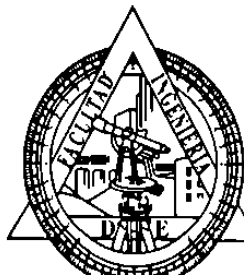
M.C. JOSE ALFREDO NUÑEZ CANTU
ASESOR DE LA TESIS

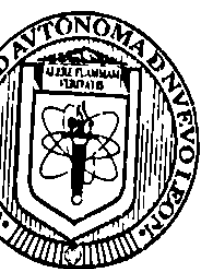
ARQ. RAMÓN LONGORIA RAMÍREZ
REVISOR DE LA TESIS

ING. OSCAR MANUEL ROBLES SANCHEZ
SECRETARIO DE ESTUDIOS
DE POSTGRADO

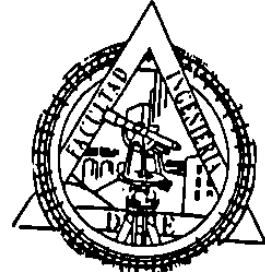


SECRETARIA DE ESTUDIOS
DE POSTGRADO





FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, U.A.N.L.
SECRETARIA DE POSTGRADO



COMPROBANTE DE CORRECCION.

Tesista: JUAN JOSÉ VILLALOBOS MALDONADO

Tema de la tesis: MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN LA CD. DE TUXTLA GUTIERREZ CHIAPAS.

Este documento certifica la corrección DEFINITIVA

del trabajo de tesis arriba indentificado, en los aspectos, : ortográfico, metodológico y estilístico.

Recomendaciones adicionales:

NINGUNA

Nombre y firma de quien corrigió :

Ramón Longoria Ramírez
ARQ. RAMON LONGORIA RAMIREZ

El Secretario de Postgrado :

Oscar M. Robles Sánchez
Ing. Oscar M. Robles Sánchez

Ciudad Universitaria, a 26 de JULIO SECRETARIA DE POSTGRADOS DE TUXTLA GUTIERREZ

DEDICATORIA

A mi esposa :

CARMELA

Por su Amor, Paciencia, Comprensión, y Apoyo brindados, para realizar mis estudios, con quien comparto la mitad de este trabajo.

A mis hijos :

BRUNO ADOLFO

*⁄
RODRIGO ISAAC*

A quienes les sacrificué mi compañía y les deseo todo lo mejor que Dios les quiera dar.

A mis Padres :

JOSÉ VILLALOBOS CORONA (+)

LAURA MALDONADO GARCÍA

Por su cariño y confianza.

A mis Hermanos:

LAURA VIANNEY

y
HECTOR

A la Familia :

MARTÍNEZ SÁNCHEZ y JUAN JOSÉ (I y II)

Por su compañía y ayuda.

A la Familia :

MARTÍNEZ MALDONADO

Quienes han seguido mi trayectoria desde la infancia.

A la Familia :

MARTÍNEZ GONZÁLEZ

Deseándoles superación

A las siguientes personas:

NATIVIDAD, GUILLERMO, ANGELA, LUIS,
GUADALUPE y ANTONIO MARTÍNEZ MÉNDEZ

Quienes se han adelantado en esta vida y han significado algo especial para mí.

A mis compañeros de estudio :

MONICA I., CECILIA M., ADRIANA,
L. MARGARITA, JULIO A., JOSÉ A. ,
CÉSAR R., JOSÉ L., ALEJANDRO,
FRANCISCO J. y RAFAEL.

Por su compañía y amistad.

AGRADECIMIENTOS

Al Ser Supremo, que nos guía y sin él cualquier actividad es imposible de realizar.

Expreso mi agradecimiento al M.C. J. Alfredo Nuñez Cantù asesor de mi Tesis de Grado, así como a integrantes del comité de tesis, por sus comentarios, sugerencias en la revisión de este trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el valioso apoyo económico, para la realización de mis estudios.

A la Dirección General de Institutos Tecnológicos y en especial al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, por el permiso, autorización y apoyo económico para la conclusión de mis estudios.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ing. Civil, Estudios de Postgrado, Plantilla docente, por los conocimientos impartidos durante mi estancia.

A los siguientes Organismos, por su apoyo en la realización de mi Tesis de Grado, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas:

- H. Ayuntamiento Constitucional 1993-1995, del municipio de Tuxtla Gutiérrez.
- Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca del Estado de Chiapas.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería del Estado de Chiapas.
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Delegación Chiapas.
- Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Tiendas Chedraui, S.A. de C.V.

A mi familia por la paciencia, confianza y apoyo que me brindaron y en general a todas las personas que colaboraron de una forma u otra, durante mis estudios y en la realización del presente trabajo.

RESUMEN

En la actualidad, por todo el territorio nacional, el panorama de los residuos sólidos es preocupante pues se enfrenta no sólo a problemas técnicos de sanidad en su tratamiento, sino también a un creciente déficit presupuestal para atender la tarea tradicional de recolección y disposición final. En el presente trabajo, se planteó mediante un diagnóstico, la situación actual en la recolección, manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales generados en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; para después elaborar propuestas que ayuden a optimizar este servicio, así como la localización de un sitio para disponer los residuos sin causar mayor deterioro al ambiente.

Para elaborar las propuestas anteriores, se aplicó una encuesta, a fin de conocer la opinión de la población muestreada, además de realizar los estudios de campo en: generación, cuarteo, peso volumétrico, así como la selección y cuantificación de subproductos y los análisis de laboratorio, de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas vigentes para el tratamiento de los residuos sólidos municipales.

Los resultados encontrados señalan que tanto la recolección, manejo y disposición final son deficientes; sin embargo, con las propuestas emitidas, la disponibilidad de las autoridades y población en general, se pueden mitigar estas deficiencias, trayendo como resultado, una mejor calidad de vida para los habitantes de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas y mejor protección al ambiente.

Í N D I C E

RESUMEN CAPÍTULO

Páginas

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	5
	2.1 El Problema	6
	2.2 Las Variables	6
	2.3 Los Objetivos	7
	2.4 Hipótesis	8
	2.5 Alcances del Trabajo	8
3.	MARCO TEÓRICO	10
4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LUGAR DE ESTUDIO	14
	4.1 Ubicación Geográfica	15
	4.2 Medio Físico	16
	4.2.1 Clima	16
	4.2.2 Temperatura	16
	4.2.3 Precipitación Pluvial	16
	4.2.4 Vientos Dominantes	17
	4.3 Orografía	17
	4.4 Hidrografía	17
	4.5 Clasificación y uso del Suelo	18
	4.6 Flora y Fauna	19
	4.7 Aspectos Socioeconómicos	20
	4.7.1 Población	20
	4.7.2 Vivienda y Servicios Básicos	20
	4.7.3 Comunicaciones y Transportes	21
	4.7.4 Aspectos Económicos	22
	4.7.4.1 Agricultura	22
	4.7.4.2 Ganadería	22
	4.7.4.3 Silvicultura	23

CAPÍTULO		Páginas
	4.7.4.4 Pesca	23
	4.7.4.5 Turismo	23
	4.7.4.6 Industria	23
	4.7.4.7 Comercio	24
5	METODOLOGÍA	25
	5.1 Aparatos y Equipo	27
	5.2 Estudios de Campo	29
	5.2.1 Zonas de Estudio	29
	5.2.2 Recopilación de la Información	29
	5.2.3 Secuencia de Actividades	30
	5.2.4 Metodología de Recolección de Muestras	31
	5.2.5 Actividades en el Centro de Recepción de los Residuos Sólidos	32
	5.2.6 Aplicación de una Encuesta Para Sondeo de Opinión	34
	5.3 Generación per-cápita de Residuos Sólidos	34
	5.4 Operación de Cuarteo	41
	5.5 Peso Volumétrico “ In Situ “	42
	5.6 Selección y Cuantificación de Subproductos	43
	5.7 Análisis de Laboratorio	44
	5.7.1 Preparación de las Muestras en el Laboratorio Para su Análisis	44
	5.7.2 Determinación de Humedad	45
	5.7.3 Determinación de Cenizas	46
	5.7.4 Determinación del Potencial de Hidrógeno	46
	5.7.5 Determinación de Materia Orgánica	46
	5.7.6 Determinación de Nitrógeno Total	47
	5.7.7 Determinación del Poder Calorífico	48
	5.7.8 Determinación del % de Carbono, % de Hidrógeno y % de Oxígeno.	50
6	RESULTADOS	53
	6.1 Generación per-cápita de Residuos Sólidos Municipales Domésticos	54

CAPÍTULO

Páginas

6.1.1	Tratamiento de la información Para la Generación per-cápita en Estrato Alto	54
6.1.2	Tratamiento de la información Para la Generación per-cápita en Estrato Medio	64
6.1.3	Tratamiento de la Información Para la Generación per-cápita en Estrato Bajo	72
6.1.4	Análisis de Varianza	84
6.1.5	Sondeo de Opiniones	87
6.2	Operación de Cuarteo	91
6.3	Peso Volumétrico “ In Situ “	94
6.4	Selección y Cuantificación de Subproductos	96
6.5	Análisis de Laboratorio	108
6.5.1	Cálculos del % de C, % de H y % de O	109
6.5.2	Cálculo del Poder Calorífico	112
6.5.3	Formulas Empíricas Mínimas Representativas de los Residuos Sólidos, de Cada Muestra por Estrato	114
6.5.4	Determinación del Potencial Contaminante	118
6.6	Discusión de Resultados	119
7	REVISIÓN DEL SISTEMA Y PROPUESTA EN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	122
7.1	Situación Actual	123
7.1.1	Organización	124
7.1.2	Personal	125
7.1.3	Equipo e Infraestructura Para la Recolección y Transporte al Sitio de Disposición Final	126
7.1.4	Operación en la Recolección	127
7.1.5	Operación del Barrido	130
7.1.6	Aprovechamiento de los Residuos Sólidos	133
7.1.7	Operación en la Disposición Final	134

CAPÍTULO

Páginas

7.2	Propuestas	135
7.2.1	Organización	135
7.2.2	Personal	137
7.2.3	Almacenamiento	140
7.2.4	Operación de recolección	143
7.2.4.1	Generación de Residuos Sólidos Municipales	146
7.2.4.2	Número de Unidades Para Efectuar la Recolección	150
7.2.4.3	Macro-ruteo	153
7.2.5	Barrido de Calles	164
7.2.5.1	Barrido Manual	164
7.2.5.2	Barrido Mecánico	167
7.2.6	Aprovechamiento de los Residuos Sólidos	168
7.2.7	Disposición Final	169
7.2.8	Infraestructura del Servicio de Limpia	169
8.	PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN Y DISEÑO DE LA DISPOSICIÓN FINAL, MEDIANTE RELLENO SANITARIO	171
8.1	Procesamientos Aplicables a Basuras	172
8.1.1	Procesamientos Mecánicos	173
8.1.2	Procesamientos Térmicos	173
8.1.3	Procesamientos Biológicos	174
8.2	Disposición de Basuras	174
8.2.1	Relleno Sanitario	175
8.2.2	Costo de Procesamiento y Disposición de Basuras	176
8.3	Selección de Alternativa	176
8.4	Selección del Sitio de Disposición Final	177
8.4.1	Vida Útil	178
8.4.2	Tierra Para Cobertura	178
8.4.3	Topografía	178
8.4.4	Vías de Acceso	178
8.4.5	Vientos Dominantes	178

CAPÍTULO	Páginas
8.4.6 Ubicación del Sitio	179
8.4.7 Geología	179
8.4.8 Geohidrología	179
8.4.9 Hidrología Superficial	179
8.4.10 Relaciones Públicas	180
8.5 Antecedentes de Estudios Para la Ubicación de Rellenos Sanitarios en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez y lugares circunvecinos	181
8.6 Propuesta de Sitios Preliminares Sujetos a Estudios más Completos Para la Ubicación de un Relleno Sanitario Para la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.	182
9. DISEÑO Y CAPACIDAD DEL RELLENO SANITARIO	195
9.1 Método del Relleno Sanitario	196
9.1.1 Método de Trinchera	197
9.1.2 Método de Área	197
9.1.3 Método Combinado	198
9.2 Cálculo de la Capacidad y Dimensiones del Relleno Sanitario Propuesto	199
9.3 Diseño de Celdas	204
9.4 Control de Gases y Lixiviados	210
9.5 Lineamientos Para la Instalación y Operación de un Relleno Sanitario	212
9.6 Equipo Para la Operación del Relleno Sanitario	214
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	218
10.1 Conclusiones	219
10.2 Recomendaciones	223
BIBLIOGRAFÍA	227
APÉNDICES	232
APÉNDICE A.- Programa de Selección de Números Aleatorios	233
APÉNDICE B.- Encuesta Aplicada	236

LISTA DE CÉDULAS

CÉDULA		Páginas
1	Formato de Cédula de Encuesta (Identificación), Estrato Alto	240
2	Formato de Cédula de Encuesta de Campo Para el Muestreo de Generación de Residuos Sólidos (Control)	241
3	Cédula de Informe de Campo Para el Cuarteo de los Residuos Sólidos	242
4	Cédula de Informe de Campo Para la Determinación del Peso Volumétrico “ In Situ “, de los Residuos Sólidos Municipales	243
5	Hoja de Registro de Campo, Selección y Cuantificación de Subproductos	244

LISTA DE CUADROS

CUADRO		Páginas
1	Promedio de Generación per-cápita Para Cada Estrato	81
2	Generación per-cápita por Estrato (Kg / hab.,-día)	82
3	Análisis Estadístico de los Habitantes Muestreados	83
4	Selección y Cuantificación de los Subproductos, Estrato Alto (Kilogramos y Porcentaje)	97
5	Selección y Cuantificación de los Subproductos, Estrato Medio (Kilogramos y Porcentaje)	98
6	Selección y Cuantificación de los Subproductos, Estrato Bajo (Kilogramos y Porcentaje)	99
7	Estimaciones Sobre la Cantidad de Subproductos (Kilogramos), Estrato Alto	100
8	Estimaciones Sobre la Cantidad de Subproductos (Kilogramos), Estrato Medio	102
9	Estimaciones Sobre la Cantidad de Subproductos (Kilogramos), Estrato Bajo	104
10	Estimaciones Sobre la Cantidad de Subproductos (Kilogramos), Por Estrato	106
11	Cálculo de los Volúmenes de Residuos Sólidos y de Material de Cubierta Para el año 2,011	203

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Páginas
1	República Mexicana	246
2	Estado de Chiapas y Municipio de Tuxtla Gutiérrez	247
3	Municipio de Tuxtla Gutiérrez'	248
4	Climas del Municipio de Tuxtla Gutiérrez	249
5	Orografía del Municipio de Tuxtla Gutiérrez	250
6	Hidrografía del Municipio de Tuxtla Gutiérrez	251
7	Plano de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez	252
8	Plano Sectorial de la Colonia “ El Retiro “	253
9	Plano Sectorial de la Colonia “ ISSSTE “	254
10	Plano Sectorial de la Colonia “ San José Terán “	255
11	Casas-habitación Seleccionadas Aleatoriamente de la Colonia “ El Retiro “	256
12	Casas-Habitación Seleccionadas Aleatoriamente de la Colonia “ ISSSTE “	257
13	Casas-habitación Seleccionadas Aleatoriamente de la Colonia “ San José Terán “	258
14	Propuesta de la Terminal Central de Recolección	259
15	Sectores y Rutas Propuestas Para la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	260

LISTA DE FIGURAS

(continuación)

FIGURA		Páginas
16	Carta Topográfica, Escala 1:50,000 Tuxtla Gutiérrez, INEGI, Usada Como Base Para el Estudio	261
17	Carta Topográfica, Escala 1:50,000 Tuxtla Gutiérrez, INEGI, Usada Como Base Para el Estudio	262
18	Carta Geológica, Escala 1:250,000, INEGI, Usada Como Base Para el Estudio	264
19	Carta de Aguas Subterráneas, Escala 1:250,000, INEGI, Usada Como Base Para el Estudio	266
20	Carta de Aguas Superficiales, Escala 1:250,000, INEGI, Usada Como Base Para el Estudio	268
21	Espacio Mapa, Escala 1:250,000, INEGI, Usado Como Base Para el Estudio	270
22	Método de Trinchera	272
23	Método de Área	273
24	Método Combinado	274
25	Esquema de Conformación de una Celda	275
26	Frente de Trabajo	276
27	Plano de Secuencia Constructiva de un Relleno Sanitario	277
28	Control de Lixiviados	278

LISTA DE FIGURAS

(continuación)

FIGURA		Páginas
29	Control de Biogas	279
30	Pozo de Monitoreo	280
31	Propuesta de la Distribución del Relleno Sanitario	281
32	Equípos Auxiliares en el Relleno Sanitario	282

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA		Páginas
1	Casa-habitación, Estrato Alto	284
2	Entrega de Nueva Bolsa y Recepción de Residuos Sólidos, Estrato Medio	284
3	Muestras del Estrato Bajo	285
4	Peso de las Muestras, utilizando una báscula romanera, capacidad 10 Kgs.	285
5	Área de Cuarteo	286
6	Equipo de Protección	286
7	Vaciado de las Muestras, Estrato Medio	287
8	Muestra Total de un Estrato	287
9	Homogenización de la Muestra	288
10	Muestra Total, Método de Cuarteo	288
11	Tambos Metálicos, Para la Determinación del Peso Volumétrico	289
12	Báscula de Piso, Capacidad de 100 Kilogramos	289
13	Muestra Para la Determinación del Peso Volumétrico	290

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

(continuación)

FOTOGRAFÍA		Páginas
14	Metodología Para la Determinación del Peso Volumétrico	290
15	Pesado del Tambo con Muestra	291
16	Muestra Para la Selección y Cuantificación de Subproductos	291
17	Selección Final de Subproductos	292
18	Cuantificación y Pesado de Cada Subproducto Seleccionado	292

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA		Páginas
1	Generación per-cápita por Estrato Para la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez	81
2	Generación per-cápita por Estrato en (Kgs. / hab.-día)	82
3	Análisis Estadístico de los Habitantes Muestreados	83
4	Estimaciones Sobre la Cantidad de Subproductos en Kilogramos por Estrato	106

LISTA DE TABLAS

TABLA		Páginas
1	Números Aleatorios	294
2	Criterio Para Rechazo de Observaciones Distintas	296
3	Percentiles de la Distribución “ t “ de Student	297
4	Percentiles de la Distribución “ F “ de Fisher	299
5	Ancho Mínimo de Frente de Trabajo, Dependiendo de la Cantidad de Residuos que llegan al Relleno Sanitario	301